

Geologische Abhandlungen Hessen

Band 75

(Bis Band 73: Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung)

**Jungtertiär und Quartär
im Horloff-Graben/Vogelsberg**

Von

WOLFGANG BOENIGK, GÜNTHER VON DER BRELIE, KARL BRUNNACKER,
EUGEN KARL KEMPF, ALOIS KOČI, WOLFGANG SCHIRMER, GERHARD STADLER,
REINHARD STREIT und HEINZ TOBIEN

Mit 17 Abbildungen, 6 Tabellen und 8 Tafeln

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1977

Geol. Abh. Hessen	75	80 S.	17 Abb.	6 Tab.	8 Taf.	Wiesbaden 1977
-------------------	----	-------	---------	--------	--------	----------------

ISSN 0341—4043

Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

- 1: JOHANNSEN, A.: Die geologischen Grundlagen der Wasserversorgung am Ostrand des Rheinischen Gebirges im Raume von Marburg-Frankenberg-Borken. 1950. 87 S., 8 Abb., 10 Taf., vergriffen.
- 2: SCHÖNHALS, E.: Die Böden Hessens und ihre Nutzung. Mit einer bodenkundlichen Übersichtskarte 1:300000. 1954. 288 S., 25 Abb., 60 Tab., 15 Taf., vergriffen.
- 3: KUBELLA, K.: Zum tektonischen Werdegang des südlichen Taunus. 1951. 81 S., 14 Abb., 2 Taf., DM 5,-.
- 4: GÖRGES, J.: Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberligozänen Meeressandes von Kassel. 1952. 134 S., 3 Taf., DM 7,50.
- 5: SOLLE, G.: Die Spiriferen der Gruppe *arduennensis-intermedius* im Rheinischen Devon. 1953. 156 S., 45 Abb., 7 Tab., 18 Taf., DM 20,-.
- 6: SIMON, K.: Schrittweises Kernern und Messen bodenphysikalischer Kennwerte des ungestörten Untergrundes. 1953. 63 S., 19 Abb., 3 Taf., DM 7,-.
- 7: KEGEL, W.: Das Paläozoikum der Lindener Mark bei Gießen. 1953. 55 S., 3 Abb., 3 Taf., DM 6,-.
- 8: MATTHES, S.: Die Para-Gneise im mittleren kristallinen Vor-Spessart und ihre Metamorphose. 1954. 86 S., 36 Abb., 8 Tab., DM 12,50.
- 9: RABIEN, A.: Zur Taxionomie und Chronologie der Oberdevonischen Ostracoden. 1954. 268 S., 7 Abb., 4 Tab., 5 Taf., DM 17,-.
- 10: SCHUBART, W.: Zur Stratigraphie, Tektonik und den Lagerstätten der Witzenhäuser Grauwacke. 1955. 67 S., 8 Abb., 4 Taf., DM 8,-.
- 11: STREMMER, H. E.: Bodenentstehung und Mineralbildung im Neckarschwemmlern der Rheinebene. 1955. 79 S., 35 Abb., 28 Tab., 3 Taf., DM 7,-.
- 12: v. STETTEN, O.: Vergleichende bodenkundliche und pflanzensoziologische Untersuchungen von Grünlandflächen im Hohen Vogelsberg (Hessen). 1955. 67 S., 4 Abb., 2 Tab., 1 Taf., DM 5,50.
- 13: SCHENK, E.: Die Mechanik der periglazialen Strukturböden. 1955. 92 S., 21 Abb., 13 Tab., 10 Taf., DM 12,-.
- 14: ENGELS, B.: Zur Tektonik und Stratigraphie des Unterdevons zwischen Loreley und Lorchhausen am Rhein (Rheinisches Schiefergebirge). 1955. 96 S., 31 Abb., 2 Tab., 15 Diagr., 5 Taf., DM 12,60.
- 15: WIEGEL, E.: Sedimentation und Tektonik im Westteil der Galgenberg-Mulde (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). 1956. 156 S., 41 Abb., 7 Tab., 7 Taf., DM 18,60.
- 16: RABIEN, A.: Zur Stratigraphie und Fazies des Ober-Devons in der Waldecker Hauptmulde. 1956. 83 S., 2 Abb., 2 Tab., 3 Taf., DM 7,-.
- 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., DM 5,-.
- 18: BEDERKE, E., u. a.: Beiträge zur Geologie des Vorspessarts. 1957. 167 S., 65 Abb., 18 Tab., DM 13,-.
- 19: BISCHOFF, G.: Die Conodonten-Stratigraphie des rheno-herzynischen Unterkarbons mit Berücksichtigung der *Wocklumeria*-Stufe und der Devon/Karbon-Grenze. 1957. 64 S., 1 Abb., 2 Tab., 6 Taf., DM 8,-.
- 20: PILGER, A. & SCHMIDT, Wo.: Die Mullion-Strukturen in der Nord-Eifel. 1957. 53 S., 42 Abb., 1 Tab., 8 Taf., DM 9,80.
- 21: LEHMANN, W. M.: Die Asterozoen in den Dachschiefern des rheinischen Unterdevons. 1957. 160 S., 31 Abb., 55 Taf., DM 30,-.
- 22: BISCHOFF, G. & ZIEGLER, W.: Die Conodontenchronologie des Mitteldevons und des tiefsten Oberdevons. 1957. 136 S., 16 Abb., 5 Tab., 21 Taf., DM 20,-.
- 23: ZÖBBELIN, H. K.: Kritische Bemerkungen zur Stratigraphie der Subalpinen Molasse Oberbayerns. 1957. 91 S., 2 Abb., DM 8,-.
- 24: GUNZERT, G.: Die einheitliche Gliederung des deutschen Buntsandsteins in der südlichen Beckenfazies. 1958. 61 S., 14 Abb., 7 Tab., DM 14,-.
- 25: PAULY, E.: Das Devon der südwestlichen Lahnmulde und ihrer Randgebiete. 1958. 138 S., 41 Abb., 6 Taf., DM 20,-.
- 26: SPERLING, H.: Geologische Neuaufnahme des östlichen Teiles des Blattes Schaumburg. 1958. 72 S., 14 Abb., 5 Tab., 10 Taf., DM 10,-.
- 27: JUX, U. & PELUG, H. D.: Alter und Entstehung der Triasablagerungen und ihrer Erzvorkommen am Rheinischen Schiefergebirge, neue Wirbeltierreste und das Chirotheriumproblem. 1958. 50 S., 11 Abb., 3 Taf., DM 5,60.
- 28: SCHMIDT, H.: Die Cornberger Fährten im Rahmen der Vierfüßler-Entwicklung. 1959. 137 S., 57 Abb., 9 Taf., DM 15,-.

Geologische Abhandlungen Hessen

Band 75

(Bis Band 73: Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung)

Jungtertiär und Quartär im Horloff-Graben/Vogelsberg

Von

WOLFGANG BOENIGK, GÜNTHER VON DER BRELIE, KARL BRUNNACKER,
EUGEN KARL KEMPF, ALOIS KOČI, WOLFGANG SCHIRMER, GERHARD STADLER,
REINHARD STREIT und HEINZ TOBIEN

Mit 17 Abbildungen, 6 Tabellen und 8 Tafeln

Herausgabe und Vertrieb

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

Wiesbaden 1977

Geol. Abh. Hessen	75	80 S.	17 Abb.	6 Tab.	8 Taf.	Wiesbaden 1977
-------------------	----	-------	---------	--------	--------	----------------

ISSN 0341—4043

Mit der Schriftleitung beauftragt:

Dr. ARNOLD RABIEN, ALBERT KARSCHNY

Hessisches Landesamt für Bodenforschung

Leberberg 9, 6200 Wiesbaden

© Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden 1977. —
Printed in Germany. —

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Übersetzung, Nachdruck, Vervielfältigung auf fotomechanischem oder ähnlichem Wege sowie Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen — auch auszugsweise — nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

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

Satz und Druck: Hof- und Waisenhaus-Buchdruckerei Kassel

Kurzfassung: Im Braunkohlentagebau Wohnbach wurde die Abfolge: Liegendton — Braunkohle — Tonig-schluffige Hangendschichten — Löß-Deckschichten untersucht. Ergänzungen brachte das Profil des Tagebaues Weckesheim (Abb. 14).

Liegendton und Braunkohle gehören nach geobotanischen Befunden, wie schon länger vermutet, in das tiefere Oberpliozän (insbes. Brunssumium — Tab. 5). Die seinerzeit nächst der Obergrenze des Liegendtones gefundene Säugerfauna wird in das Csarnotium eingestuft. Sie ist damit älter als das Untere Villafranchium (z. B. Etouaires) und jünger als das Ruscinium (z. B. Montpellier). Der Liegendton besteht aus Bodenmaterial einer warmklimatischen Verwitterung.

Die Tonig-schluffigen Hangendschichten wurden eingehender behandelt und in das Ältestpleistozän eingeordnet. Deren Abschluß bildet das nur örtlich überlieferte Elefantenlager. Darüber folgen Lößdecken (Tab. 6).

In den Tonig-schluffigen Hangendschichten wurden mehrere Kalt- und Warmzeiten gefunden, beginnend mit dem Praetiglium und etwa bis zur Warmzeit des Waaliums hinaufreichend. Löß-Material ist in den kaltzeitlichen Abschnitten, abgesehen vom Praetiglium, petrographisch nachgewiesen.

Im hangenden, durch eine Erosionsdiskordanz abgesetzten, kaltklimatischen (tieferen) Teil des Elefantenlagers kommen überdies erste Kryoturbationen vor. Ein Elefantenfund (progressive Form von *Archidiskodon meridionalis*) war für dieses Lager namensgebend. Er stammt nach der Pollenanalyse aus dem noch kälteren Bereich dieses Horizontes. Der folgende warmzeitliche Abschnitt, als Berstadter Interglazial bezeichnet, führt u. a. eine reiche Ostrakodenfauna. Hierin sind Bimskörner auf sekundärer Lagerstätte vorhanden. Alle Befunde zusammengefaßt sprechen dafür, daß es sich beim Berstadter Interglazial um eine Ablagerung handelt, die dem Boden auf Abschnitt Ba oder Bb von Kärlich/Neuwieder Becken und weiter dem Cromerium-Komplex der niederländischen Gliederung zeitgleich ist.

In den Tonig-schluffigen Hangendschichten wurden, abgesehen von Bims im Berstadter Interglazial, weitere Hinweise auf vulkanische Einschaltungen gefunden (Schotterlehm-, „Tuff“-Folge, im Muddeton in sekundärer Lage).

Die paläomagnetischen Messungen erbrachten generell, soweit die Proben dafür geeignet waren, normale Magnetisierung. Der Verlauf der Werte zeigt im Liegendton auf eine Stellung, die älter ist als das Reuverium im Raum Brüggen/Niederrhein. Dies wiederum deckt sich mit den geobotanischen Befunden.

Abstract: The successive strata: lower clay — lignite — clayey-silty upper beds — loess super-cap strata of the brown-coal opencast mine Wohnbach were investigated. Complements resulted from the profile of the opencast mine Weckesheim (Abb. 14).

According to geobotanical data lower clay and lignite belong — as supposed long ago — to the late upper Pliocene (particularly Brunssumian — Tab. 5). The mammal-fauna which one day was found near to the surface of the lower clay is placed in the Csarnotian. With that it is older than the late Villafranchian (for instance Etouaires) and younger than the Ruscinian (for instance Montpellier). The lower clay consists of soil material produced by warm-climatic weathering.

The clayey-silty upper beds were treated in detail and placed to the early Pleistocene. They finish with an only locally delivered elephant deposit. Loess covers follow above (Tab. 6).

Several glacials and interglacials from the Pretiglian to about the interglacial of the Waalian were found in the clayey-silty upper beds. Apart from the Pretiglian loess material was identified by the aid of petrology in those sections which belong to a glacial climate.

Moreover first cryoturbations appear in the upper cold-climatic part of the elephant deposit which is separated by a nonangular unconformity. The finding of an elephant (advanced form of *Archidiskodon meridionalis*) named this deposit. It belongs to the still colder part of this horizon according to the pollen analysis. The following interglacial part called the Berstadter interglacial possesses among others a rich fauna of ostracods. Herein pumice grains are to be found on secondary deposit. Summary there is every reason to believe that the Berstadter interglacial was deposited at the same time as the soil on section Ba of Kärlich/Neuwieder Becken and furthermore as the interglacial II of the Cromerian complex according to the classification in the Netherlands.

Within the clayey-silty upper beds further indications apart from the pumice in the Berstadter interglacial of volcanic intercalations were found (Gravelloam-, „Tuff“-succession, in the mud on secondary deposit).

As far as the samples were suitable paleomagnetic measurements generally pointed to normal magnetism. The trend of magnetism gives the lower clay a position older than the Reuverian in the area of Brüggen/Niederrhein. On the other hand this is in line with geobotanical data.

Résumé: Dans la carrière de lignite de Wohnbach on a étudié de bas en haut la séquence: argile de base — lignite — séries argilo-limoneuses — couches de loess. Des informations complémentaires ont livrées les coupes de la carrière de Weckesheim (Abb. 14).

L'argile de base et la lignite remontent — comme on le soupçonnait depuis longtemps — au début du Pliocène supérieur (particulièrement Brunsumium — Tab. 5).

Les séries argilo-limoneuses en haut de la lignite ont été étudiées de manière plus approfondie et ont été datées de la sorte du plus ancien Quaternaire

Le sommet de ces séries est formé par le „lit d'éléphants“, conservé seulement par endroits. Plus haut on trouve plusieurs loess.

Dans les séries argilo-limoneuses on a retrouvé plusieurs glaciations et réchauffements, qui commencent avec le Praetiglium et se prolongent environ jusqu'au réchauffement du Waalium. Dans les phases froides, sauf dans le Praetiglium, on a reconnu par analyse pétrographique du loess (Tab. 6).

En haut de celui-ci, séparées par une surface d'érosion, on peut observer les premières cryoturbations dans la partie inférieure du „lit d'éléphants“ indiquant un climat froid. Ce lit a été nommé d'après la découverte d'éléphants. Ceux-ci proviennent d'après l'analyse pollinique d'une partie encore plus froide de ce lit. La série plus en haut, indiquant un climat tempéré, appelée „interglaciaire de Berstadt“ a livré une riche faune d'ostracodes. Dans cette couche on trouve des morceaux d'un tuf ponceux en position secondaire. En somme, tous les faits parlent en faveur d'un synchronisme de l'interglaciaire de Berstadt“ avec le bas de la série Ba de Kärlich, bassin de Neuwied et aussi bien avec l'interglaciaire II du complexe cromérien de la subdivision néerlandaise.

Dans la série argilo-limoneuse on a reconnu à côté du tuf ponceux dans „l'interglaciaire de Berstadt“ plusieurs preuves d'activité volcanique (séquence: gravier-limon-, „tuf“, en position secondaire dans l'argile humifère).

Des mesures paléomagnétiques sur des échantillons favorables ont indiqués un magnétisme ordinaire. La courbe de ces mesures indique un âge plus ancien que le Reuverium dans la région de Brüggen (vallée inférieure du Rhin). Cela concorde avec les résultats palynologiques. Pour la faune de vertébrés de Wölfersheim on obtient de la sorte une datation proche de la limite inférieure du Brunsumium.

Inhaltsverzeichnis

1. Vorwort	7
1.1. Geologischer Überblick	8
2. Ausbildung der Schichten	11
2.1. Tagebau Wohnbach, Stand 1967	11
2.1.1. Liegendton	14
2.1.2. Braunkohle	14
2.1.3. Tonig-schluffige Hangendschichten	14
2.1.4. Deckschichten	20
2.1.4.1. Löß-Deckschichten	20
2.1.4.2. Bachablagerungen	24
2.2. Tagebau Wohnbach, Stand 1970	26
2.3. Tagebau Wohnbach, Stand 1965	28
2.4. Tagebau Weckesheim	29
3. Gliederung	30
3.1. Liegendton und Braunkohle	30
3.1.1. Liegendton	30
3.1.2. Braunkohle	31
3.2. Tonig-schluffige Hangendschichten	32
3.2.1. Hellgrauer Ton	32
3.2.2. Tieferer Sideritton	33
3.2.3. Höherer Sideritton	34
3.2.4. Schotterlehm-, „Tuff“-Folge	34
3.2.5. Grüner Schluff	38
3.2.6. Rinnenfüllung	38
3.2.7. Muddeton	38
3.2.8. Vivianitschluff	39
3.2.9. Elefantentlager	39
4. Petrographie	42
4.1. Allgemeine Befunde	42
4.2. Schwermineralgesellschaften	46
4.3. Mineralogische Untersuchung des Liegendtons (Profil A) im Tagebau Wohnbach	48
4.4. Ergebnis	51
5. Paläomagnetik	52

6. Mikroflora	55
6.1. Die pliozäne Mikroflora	58
6.1.1. Liegendton	58
6.1.2. Braunkohle	59
6.2. Die pleistozäne Mikroflora	63
6.2.1. Tonig-schluffige Hangendschichten im Tagebau Wohnbach	63
6.2.2. Profil im Tagebau Weckesheim	64
6.2.3. Zeitliche Einstufung der Hangendschichten	64
7. Fauna	65
8. Das mittelpleistozäne Interglazial von Berstadt	68
8.1. Vorbemerkungen	68
8.2. Fossilführung	69
8.3. Paläoklimatologische Analyse der Fossilführung	70
8.4. Biostratigraphische Analyse der Fossilführung	71
8.5. Schlußbemerkungen	72
9. Zeitliche Einstufung	73
9.1. Pliozän	73
9.2. Tertiär/Quartär-Grenze	74
9.3. Quartär	74
10. Zusammenfassung	76
11. Schriftenverzeichnis	77

1. Vorwort

(BRUNNACKER)

Die Braunkohle-Vorkommen der Wetterau im SW des Vogelsberges sind für die Erforschung des Grenzbereiches Tertiär/Quartär von ganz besonderem Interesse: In ihrem Liegenden wurde nächst der Kohle-Basis eine Fauna mit Groß- und Kleinsäugetern des ausgehenden Tertiärs geborgen (TOBIEN 1952, 1970). Dieser Fund gab seinerzeit Anstoß, die Kohle vor allem am Steigerschacht der Grube Römerstraße, in Nähe der Säugerfundstelle, sowohl pollenanalytisch wie auch auf Makroreste zu untersuchen¹. LESCHIK (1956) kam dabei auf ein oberpliozänes Alter, und zwar auf eine gegenüber dem Reuverium der Niederrheinischen Bucht etwas ältere Stellung. Darüber lagert Ältestpleistozän.

Angeregt durch Herrn Kollegen SCHENK, Gießen, wurde 1967 begonnen, das bis dahin wenig bekannte Hangende der Kohle zu bearbeiten. Unsere Aufnahmen konzentrierten sich auf den Tagebau Wohnbach bei Berstadt (Tgb. I) und auf Einzeluntersuchungen im Tagebau Weckesheim (Tgb. III). Allerdings wurden die Untersuchungen im Gelände ab 1968 unterbrochen, um Interessenskollisionen zu vermeiden. Dank Vermittlung durch Herrn Dr. LIPPERT, Wiesbaden, stellte sich nämlich heraus, daß Herr Kollege PFLUG, Gießen, mehrere z. T. kurz vor ihrem Abschluß stehende Arbeiten im Tagebau Wohnbach angesetzt hatte. Als schließlich unsere Arbeiten 1970 wieder aufgenommen wurden, zeigte sich in dem jetzt erreichten Abbaurevier eine vergleichsweise rudimentäre Abfolge der Hangendschichten, die zudem nur teilweise mit der früheren, recht vollständigen Gliederung zu verbinden ist. Wir müssen uns deswegen im wesentlichen auf die ersten, orientierenden Untersuchungen und die dabei geborgenen Proben stützen; denn auch die damals von anderer Seite laufenden Arbeiten, die sich in der Dissertation von JANOSCHEK (1970) niederschlagen, bringen hinsichtlich der uns interessierenden Einzelheiten leider keine gewichtigeren Hinweise. Da wir somit nur ein fragmentarisches Ergebnis der Untersuchungen vorlegen können, wurden die Arbeitsbezeichnungen der einzelnen Schichtglieder bzw. -komplexe, wie sie sich bei der Geländeaufnahme eingestellt hatten, beibehalten.

Unser besonderer Dank gilt vor allem den Herren von der Preußischen Elektrizitäts-Aktiengesellschaft (PREAG), Abt. Wölfersheim — den Herren Direktoren v. UNRUH und SKROCK, Herrn Dipl.-Berging. LINGEMANN, den Herren Obersteigern WAGNER, KAMMER und HERKENRÖTHER —, die uns die Durchführung dieser Untersuchungen in großzügiger Weise erlaubt und ermöglicht haben, wie allen Kollegen, die uns im Rahmen dieses Unternehmens in irgendeiner Weise verbunden sind. Die paläomagnetischen Daten wurden im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft großzügig unterstützten Vorhabens ermittelt.

¹ Nach Mitteilung von Herrn Dr. GOLWER, Wiesbaden, sind die „Grube Römerstraße“ bei TOBIEN (1952) und die „Grube Römerstraße (Steigerschacht)“ bei LESCHIK (1956: 28) nicht identisch. Die Säugetierreste stammen von einem Fundpunkt, der im Grubengelände „Römerstraße“ etwa 130 m südlich des Förderschachtes liegt, der „Steigerschacht“ (die bergmännisch richtige Bezeichnung lautet nach fernmündlichen Angaben von Herrn Vermessungsfahrsteiger WILLNER, PREAG Wölfersheim, „Steigerschacht“ oder „Saigerschacht“) befindet sich dagegen etwa 30 m nördlich der Straße Echzell—Römerhof und war ein Wetterschacht.

1. 1. Geologischer Überblick

(BRUNNACKER, SCHIRMER, BOENIGK)

Die untersuchten Profile liegen im Horloff-Graben, einem Teilstück der Hessischen Senke (DIEHL 1930), im SW des Vogelsberges (Abb. 1, 2). Morphologisch zeichnet sich der Horloff-Graben als weitgespannte Reliefdepression der Wetterau ab. Er ist im jüngsten Tertiär in die Randzone der Vogelsberg-Vulkanite eingebrochen und wurde damit zum Sammelbecken bei der Verwitterung umgebender Basalte entstandener, hier zusammengeschwemmter Tone. Zwischenzeitlich kam es zur Torfbildung. Die Absenkung hielt in das Quartär hinein an, weshalb auch im ältesten Pleistozän in weitgehend aquatischem Milieu sedimentiert wurde. Aber selbst abdeckende Löss zeigen noch immer eine gewisse Nässe-Beeinflussung.

Das in Teilbecken aufgegliederte Hauptbraunkohlenlager der Wetterau (Abb. 1) wurde früher zahlreichen Orts abgebaut, während derzeit nur die Tagebaue I (Wohnbach) und III (Weckesheim) der PREAG in Betrieb sind. Die Kohlegewinnung wird durch erhebliche Mächtigkeitsschwankungen, bedingt z. T. durch Verzahnungen mit Tonlagen, sowie infolge diapirartiger Aufbrüche der Kohle und damit, neben Mächtigkeitsschwankungen des Deckgebirges, durch zusätzliche Verwürgungen mit Hangendschichten erschwert (Abb. 3, 5).

Das Grundprofil in den Tagebauen Wohnbach und Weckesheim ist gleichartig entwickelt:

4. Löß-Deckschichten	Pleistozän
3. Tonig-schluffige Hangendschichten	
2. Braunkohle (Wetterauer Hauptbraunkohle)	Pliozän
1. Liegendton	

Die Abfolge war zur Zeit unserer Aufnahmen in Wohnbach hinsichtlich Mächtigkeit und Gliederungsmöglichkeiten der besonders interessierenden Nr. 3 und 4 reichhaltiger entwickelt.

Mit dem Aufbau und der zeitlichen Einstufung der jungen Sedimentfolge des Horloff-Grabens, insbesondere der Braunkohle, haben sich nach DIEHL (1930) vor allem KIRCHHEIMER (1934, 1936), LESCHIK (1956) und JANOSCHEK (1970) beschäftigt. Für die Braunkohle ergibt sich danach folgendes Bild:

Die Füllung des Beckens wechselt auf kürzeste Entfernung zwischen Kohle und tonigen, seltener tonig-sandigen Lagen (Abb. 1, 3). Im Hauptflöz und seinen Äquivalenten werden nach LESCHIK gegen das Hangende die Florenelemente des Reuveriums allmählich zurückgedrängt, während die des Tigliums gleichwertig über das Profil verteilt bleiben (Profil Steigerschacht, Grube Römerstraße, Abb. 3):

	Reuverium-Elemente	Tiglium-Elemente	Quartäre Waldelemente
Oben	15 — 20 %	10 — 15 %	60 %
Mitte	25 — 30 %	10 — 15 %	45 %
Unten	30 — 40 %	10 — 15 %	30 %

Dabei ist an dieser Stelle die Kohle-Basis geobotanisch noch nicht ganz erreicht. Gemäß Verteilung der Florenreste kann — nach LESCHIK — der oberste Bereich der Kohle im Steigerschacht noch nicht dem Ende des Reuveriums entsprechen. In den ebenfalls untersuchten Bohrungen von Weckesheim (Abb. 3) sind die obersten Tertiär-

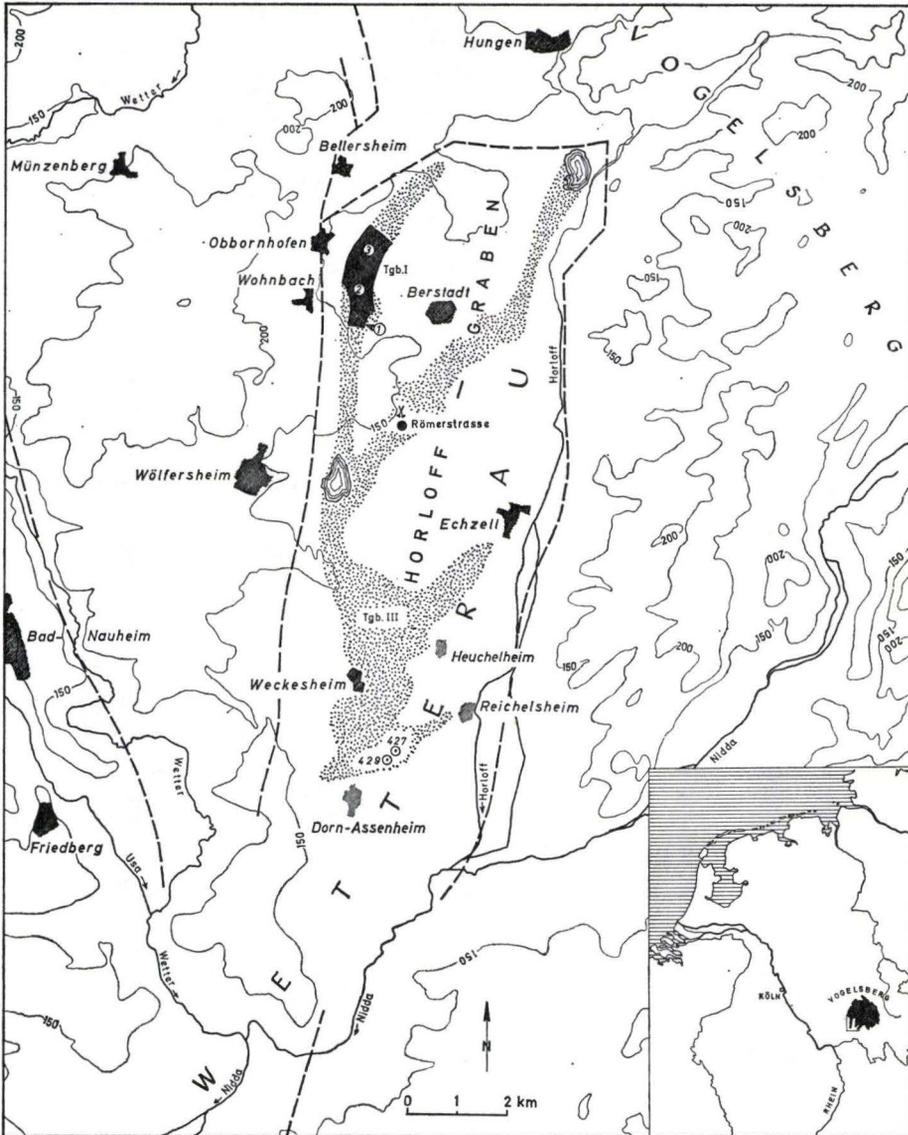


Abb. 1. Lage des Untersuchungsgebietes.

Punktierung: Hauptverbreitung der oberpliozänen Braunkohle nach JANOSCHEK (1970).

Nr. 1: Aufnahmebereich des Deckgebirges bei JANOSCHEK.

Nr. 2: Eigener Aufnahmebereich 1967/68.

Nr. 3: Eigener Aufnahmebereich 1970.

Schacht Römerstraße: Fundbereich der oberpliozänen Säugerfauna (TOBIEN 1952, 1970).

Schacht Römerstraße und Bohrung 427 sowie 429: Pollenanalytische Untersuchungen durch LESCHIK (1956).

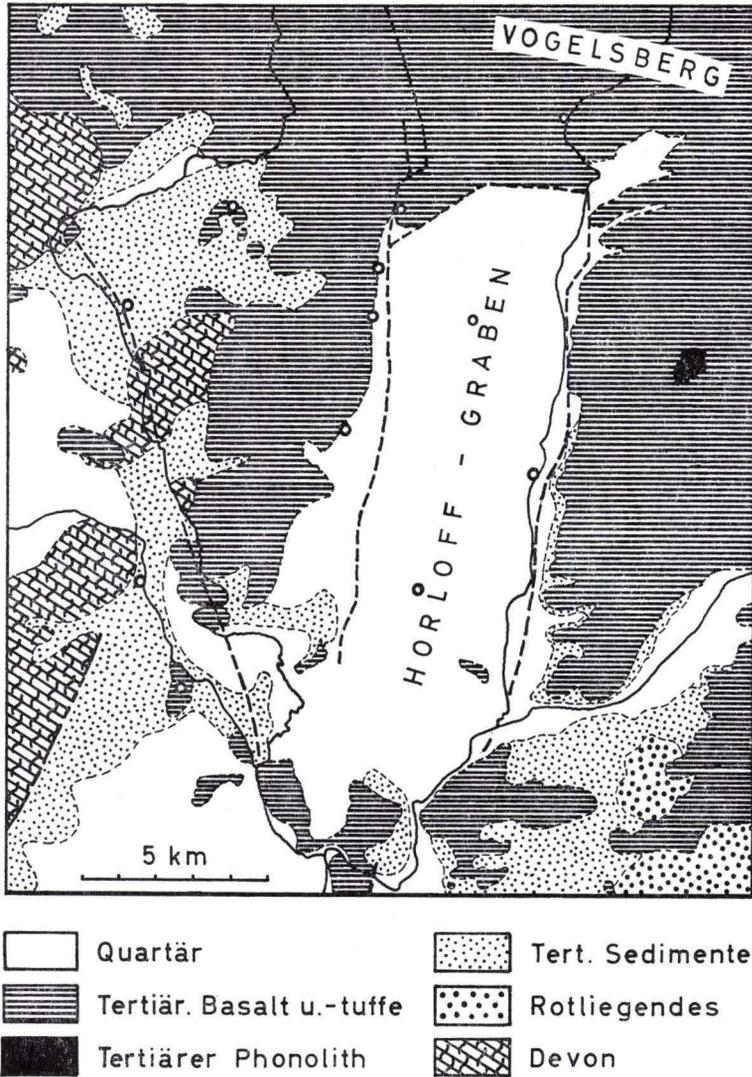


Abb. 2. Geologische Karte (nach der Geologischen Übersichtskarte von Hessen 1 : 300 000, Wiesbaden 1960).

schichten sogar noch etwas älter eingestuft. LESCHIK kommt deswegen im Vergleich zu den Vorkommen im deutsch-holländischen Grenzgebiet sowie zu dem von ihm ebenfalls untersuchten Lager von Hühnfeld zu einer Einordnung der Wetterau-Braunkohle in ein älteres Reuverium, wobei die Pollenflora mit der von Wallensen im Hils übereinstimmt. Auch JANOSCHEK (1970) unterstellt eine Lücke zwischen Kohle und Tertiär/Quartär-Grenze.

Nach DIEHL (1930) lagern über der Braunkohle bunte, vorwiegend graue und — besonders unten — braune Tone, die von Löß abgedeckt werden. Wegen des bis 35 % umfassenden Anteils an Eisenspat wird der Ton von DIEHL als „Sideritton“ bezeichnet. In ihm tritt der Eisenspat in Kugeln (etwa 0,06 mm ϕ), kleinsten Einzelkristallen, größeren Stücken in Graupenform und noch größer in Knollen und schließlich sogar bankig auf.

Zwischen diesem weit durchhaltenden Sideritton und der Braunkohle im Liegenden ist nach DIEHL z. T. ein etwa 1 m mächtiger, als sekundäre Bleichzone (unter dem Einfluß der liegenden Torfe) gedeuteter Horizont ausgebildet. Ähnliche helle Tone wurden im Tagebau Weckesheim wiedergefunden und von uns als „Hellgrauer Ton“ bezeichnet. Hingegen faßt JANOSCHEK (1970) eine durch Zersetzung der obersten Braunkohle bedingte Veränderung, die bis zur Eindeckung durch den Sideritton anhielt, als Bleichzone auf.

Der Sideritton wird von LESCHIK pollenanalytisch in das Pleistozän eingestuft. Hangende torfige Lagen in den Bohrungen von Weckesheim gehören nach ihm ebenfalls quartären Warmzeiten an. JANOSCHEK (1970) ordnet den Sideritton in die Praetiglium-Kaltzeit und die hangenden Tone in die Tiglium-Warmzeit ein.

Die skizzierte Folge über der Braunkohle entspricht dem hier als „Tonig-schluffige Hangendschichten“ bezeichneten Abschnitt. In den Sideritton älterer Angaben scheinen bisweilen hangende Schichten einbezogen zu sein. Bei unseren Aufnahmen im Gelände war es jedenfalls anfangs nicht möglich, eine an sich nötige Trennung in ein tieferes und ein höheres Glied durchzuführen.

2. Ausbildung der Schichten

(BOENIGK, SCHIRMER, STREIT, BRUNNACKER)

Nachfolgend werden die Profilaufnahmen gebracht, die zumeist 1967 und zusätzlich 1970 durchgeführt wurden. Zur Vervollständigung sind Angaben von JANOSCHEK (1970), die einem Abbaustand um 1965 entsprechen, einbezogen.

Die Geländebefunde werden durch Laboratoriumsuntersuchungen ergänzt. Leider war es nicht möglich, das gesamte Profil systematisch u. a. auf pflanzliche und tierische Kleinreste zu behandeln. In den zur Profilbeschreibung gehörigen Abb. 6—10 sind der Übersichtlichkeit wegen nur Nummern solcher Proben eingetragen, in denen Pollenführung nachzuweisen war oder aus denen petrographische Daten, die über Routineuntersuchungen hinausgehen, vorliegen.

2. 1. Tagebau Wohnbach, Stand 1967

Im Tagebau Wohnbach wurde 1967 zur Entwicklung eines Grundprofils eine Reihe von Einzelprofilen aufgenommen (Abb. 4), die durch Detailprofile ergänzt wurden. Die Aufnahme über Einzelprofile war, wegen sehr unübersichtlicher Lagerungsverhältnisse nötig (vgl. Abb. 5).

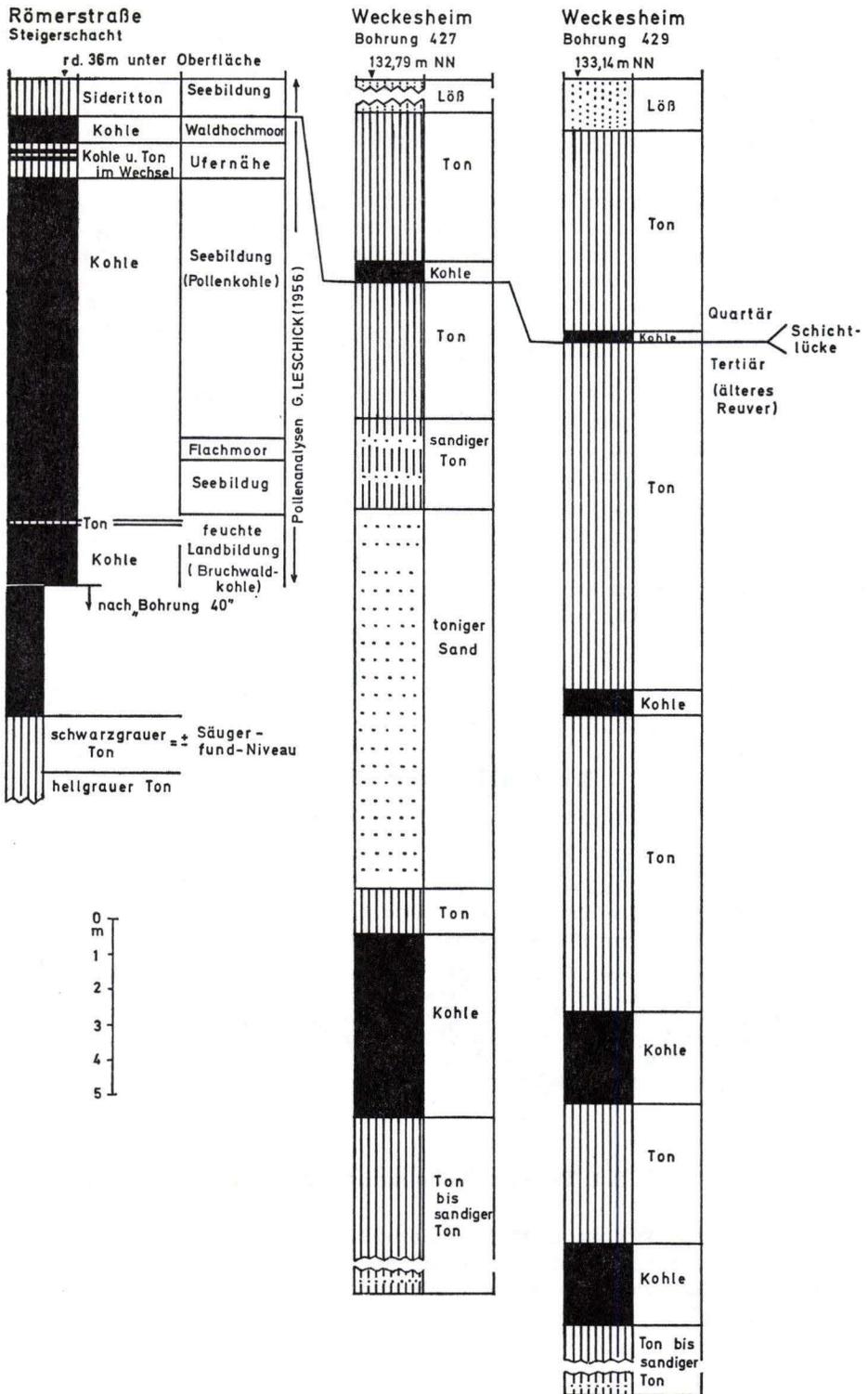


Abb. 3. Geologischer Aufbau der durch LESCHICK (1956) bearbeiteten Pollenprofile des Oberpliozäns.

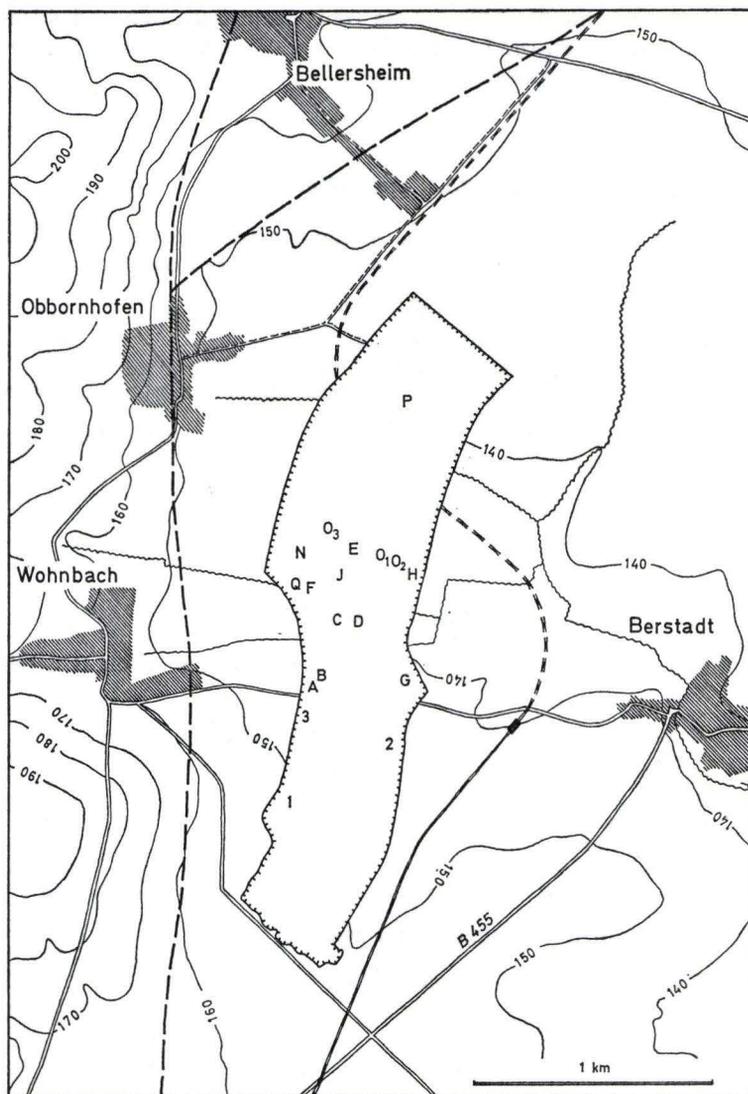


Abb. 4. Lagesituation der Braunkohlengrube Wohnbach mit Position der nachfolgend behandelten Einzelprofile.

Nr. 1 — 3: JANOSCHEK (1970):

Nr. 1 = Flöz-Normalprofil,

Nr. 2 = Sideritton-Normalprofil,

Nr. 3 = Normalprofil der Hangend-Tone.

A — Q: Eigene Aufnahme.

Die nachfolgenden Profilbeschreibungen beginnen mit dem Liegendton (Prof. A). Darüber folgen die Braunkohle (Prof. B) und die Tonig-schluffigen Hangendschichten (Prof. C, D, E, tieferer Teil von F). Die Löß-Deckschichten (höherer Teil von Prof. F sowie E, G, H) werden gesondert besprochen.

2.1.1. Liegendton

Vom Liegendton war in einer durch den Abbau angeschnittenen flachen Aufwölbung nur der oberste Teil erschlossen. Im tieferen Untergrund soll Basalt lagern.

Profil A: Tiefste Abbausohle, SW-Ecke (Stand Mai 1976), Abb. 6

Nr.	cm*	Hangendes: Braunkohle (Prof. B)
3	300	Ton, schwach schluffig, grau, nach oben zunehmend humos
2	40	Ton, schwach schluffig, grünlich-dunkelgrau, humos, mit Lagen von Pflanzenhäckseln und Holzresten
1	300	Ton, schwach schluffig, grünlich-dunkelgrau, reich an pflanzlichem Detritus, Holzreste

Liegendes nicht erschlossen.

2.1.2. Braunkohle

Die den Liegendton überdeckende Braunkohle zeigt den in Prof. B beschriebenen Aufbau.

Profil B: Tiefste Abbausohle, SW-Ecke (Stand Mai 1967), Abb. 7

Nr.	cm*	Hangendes: Ton, graurot (Prof. C)
9	300	Braunkohle
8	20	Ton, grau
7	40	Braunkohle
6	50	Ton, grau
5	60	Braunkohle, dazwischen 10 cm grauer Ton (seitlich auskeilend)
4	25	Ton, grau
3	30	Ton, braun, mit Braunkohle im Wechsel
2	5	Ton, grau
1	170	Braunkohle, basal Stubben in situ

Liegendes: Ton (Prof. A)

2.1.3. Tonig-schluffige Hangendschichten

Die Tonig-schluffigen Hangendschichten sind, wie die sie überlagernden Löß-Deckschichten und holozänen Bachablagerungen, stark untergliedert. Sie werden normalerweise durch den Sideritton eingeleitet. Darüber lagern weitere, zumeist feinkörnige Sedimente, die, zu Einheiten zusammengefaßt, nach charakteristischen Merkmalen benannt werden.

* In den folgenden Profilen: Mächtigkeit in Zentimetern.

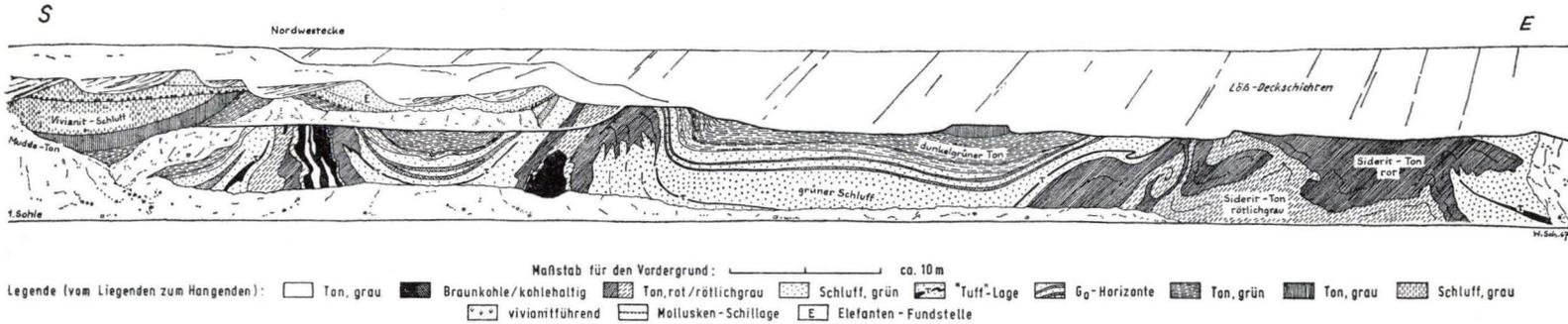


Abb. 5. Lagerungsform der Braunkohle und ihres Hangenden in der Grube Wohnbach (Tgb. I, 1. Sohle, NW-Ecke, Abbaustand Mai 1967).

In der linken Bildhälfte sind zwei Diapire zu erkennen, in deren Kern Liegendton und Braunkohle auftreten. Der Diapirkern der rechten Bildhälfte erschließt Sideritton. Dazwischen liegen muldenförmig die hangenden Sedimente: Über der Braunkohle folgen rötlichgrauer und roter Sideritton, dann grüner Schluff, im tieferen Teil mit einem „Tuff“-Band (T), im höheren Teil mit zwei Gro-Horizonten. (Zwischen beiden Gro-Horizonten ist an anderer Stelle eine Rinne mit Schlufffüllung eingeschaltet.) Nach oben folgt eine Tonserie aus hellgrünem, schluffigem Ton, dunkelgrünem Ton und abschließendem Muddeton (letzterer ist vor allem links zu erkennen und als Rest in der Mulde der Bildmitte erhalten). Der folgende vivianitführende Schluff wird (im linken Bildteil) diskordant von einem grünen Schluff mit basaler Geröll-Lage geschnitten. Über einer diskordant lagernden Molluskenschill-Gerölllage folgt grünlicher Schluff, aus dem ein Elefantenfund (E) stammt.

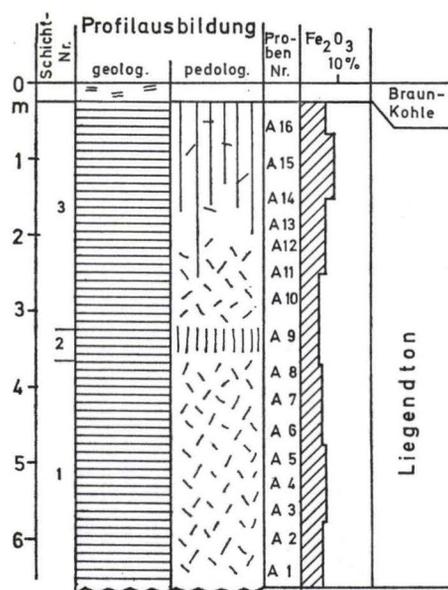


Abb. 6. Profil A: Liegendton der Braunkohle. Profilsignatur bis einschließlich Abb. 11 in Anlehnung an die Vorschläge der Lößkommission der INQUA.

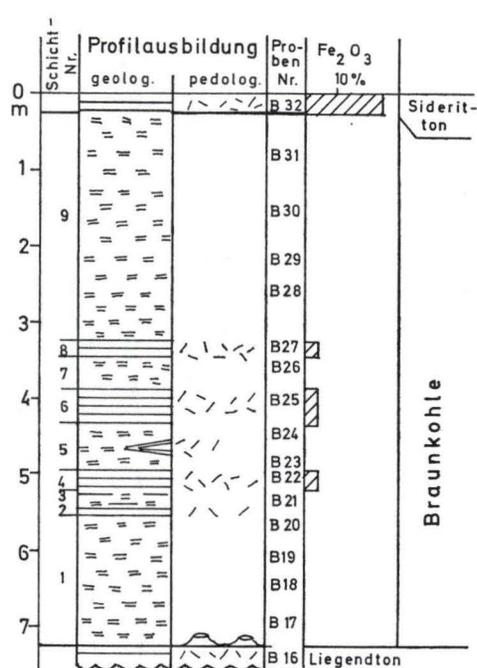


Abb. 7. Profil B: Braunkohle.

Profil C: Obere Abbausohle, Mitte N-Wand (Stand Mai 1967), Abb. 8

Nr.	cm*	Hangendes: Ton (Prof. D)
9	50	Lehm, schluffig, rostbraun, sehr schwach kalkhaltig, oben Molluskenschill
8	150	Schluff, tonig, grünlichgrau, stark braunfleckig, sehr schwach kalkhaltig, mit etwas Kleinkies
7	150	Schluff, tonig, olivgrau, mit tuffartigen Schmitzen, sehr schwach kalkhaltig
6	20	Lehm, stark sandig, schwarzgrau, giftgrün gefleckt, zuweilen konglomeratish („Tuff“ ?)
5	100	toniger Schluff, grünlichgrau, schwach kalkhaltig
4	50	Ton, sandig, rötlichbraun, graufleckig, bes. an der Basis geröllführend
3	70	Ton, grau, rotstichig, oben schwach rostfleckig
2	10	Ton, humos, braunschwarz, schwach rotfleckig
1	30	Ton, grau, schwach rötlich

Liegendes: Braunkohle (Prof. B)

Der rötlich gefärbte Ton Nr. 1—4 ist der Sideritton bisheriger Geländeansprache. Wie bereits die Körnungverteilung in Abb. 8 zeigt, ist dieser Horizont unterteilt: „Tieferer“, toniger (Nr. 1—3) und „Höherer“, sandig-lehmiger (Nr. 4) Sideritton. An das höhere Glied schließt im Hangenden ohne erkennbaren Hiatus ein grünlich-grauer Schluff, Nr. 5, an. Diese beiden Schichten, Nr. 4 und 5, werden zu einer selbständigen Einheit zusammengefaßt. Da deren Liegendes (Nr. 1—3) profilmorphologisch das markantere Glied darstellt, wurde diese Einheit als „Höherer“ Sideritton ausgliedert.

Darüber folgt schluffiges Material, das oben durch einen Go-Horizont (Gley) abgeschlossen wird: Nr. 6 — 9 = „Grüner Schluff“.

Profil D: Obere Abbausohle, Mitte N-Wand (Stand Mai 1967), Abb. 9

Nr.	cm *	Hangendes: Schluff (Prof. F)
6	150	Ton, dunkelgrau, humos (Mudde)
5	100	Ton, schluffig, graugrün, Rostabscheidungen entlang Fugen
4	50	Schluff, tonig, olivbraun, grau marmoriert (entspricht „oberer Gro-Horizont“ in Abb. 5)
3	300	Schluff, tonig, im Wechsel schwarzgrau, grünlichgrau und olivgrau, sehr schwach kalkhaltig
2	20	Lehm, schluffig, rötlichbraun, sehr schwach kalkhaltig
1	50	Ton, schluffig, grauschwarz, humos (Mudde)

Liegendes: unter Erosionsdiskordanz: Grüner Schluff bis Sideritton

Eine in den Grünen Schluff und darunter noch in den Sideritton einerodierte Rinne ist mit Schluff gefüllt, an dessen Basis eine Mudde liegt: Nr. 1 — 3 = „Rinnenfüllung“.

Darüber folgen, eingeleitet durch grünlichen Schluff, grüne Tone, oben muddeartig: Nr. 4 — 6 = „Muddeton“.

Profil F, tieferer Teil: W-Wand (Stand Mai 1976), Abb. 10

Nr.	cm *	Hangendes: Löß und Schwemmlöß (Prof. F, höherer Teil)
11	20	Torf, schluffig, schwarzbraun
10	20	Seekreide, tonig, weißgrau, mit Mollusken
9	110	Schluff, sandig, grünlichgrau, mit schwarzgrünen Flecken, kalkreich, z. T. dünnblättrig geschichtet
8	5	Feinsand, grau, violettstichig
7	50	Schluff, sandig, grünlichgrau, kalkreich, z. T. dünnblättrig geschichtet
6	100	Schluff, stark sandig, grünlichgrau, mit schwarzgrünen Flecken, kalkreich, z. T. dünnblättrig geschichtet
5	40	Schluff, humushaltig, kalkreich, schwarzbraun, viel Molluskenschill, Holzreste
Erosionsdiskordanz (schwach)		
4	100	Schluff, tonig, kalkhaltig, dunkelgrau, mit großen rostbraunen Flecken (bis 20 cm ϕ), an der Basis örtlich Geröll-Lage mit schwachen Verwürgungen
Erosionsdiskordanz		
3	300	Schluff, tonig, schwarzgrau bis blauschwarz, bes. im mittleren Teil reich an Vivianit (bis einige mm ϕ)
2	75	(bis 150) Ton, schwärzlich grau (Mudde)
1	75	(bis 150) Ton, schluffig, dunkelgrün

Liegendes: Muddeton nach unten fortsetzend

Im Liegenden ist der Muddeton erfaßt: Nr. 1 — 2. Darüber folgt Schluff mit reichlicherer Vivianitführung, der als „Vivianitschluff“ bezeichnet wird: Nr. 3.

Über einer ausgeprägten Erosionsdiskordanz lagern weitere, z. T. humose und sandige Schluffe mit hohem Kalkgehalt. Abgeschlossen wird der Horizont durch Seekreide und torfiges Material. Der gesamte Abschnitt wird wegen des Fundes von Resten eines Elefanten (in Nr. 6) als „Elefantenlager“ bezeichnet. Es ist jedoch zweckmäßig, den Horizont in einen „Tieferen Teil“ (Nr. 4) und einen „Höheren Teil“ (Nr. 5 — 11) zu gliedern. Zum Höheren Teil gehört möglicherweise noch bis 50 cm Schluff, welcher ganz lokal dem Torf auflagert. Außerdem folgen über der hangenden Erosionsdiskordanz noch bis 10 cm Mudde, die vielleicht ohne größere Zeitlücke an das Liegende anzuhängen sind. Jedoch konnten Einzelheiten wegen Verstoß nicht mehr geklärt werden.

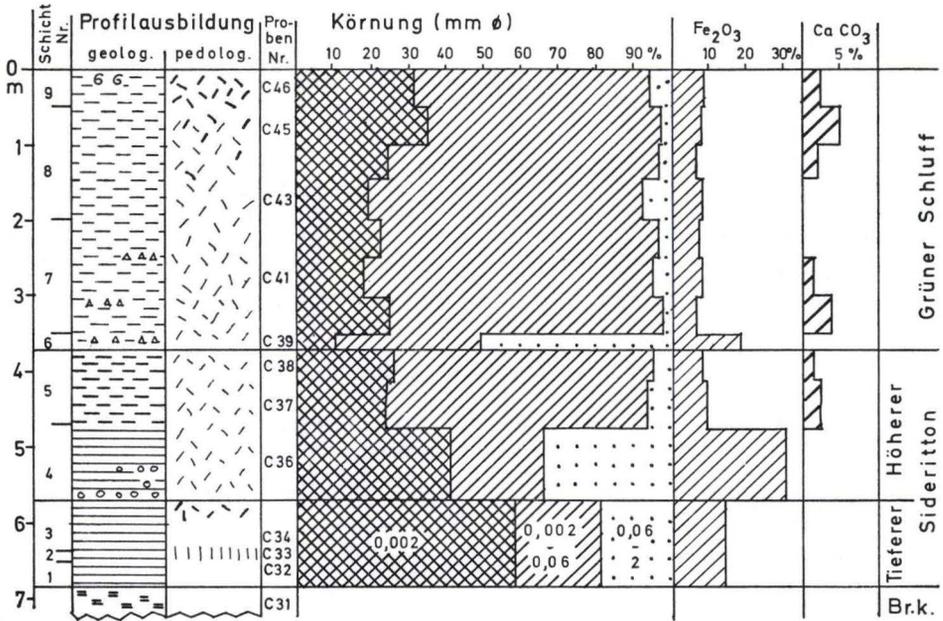


Abb. 8. Profil C: Sideritton bis Grüner Schluff.

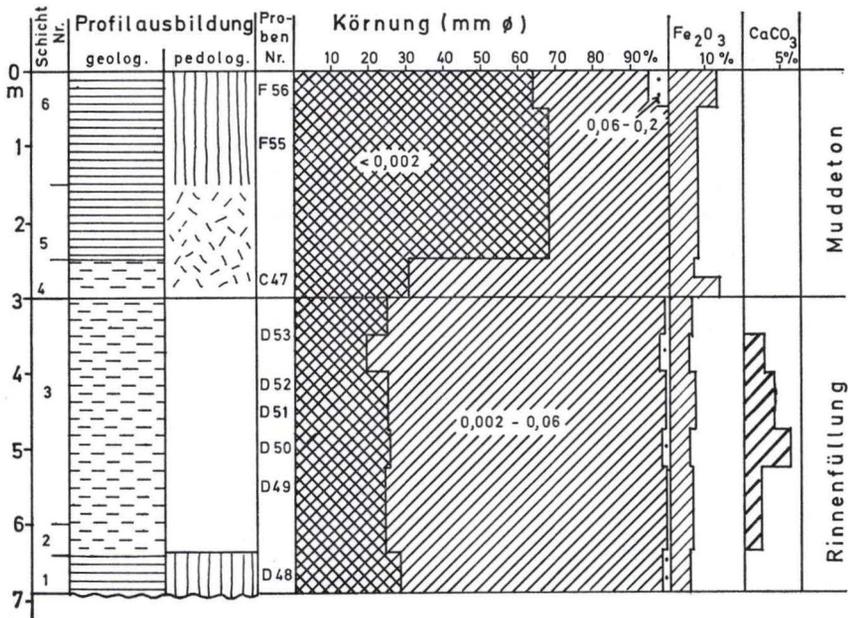


Abb. 9. Profil D: Rinnenfüllung bis Muddeton.

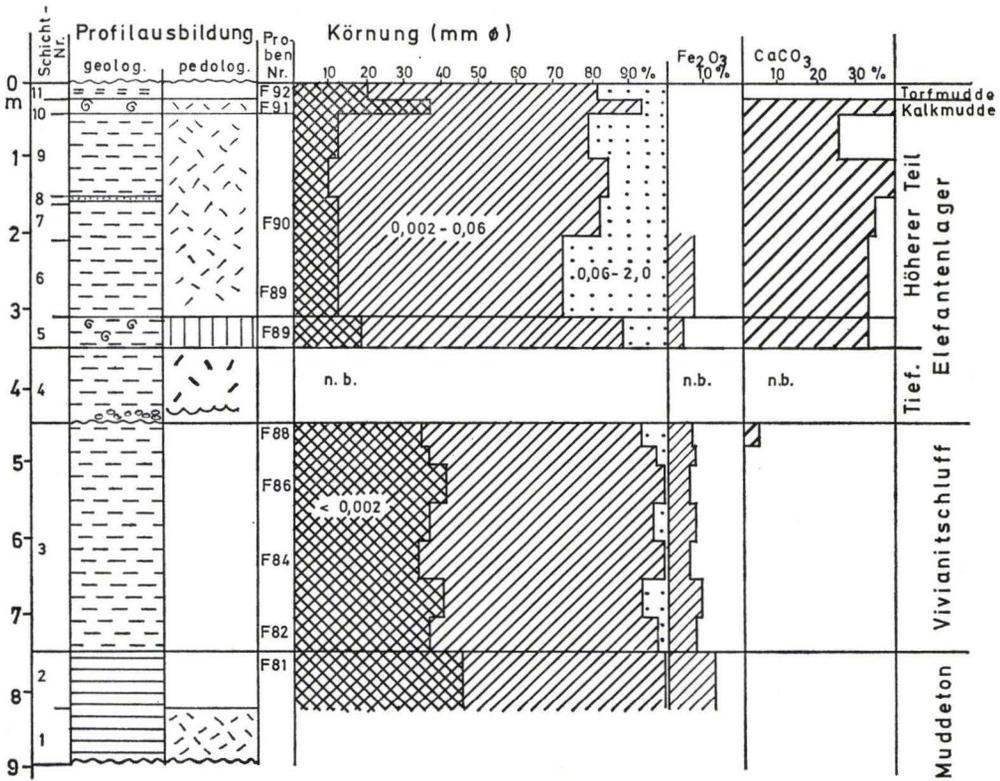


Abb. 10. Profil F; tieferer Teil: Muddeton bis Elefantenlager.

In den meisten der breiteren Mulden zwischen den Diapiren ist die Folge vom Sideriton bis zum Vivianitschluff gut zu rekonstruieren (Abb. 5). Der als Elefantenlager bezeichnete Horizont war jedoch nur als kleines, von Erosion verschontes Relikt vorhanden. Damit ergibt sich folgende Einteilung der Tonig-schluffigen Hangendschichten:

Nr.	Hangendes: Löß-Deckschichten, über Erosionsdiskordanz, (Abb. 11)		
7 b	Elefantenlager, Höherer Teil	Prof. F	Nr. 5 — 11 (Abb. 10)
7 a	desgl. Tieferer Teil	Prof. F	Nr. 4 (Abb. 10)
Erosionsdiskordanz			
6	Vivianitschluff	Prof. F	Nr. 3 (Abb. 10)
5	Muddeton	Prof. D	Nr. 4 — 6 (Abb. 9)
4	Rinnenfüllung	Prof. D	Nr. 1 — 3 (Abb. 9)
3	Grüner Schluff	Prof. C	Nr. 6 — 9 (Abb. 8)
2	Höherer Sideriton	Prof. C	Nr. 4 — 5 (Abb. 8)
1	Tieferer Sideriton	Prof. C	Nr. 1 — 3 (Abb. 8)

Liegendes: Braunkohle (Abb. 7)

Die Haupterosionsdiskordanz in den Tonig-schluffigen Hangendschichten liegt über dem Vivianitschluff. Eine weitere zieht über dem Elefantenlager hinweg.

2.1.4. Deckschichten

Die Deckschichten wurden nur soweit untersucht, als sie zur Festlegung des Mindestalters der unterlagernden Tonig-schluffigen Hangendschichten bedeutsam sind.

2.1.4.1. Löß - Deckschichten

Die Aufnahme der Einzelprofile mußte ebenfalls zwischen die Diapire gelegt werden; denn nur hier ist eine relativ komplette Abfolge zu erwarten.

Im Prof. E wurde folgender Aufbau gefunden (Abb. 11):

Profil E: N-Wand (Stand Mai 1967)

Nr.	cm*	Hangendes: Geländeoberfläche (140 m über NN)
23	70	Lehm, tonig-schluffig, dunkelbraun, kalkhaltig
22	20	Lehm, tonig-schluffig, bläulich-schwarzgrau, vertikale Roströhren
.....		
21	45	Lehm, schluffig-tonig, dunkelblaugrau, brockig, entlang Gefügeflächen und Wurzelgängen Roströhren
20	10	Lehm, schluffig, grau, rostfleckig, Kalkkonkretionen (bis 1 cm ϕ)
.....		
19	30	Lehm, schluffig, grau und braun marmoriert
18	70	Lehm, schluffig-tonig, braungrau, grau- und rostfleckig, Kalkkonkretionen (bis 1 cm ϕ)
17	60	Schluff, tonig und sandig, oben schwach kalkhaltig, blaugrau, Kalkpseudomyzel, Obergrenze schwach kryturbat gestört
16	110	Lehm, sandig, grauschwarz, z. T. rotbrauner Ton (umgelagerter Sideriton), an der Obergrenze Eiskeil ansetzend
.....		
15	25	Schluff, sandig, olivgrau, kalkhaltig, plattiges Gefüge
14	45	Schluff, blaugrau, plattiges Gefüge, auf den Gefügeflächen Rostausscheidungen
13	25	Schluff, schwach sandig, braun und grau marmoriert, kalkhaltig, plattiges Gefüge
12	40	Schluff, sehr schwach sandig, helbraungrau, schwach grau- und rostfleckig, kalkhaltig, plattiges Gefüge
11	20	Schotter, lehmig-sandig, rostbraun, oben kryoturbat gestört
.....		
10	70	Schluff, hellbraungrau, kalkhaltig, oben Roströhren (bis 1 cm ϕ), in der Mitte 15 cm starke rostbraune Lage mit Geröllen
9	20	Schluff, tonig und sandig-kiesig, rostbraun und grün gefleckt
8	60	Lehm, stark tonig, grünlichgrau, sehr schwach kalkhaltig, mit rostbraunen Schlieren
7	30	Lehm, schluffig-sandig, kiesig, rostbraun
.....		
6	20	Löß, hellbraungrau, violettstichig, mit Roströhren (bis 2 cm ϕ), nach oben in Rostschlieren übergehend
5	20	Löß, hellbraungrau, violettstichig, schwache Rostflecken
4	35	Löß, hellbraungrau, violettstichig, kalkhaltig, mit Rostschlieren
3	70	Löß, hellbraungrau, violettstichig, kalkhaltig, mit Roströhren (bis 5 cm ϕ)
2	30	Lehm, schluffig, sehr stark sandig, braungrau, kalkhaltig, im höheren Teil einige Roströhren
1	130	Schluff, Sand und lehmiger Kies im Wechsel, schwach kalkhaltig, hellbraungrau bis braun, rostfleckig, örtlich Fe-Mn-Konkretionen, Mollusken

Liegendes: Ton, dunkelgrau

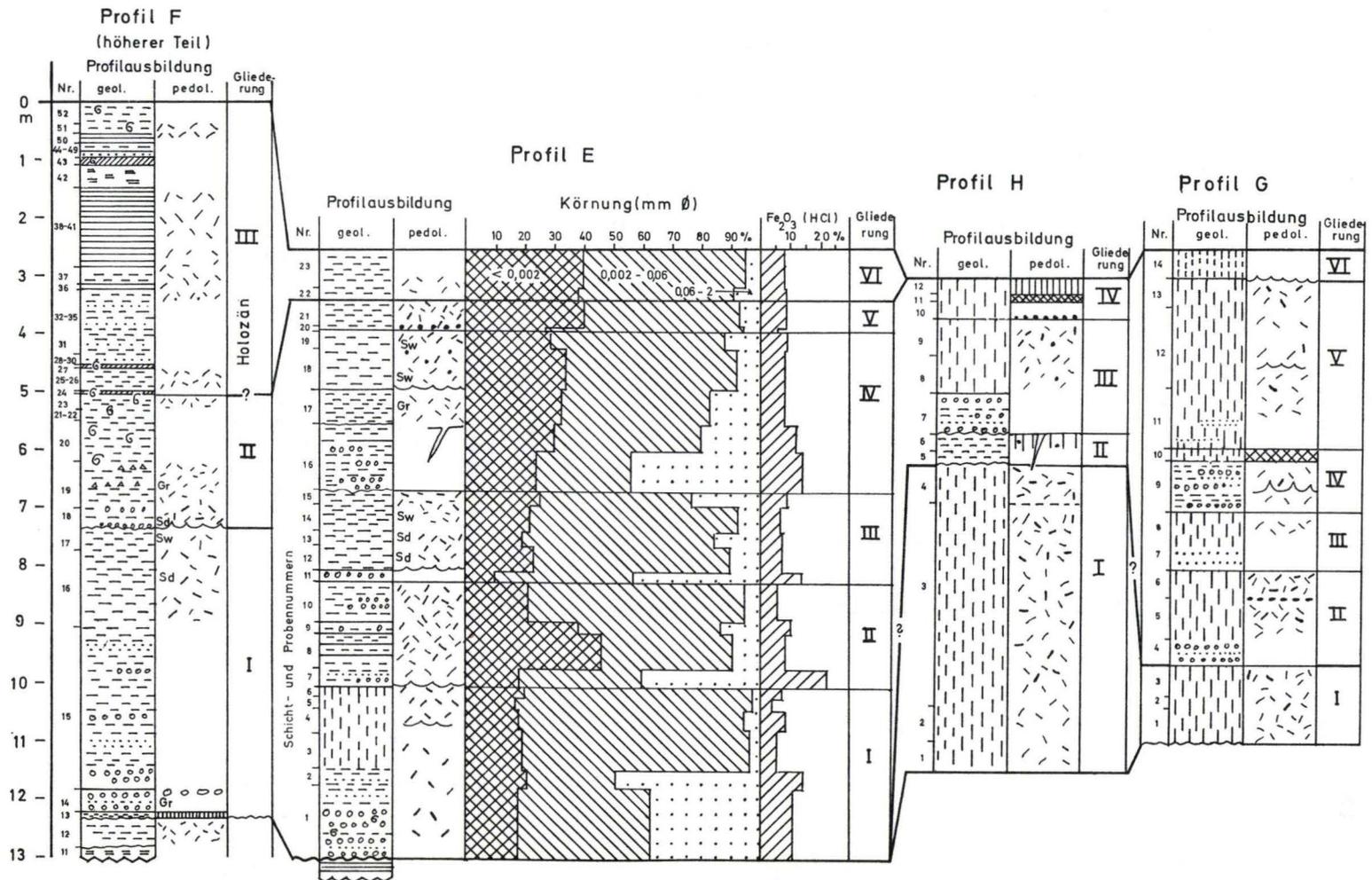


Abb. 11. Löß-Deckschichten.

Jungtertiär und Quartär im Horloff-Graben/Vogelsberg

Das Prof. E (Abb. 11) ist in 6 Schichten aufgegliedert (I—VI), womit jedoch weitere Unterteilung nicht ausgeschlossen ist. Das oberste Glied (VI) steht als Kolluvium in Verbindung mit den holozänen Bachablagerungen, die von Wohnbach nach E verlaufen (vgl. Prof. F höherer Teil, Abb. 11), und bleibt außerhalb der Behandlung.

Die Glieder I bis V werden jeweils durch eine sandig-kiesige Lage eingeleitet, die nach oben in zumeist verschwemmten Löß übergeht. Darin deutet sich die Position in der großen Reliefdepression des Horloff-Grabens und im einzelnen möglicherweise zwischen sich noch immer aufwärts bewegendem Braunkohle-Diapiren an. Dementsprechend sind die Decken infolge Wassereinfluß vergleyt. Soweit Bodenreste überliefert sind, handelt es sich um Gleye.

Die Analyse des HCl-löslichen Eisens brachte für das kalkhaltige Lößmaterial Werte, die etwa doppelt so hoch liegen wie z. B. im Neuwieder Becken (vgl. BRUNNACKER et al. 1969). In Horizonten mit höherem Anteil an gröberklastischem Lokalmaterial können die Fe-Gehalte erheblich weiter ansteigen. Insgesamt zeigt sich darin eine Zulieferung aus der Umgebung mit Basalt und dessen Verwitterungsprodukten (z. B. Basalteisenstein) an. Eine engere Beziehung des Gesamteisens zu den pedogenen Erscheinungen ist hingegen nicht erkennbar.

Im Prof. H ist folgender Aufbau vorhanden (Abb. 11):

Profil H: NE-Ecke (Stand Mai 1967)

Nr.	cm *	Hangendes: Geländeoberfläche (139 m über NN)
12	30	Humoser Ackerboden
11	10	Lehm, graubraun, mit rötlichen Tontapeten auf Gefügeflächen, kalkfrei
10	30	Löß, hellbraungrau, an der Basis Lößkindel-Anreicherungen
.....		
9	65	Schluff, kalkhaltig, hellbraungrau, in vertikalen Bahnen rostig und grau gefleckt, einzelne Lößkindel
8	65	Schluff, lehmig, braungrau mit vertikalen rostigen und grauen Streifen, mm-große braune Fe-Mn-Konkretionen und weiße Kalkkonkretionen
7	70	Schluff, Sand und Kies im Wechsel, sehr schwach kalkhaltig, rostgebändert
.....		
6	30	Lehm, schluffig, schwach humos, dunkelgrau, kleine Kalkkonkretionen, Eiskeil (vom Hangenden gekappt)
5	20	Schluff, lehmig, grüngrau, als Rinne in 4. eingreifend
.....		
4	70	Schluff, lehmig, hellbraungrau, graugrün und rostig gefleckt
3	350	Schluff, lehmig, hellgraubraun bis hellbraun, tiefe vertikale graue, rostgesäumte Entfärbungsbahnen
2	60	Schluff, lehmig, rostigbraun, einzelne graue unregelmäßige Flecken
1	50	Schluff, hellbraun, schwach grau und rostig gefleckt

Liegendes: umgelagertes Material eines Diapirkerns

Das Prof. H wird ebenfalls in mehrere Glieder unterteilt. Davon zeigt das zweite von oben (III) die in Prof. E beschriebene Einleitung durch verschwemmten Kies und Sand und darüber von vergleytem Lößlehm, der oben etwas aufgekalkt ist. Das oberste Glied besteht aus Löß.

Das unterste Glied (I) wird aus lehmigem Schluff aufgebaut, der durch einen sehr kräftigen Pseudogley überprägt ist. Überlagert wird er durch etwas humoses Material (II), wie es an der Basis eiszeitlicher Löß-Deckschichten am Rande und in Reliefdepressionen vorkommen kann. Ob das Ausgangsmaterial des Schichtgliedes I ein Staublehm

war, wie er im Alpenvorland allgemein und nördlich davon häufiger in älteren Schichten der Periglazialprofile vorkommt, bleibt offen. Bemerkenswert ist jedoch die sehr kräftige pedogene Überformung durch den Pseudogley.

Der Ausprägungsgrad dieses Bodens entspricht dem von Niederaußem am Niederrhein, wo er aus Schluffen entstanden ist, welche eine vorerst als OMT2 (neuerdings als MTIIb) bezeichnete Terrasse aufbauen (HELLER & BRUNNACKER 1966). Von diesem Ausprägungsgrad zu dem als Riesenboden klassifizierten Pseudogley der Zgl. STROBEL in Regensburg ist kein weiter Weg (vgl. BRUNNACKER 1964).

Der Aufbau des Prof. G zeigt ähnliche Züge wie Prof. E, jedoch ist der Lößcharakter des Materials durchlaufend zu erkennen (Abb. 11).

Profil G: E-Wand, 100 m nördlich der ehemaligen Straße Berstadt—Wohnbach (Stand Mai 1967)

Nr.	cm*	Hangendes: Geländeoberfläche (140 m über NN)
14	50	Löß, hellbraungrau, Kryoturbationen
13	50	Lehm, schluffig, grau und braun marmoriert, mm-große Fe-Mn-Konkretionen
12	140	Lehm, schluffig, hellgraubraun, mit vertikalen grauen und rostigen Streifen, sehr schwache Kryoturbationen an der Untergrenze
11	100	Lehm, schluffig, dunkelbraun, schwach grau und rostfleckig, nach unten zunehmend helle Feinsand-Schmitzen eingelagert
10	20	Lehm, schluffig, graubraun, schwach rötliche Tontapeten auf Gefügeflächen, vertikal gezogene graue, rostig gesäumte Flecken
9	90	Schluff, graubraun, schwach grau- und rostfleckig, mit Sand und Kies wechsellagernd, kräftig kryoturbar vermengt
8	60	Lehm, schluffig, hellgraubraun, graufleckig
7	40	Mittel- bis Grobsand, schwach lehmig, dunkelbraun
6	50	Lehm, schluffig, graubraun, rost- und graufleckig, an der Basis Lößkindel-lage
5	70	Lehm, schluffig, grau und schwach braun marmoriert
4	40	Sand und Kies, lehmig, rostbraun
3	60	Lehm, schluffig, kalkhaltig, grau, schwach roststreifig
2	20	Schluff bis Feinsand, kalkhaltig, helloliv
1	60	Lehm, schluffig, hellblaugrau

Im Prof. G werden die Glieder II—V durch Verschwemmungslagen eingeleitet. Schichtglied IV enthält an der Obergrenze Reste des Bt-Horizontes einer Parabraun-erde. Glied VI besteht aus kalkhaltigem Löß. Auch hier nimmt Glied I möglicherweise eine Sonderstellung ein.

Gliederung der Löß-Deckschichten:

Die behandelten Profile zeigen so eigenständige Züge, daß sie sich nicht eindeutig untereinander verknüpfen lassen und damit selbstverständlich auf die übliche Weise auch für eine Deckschichtengliederung ungeeignet sind. Man kann aber Größenordnungen erkennen. So liegen die behandelten Deckschichten über einer Erosionsdiskordanz, welche die Grenze zu den unterlagernden Tonig-schluffigen Hangendschichten bildet. Darüber folgt das Glied I von Prof. H. Die nächstjüngere Abteilung besteht aus Löß-

lehmen, welche im Idealfall durch Schwemmschichten eingeleitet werden. Die sehr häufige Vergleyung als hangender Abschluß läßt sich nicht, da durch die Geländedeposition bedingt, für Gliederungszwecke nutzen. Immerhin ist aber im Prof. G in Glied IV der Rest einer Parabraunerde erfaßt, und die im Prof. E abschließenden recht kräftigen Gro- bzw. Go-Horizonte deuten darauf hin, daß die einzelnen Glieder nicht ganz zufälliger Natur sind, etwa nur als Lokalentwicklungen zwischen Diapiren zu bewerten sind. Darüber lagert, begrenzt auf das oberste eiszeitliche Glied, typischer Löß. Er wird der Würmeiszeit zugerechnet. In der Nachbarschaft wurde in diesem Löß übrigens durch SCHÖNHALS (1959) das Tuff-Band nachgewiesen, das auf eine Eruption im Hochglazial am Mittelrhein (bislang „Kärlicher“ Tuffband, vgl. SEMMEL 1967) zurückgeführt wird. Er wird z. T. von holozänen Bachablagerungen verhüllt.

Daraus ergibt sich einschließlich der noch zu behandelnden jungen Bachablagerungen folgende Gesamteinteilung in lithologisch-pedogenetische Glieder (Abb. 11):

F	E	H	G	
III	VI			Holozäne Bildungen
II	V	IV	VI	Löß-Glied
	IV		V	
	III	III	IV	Lößlehm-Glieder
	II		III	
I	I	II	II	
		I	I ?	Lößlehm ?, extremer Pseudogley als Abschluß Erosionsdiskordanz

z. T. Elefantenlager = Liegendes (Tonig-schluffige Hangendschichten)

Die Lößlehm-Glieder sind wenigstens zwei Eiszeiten zuzurechnen, da im Prof. G eine unterteilende Parabraunerde vorkommt. Im Prof. E können gemäß dem einzelne Glieder (I und II) abschließenden ausgeprägten Gley wenigstens drei eigenständige Deckschichten vorhanden sein. Das hangende Löß-Glied kann ebenfalls einer Eiszeit (der letzten) zugeordnet werden. Da der sehr ausgeprägte Pseudogley im Prof. H (Glied I) in den Deckschichten-Gliedern der Prof. E und G keine Entsprechung findet, wird dessen Einordnung gemäß dem Regensburger Profil diskutabel: Im Profil von Regensburg und einer Reihe weiterer Aufschlüsse lagern als Löß-Deckschichten (je nach Definition) vier oder fünf Glieder darüber (BRUNNACKER et al. 1969). Wenngleich eine so reiche Aufteilung in Wohnbach nicht gesichert ist, so ist sie doch keinesfalls auszuschließen.

Endlich bleibt wegen der zahlreichen kleinen und großen Erosionsdiskordanzen die Frage offen, ob nicht die Ablagerungen des Gliedes I im Prof. H dem ebenfalls sehr isoliert überlieferten Elefantenlager (Prof. F, tieferer Teil) entsprechen. Von der Aufschlußsituation her ist eine Gleichsetzung nicht völlig ausgeschlossen. Die petrographische Ausbildung spricht jedoch dagegen (vgl. Abschn. „Petrographie“ — 4.1.). Weitere, neue Befunde zu den Löß-Deckschichten und eingelagerten Tuffen hat BIBUS (1973) mitgeteilt.

2.1.4.2. Bachablagerungen

Der höhere Teil des Prof. F erfaßt eine rudimentäre Lößfolge und darüber junge Bachablagerungen (Abb. 11):

Profil F, höherer Teil (Fortsetzung von Abb. 10): W-Wand (Stand Mai 1967)

Nr.	cm*	Hangendes: Geländeoberfläche (142,5 m über NN)
52	40	Schluff, tonig, hellbraun, kalkhaltig, einige Schneckengehäuse
51	15	Schluff, hellbraun, rostfleckig, kalkhaltig, einige Schneckengehäuse
50	15	Ton, schluffig, hellbraungrau, kalkhaltig, mit Schneckengehäusen
49	1	Feinsand, grau
48	2	Ton, hellbraungrau
47	1	Feinsand, grau
46	15	Ton, graubraun, schwach kalkhaltig
45	3	Schluff, hellgelb, kalkhaltig
44	3	Ton, graubraun
43	10	Seekreide, hellbraungrau, reich an Schneckengehäusen
42	35	Torf, dunkel- und hellbraun gestreift, kalkhaltig
41	45	Ton, dunkelgrau, humushaltig, kalkhaltig, von vertikalen Pflanzenstengeln durchsetzt
40	10	wie oben, etwas dunkler
30	10	Ton, graubraun, humushaltig
38	75	Ton, dunkelgrau, schwach humushaltig, von vertikalen Pflanzenstengeln durchsetzt
37	25	Schluff, graugrünlichbraun, schwach rostfleckig
36 bis	10	Ton, schluffig, dunkelgraubraun
35	40	Schluff, tonig, hellgrünlichbraun, mit kleinen Kalkkonkretionen
34	2	Feinsand, gelblichbraun, kalkhaltig
33	25	Schluff mit sandigen Einschaltungen, hellbraungrau, kalkhaltig
32	1	Schluff, tonig, graubraun, kalkhaltig
31	40	Schluff mit sandigen Einschaltungen, hellbraungelb
30	5	Grobsand mit etwas Feinkies, hellbraungelb, kalkhaltig
29	5	Grobsand mit etwas Feinkies, hellgelb, kalkhaltig
28	10	Grobsand mit etwas Feinkies, hellbraungelb, kalkhaltig

(Profilsprung)

27	2	Seekreide, grauweiß
26	20	Lehm, schluffig, grünlichgrau, mit dunkelbraunen humosen Streifen, von vertikalen Pflanzenstengeln durchzogen
25	20	Lehm, schluffig, grünlichgrau
24	1	Seekreide, grauweiß
23	30	Lehm, schluffig, grünlichgrau, Schnecken-Schill, von vertikalen Pflanzenstengeln durchzogen
22	20	Lehm, schluffig, braungrau, mit Schneckengehäusen und vertikal stehenden Pflanzenstengeln
21	3	Schluff, hellbraun
20	70	Lehm, schluffig, graubraun, kalkhaltig, mit zahlreichen Schneckengehäusen und vertikal stehenden Pflanzenstengeln
19	80	Lehm, schluffig, grau, mit sandigen, olivgrünen cm-starken Streifen („Tuff“ ?), mit vertikal stehenden Pflanzenstengeln, an der Basis Wasser- austritt, mit starker Ausflockung von Eisenhydroxiden
18	45	Lehm, schluffig, hellbraungrau, grau und braun marmoriert, mit Kieslagen, besonders an der Ober- und Untergrenze
.....?		
17	40	Lehm, schluffig, grau, roststreifig, Obergrenze schwach kryoturbar ver- stellt
16	130	Lehm, schluffig, grau und braun großfleckig marmoriert
15	280	Schluff, hellbraungrau bis braungrau, mit einzelnen Sand- und Kieslagen
14	40	Kies, sandig-schluffig, graugrün, oben Toneisenstein-Konkretionen
13 bis	10	Mudde, schwarz
.....		
12 bis	50	Schluff, grünlichgrau

Liegendes: Prof. F, tieferer Teil (Nr. 1 — 11)

Dieses Profil vermag zur Gliederung der Deckschichten nicht viel beizusteuern. Entweder liegt die Haupterosionsdiskordanz an der Obergrenze von Nr. 12. Darauf legt sich etwas Mudde, womit eine gewisse Ähnlichkeit, wenn auch in stark verkleinerter Form, mit der Rinnenfüllung in Prof. D Nr. 1 (Abb. 9) vorhanden ist. Oder sie folgt erst zwischen Nr. 17 und 18. Der darüber lagernde Schwemmlöß gehört möglicherweise in die letzte Eiszeit. Ferner ist keine eindeutige Abgrenzung gegen das Einsetzen der holozänen Bachfüllung möglich. Auch eventuelle spätglaziale Elemente lassen sich hier nicht fassen. Daß diese z. B. als Laacher-See-Tuff im Bereich des Tagebaues vorkommen, haben ROHDENBURG & MEYER (1968), unter einem als Schwarzerde bezeichneten Boden, nachgewiesen.

Die holozänen Ablagerungen bieten aber immerhin mit ihren Wechsellagerungen von Seekreide, Torf und Schluff ein gewisses Modell für interglaziale Bildungen des Beckens. Inwieweit dieses Bild allerdings durch Abspülvorgänge infolge Rodung seit prähistorischer Zeit modifiziert wird, bleibt offen. Wenigstens die obersten Lagen (Nr. 43 — 52) gehören zu einer weitflächigen kolluvialen Decke, die auch im Prof. E als Deckschicht VI erfaßt ist.

2.2. Tagebau Wohnbach, Stand 1970

Als Beispiel für die inzwischen eingetretenen starken Veränderungen in den Tonig-schluffigen Hangendschichten werden nachfolgend einige Profile gebracht, die bei einem Abbaustand etwa auf Höhe von Bellersheim aufgenommen wurden.

Teilprofil P2: 2. Sohle, N-Wand (Stand Mai 1970), Abb. 12

Nr.	cm *	Hangendes: Stoß-Mitte
12	400	Schluff, gelbbraun, olivstichig, geschichtet, mit Basaltgeröllen
11	35	Schluff, tonig, hellgrau
10	150	Lehm, schluffig, einzelne Gerölle darin
9	200	Lehm aus Basaltmaterial, braun, zersetzte Gerölle bis 3 cm ϕ
8	10	Basalt-Verwitterungsmaterial („Tuff“), grauviolett
7	120	Ton, rotbraun, mit Basaltgeröllen (bis 1 cm ϕ)
6	25	Braunkohle, sehr erdig, seitlich auskeilend
5	60	Ton, graugrün, sehr viele Eisenkonkretionen, grüngelb verwittert (Aufarbeitungshorizont)
4	20	Braunkohle, erdig, schwarzbraun
3	30	Ton, rotbraun, ungeschichtet
2	15	Braunkohle, z. T. sehr tonig, schwarzbraun
1	100	Ton, rötlichbraun, mit Sideritknollen und Basaltgeröllen, schichtungslos, am Kontakt zur liegenden Kohle 10 — 20 cm grauer Verfärbungsraum

Liegendes: Braunkohle

Teilprofil P1: Position wie oben, Abb. 12

Nr.	cm *	Hangendes: Sohle
4	100	Schluff, grau, Vivianitanflüge
3	15	Torf, tonig, schwarz
2	60	Schluff, grau, Molluskenreste vorhanden
1	300	lehmiger Basaltschutt und -gerölle

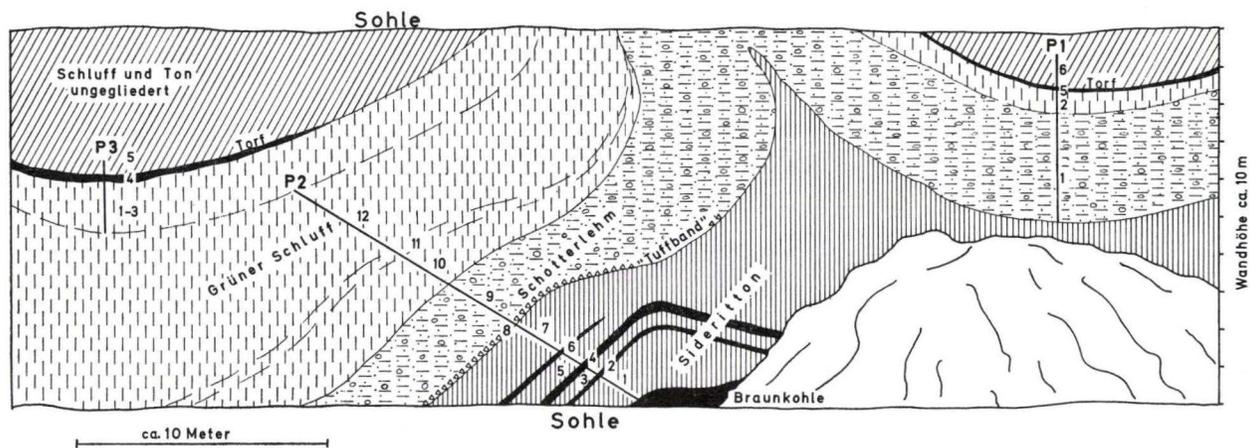


Abb. 12. Detailprofil P2—P1—P3 (leicht schematisiert).
 (Profil P1: anstelle Nr. 5 u. 6 lies 3 u. 4)

Teilprofil P3: Position wie oben (Lage des Profilausschnittes entsprechend Prof. P1, jedoch eine Mulde weiter westlich), Abb. 12

Nr.	cm*	Hangendes: Stoß-Mitte
5	30	Ton, humos, grauschwarz
4	20	Torf, schwarzbraun
3	15	Schluff, tonig, dunkelgrau
2	50	Schluff mit Pflanzenresten und Eisenkonkretionen
1	60	Schluff, dunkelgrau, mit Mollusken- und Pflanzenresten

Liegendes: Grüner Schluff

Die Zuordnung dieser Teilprofile in das zuvor beschriebene Grundprofil des Tagebaues Wohnbach stößt auf erhebliche Schwierigkeiten, wenn vom Sideritton und vom Grünen Schluff abgesehen wird:

	P2	P1
Schluff, ungliedert		4
Grüner Schluff	10 — 12	2 — 3
Geröllreiche Lehme (in Nr. 8 „Tuff“-Material)	8 — 9	1
Höherer (?) Sideritton	5 — 7	
Tieferer (?) Sideritton	1 — 4	

Profil P3: Schluff, oben mit torfiger Lage, darüber Ton (entsprechend P1).

Neben den Schwierigkeiten bei der Identifizierung höherer Horizonte kommen in diesem Aufschlußbereich als weitere Besonderheit torfige Lagen als relativ häufige Zwischenschaltungen vor. Sie setzen bereits im Tieferen (?) Sideritton ein. Wie noch gezeigt wird, kommen ferner im alten Abbaubereich des Tagebaues Wohnbach (Stand 1967/68) lokal torfige Lagen in den Prof. J und N sowie im Tagebau Weckesheim im Prof. L in zumindest ähnlichen stratigraphischen Positionen vor (Abb. 14). Insofern ist also das Profil des Abbaustandes von 1970 kein Einzelfall. Daneben sind jetzt Geröleinschaltungen viel häufiger vertreten.

2.3. Tagebau Wohnbach, Stand 1965

Das von JANOSCHEK (1970) behandelte Normalprofil seines hier interessierenden Siderittones und seiner Hangendtone wurde (aus zwei Teilen zusammengesetzt) südlich unseres Untersuchungsraumes von 1967 aufgenommen (Abb. 4). Demnach zeigt der Sideritton mit rd. 8 m eine relativ große Mächtigkeit, die hier wohl gemäß den Geröleinschaltungen primärer Natur ist. Wie nämlich unsere Aufnahmen gezeigt haben, ist das Material des Siderittones als mobilstes Element zu erheblichen lateralen Verlagerungen zumindest während der Diapir-Bildung befähigt (Abb. 5).

Ohne scharfen Übergang folgen darüber mit etwa 8 m seine „hangenden bunten Tone“, ebenfalls mit Geröleinschaltungen. Grüne Flecken oben im Sideritton sollen den Übergang einleiten. Möglicherweise zeigen diese Flecken den Höheren Sideritton oder den Grünen Schluff an. Gemäß den spärlichen Angaben zur Ausbildung der Schichten sollten ferner in diesen bunten Tönen unsere Rinnenfüllung, vor allem aber Mudde-ton und Vivianitschluff enthalten sein, zumal darüber eine Erosionsdiskordanz folgt. Vom Profilbild her gesehen liegt die Problematik einer Verknüpfung jedoch in der Frage nach den Äquivalenten unseres Höheren Siderittones und Grünen Schluffes;

denn die Verbindung seiner Hangendtone mit Muddeton und Vivianitschluff ist wenigstens in den Größenordnungen zutreffend (Abb. 14). Dieses Profil von JANOSCHEK darf einiges Interesse beanspruchen, weil es eine ganze Reihe von Proben mit Pollenführung enthält.

Gemäß dem allgemeinen Vorkommen von *Fagus* stellt JANOSCHEK (1970) die hangenden Tone insgesamt vor die Waalium-Warmzeit und ordnet den Sideritton einer kühleren Zeit (Praetiglium-Kaltzeit) und die hangenden bunten Tone einer Tiglium-Warmzeit zu.

Bei früherem eigenem orientierendem Besuch war in dem während JANOSCHEKS Bearbeitung zugängigem Aufschlußbereich ebenfalls eine weniger deutliche Differenzierung dieser Schichtenfolge zu erkennen. Allerdings wurden damals nicht systematisch alle Einzelheiten registriert. Im hangenden Löß fiel dessen unterstes Glied durch eine hinsichtlich Mächtigkeit wie Ausprägung extreme Pseudovergleyung auf (vgl. oben).

2.4. Tagebau Weckesheim

Im Tagebau Weckesheim sind die gesamten Hangendschichten der Kohle in ihrer Mächtigkeit stark reduziert und untypisch entwickelt. Zumeist war es möglich, den Sideritton zu identifizieren. Darüber folgende lokale Einschaltungen von basaltischem Sandmaterial und von Schluffen konnten hingegen in keinen engeren Zusammenhang zu Wohnbach gestellt werden. Wesentlich aber ist, daß sich, fast durch den ganzen Aufschluß hindurchhaltend, ein als „Hellgrauer Ton“ bezeichneter Horizont zwischen Braunkohle und Sideritton schiebt (im Prof. L = Nr. 3, Abb. 14). Hier ist also eine echte Ergänzung der erläuterten Abfolge von Wohnbach vorhanden.

Profil L: Tagebau III, N-Wand Mitte (Stand März 1968), Abb. 14

Nr.	cm*	Hangendes: nicht erschlossen: Sohle
19	40	Mudde, schwarzgrau, im unteren Teil Torfband, basale Lage mit bizarr verwitterten Geröllen (Konkretionen?)
18	40	Ton, schluffig, rot, basal rotbraungrau, mit Geröllen, lokal im oberen Teil Holzanreicherung
17	10	Mittelsand, braun, mit Oolithgeröllen
16	60	Ton, schluffig, rotbraun
15	120	Schluff, grauschwarz, humos?, auf Klüften braune Verwitterungsbahnen
14	80	enge Wechsellagerung von dunkelbraunem Sand und Schluff, schwarzgrau, rötlich verwitternd, mit Geröllen, Vivianit und Holz
13	20	Schluff, schwarzgrau, rot verwitternd, mit Vivianit
12	10	Braunkohle
11	20	Sand, dunkelgrünbraun
10	10	Ton, rot
9	40	Schluff, grauschwarz, braun verwitternd, mit Vivianit
8	100	Sand, dunkelgraublau, dunkeloliv verwitternd, Klastika sehr bunt, vivianitführend (Basaltsand?)
7	10	Sand, wie oben, vivianitverbacken, mit Holzlage
6	40	Sand, wie oben, sehr grob und bunt
5	100	Schluff, grauschwarz, braun verwitternd, in der oberen Hälfte Tuffbänder
4	40	Ton, rotbraun
3	160	Ton, weißgrau, weiß verwitternd, im oberen Teil rotbraunfleckig und sandstreifig, im mittleren Teil sandig
2	20	Ton, grauschwarz, Untergrenze scharf
1	40	Braunkohle

Liegendes: Braunkohle der tiefsten Abbausohle

3. Gliederung

Die Geländebefunde von Wohnbach sowie Weckesheim einerseits und im Laboratorium durchgeführte Untersuchungen andererseits gestatten die nachfolgende Gesamtgliederung zu entwickeln (Abb. 14). Die Löß-Deckschichten bleiben dabei außerhalb der Betrachtung, zumal dazu schon das Nötigste gesagt wurde.

3.1. Liegendton und Braunkohle

(V. D. BRELIE)

Bezüglich des Aufbaues von Liegendton und Braunkohle wird auf die Darstellung von LESCHIK (1956) und der Braunkohle von JANOSCHEK (1970) verwiesen (vgl. auch Abb. 3).

3.1.1. Liegendton

Das Liegende der Wetterauer Hauptbraunkohle — in der älteren Literatur als „Sohlenletten“ bezeichnet — besteht aus meist stark verwittertem Basalt oder aus den in Seebecken zusammen mit organischen Resten sedimentierten basaltischen Verwitterungsrückständen. Je nach Menge der pflanzlichen Substanz entstanden so hellgraue bis dunkelbraune Tone oder schwarze Kohlentone. Die von LESCHIK (1956) in den Bohrungen Weckesheim 427 und 429 sowie von GRUSCHKAU (1962) im Westfeld Heuchelheim im Liegenden der Braunkohle angetroffenen Tone ohne Sporen und Pollen sind wohl mit Recht als verwitterter Basalt anzusprechen. Während in Heuchelheim das Flöz direkt weißen, pollenfreien Tonen (verwittertem Basalt) aufliegt, schalten sich in Weckesheim zwischen den fossilfreien, grauen, sandigen Tonen und der Braunkohle 6,1 bzw. 8,7 m pollenführende Schichten ein, die aus bituminösem Ton bzw. Braunkohlenton sowie dunkel- und hellgrauen Tonen bestehen. Der Profilaufbau des pollenführenden Liegendtones in der Bohrung Weckesheim 427 und des Liegendtones im Tagebau Wohnbach (Prof. A) stimmen auffallend überein. An beiden Fundpunkten schaltet sich in den grauen Ton eine Lage toniger Braunkohle ein, die ein fortgeschrittenes Verlandungsstadium anzeigt. Überträgt man die Weckesheimer Verhältnisse auf den Raum Wohnbach, kann bei der weitgehend einheitlichen Situation im Horloff-Graben auch dort in nicht allzu großer Tiefe der anstehende Basalt erwartet werden.

Daß der Liegendton (Prof. A) eine limnisch-sedimentäre Bildung ist, ergibt sich eindeutig aus den höheren Anteilen an organischer Substanz. Wie Tab. 1 zeigt, betragen die Glühverluste im Ton (Schichten 1 und 3) 14,1 — 21,9 % und in der tonigen Braunkohle (Schicht 2) sogar 37,9 %, wobei in der Schicht 1 die Werte um etwa 4,0 % höher liegen als in der Schicht 3, abgesehen von der Probe A 15, die der Endphase der Verlandung angehört. Entsprechend unterscheiden sich diese beiden Schichten auch in ihrer Farbe (grau bzw. hellgrau). Außerdem sind die Pflanzenreste, wie die Zusammensetzung der Mazerationsrückstände für die Pollenanalyse zeigt, in der Schicht 1 weniger zersetzt als in der Schicht 3 (Tab. 2).

In der Probenfolge A 1 — A 9 zeichnet sich deutlich eine fortschreitende Verlandung ab. Die allmähliche Auffüllung des Seebeckens ist dabei an dem zunehmend besser werdenden Erhaltungszustand der organischen Komponente zu erkennen (A 3 — A 7). Die Probe A 8 fällt in den telmatischen Bereich, in dem wieder stärkere Zersetzung auftreten kann, und die Probe A 9 schließlich wurde in der semiterrestrischen Zone mit Bruchwaldcharakter gebildet. Der Verlandungsvorgang wurde dann jedoch durch einen

erneuten Wasseranstieg, wahrscheinlich bedingt durch eine ruckartige Absenkung des Grabens, wieder unterbrochen. In größerer Wassertiefe, etwa ab 2,0 m, wurde zunächst Tongyttja (A 10 — A 14) abgelagert. Die erneute Verlandung, die bis zur echten Torfbildung führte (Braunkohle des Prof. B), setzte erst in der oberen Hälfte der Schicht 3 (ab Probe A 15) ein.

3.1.2. Braunkohle

Die in ihren Grundzügen recht einheitliche pliozäne Schichtfolge im Horloff-Graben weist im Detail doch zahlreiche Abweichungen auf, in denen sich einmal Teilbewegungen der einzelnen Schollen des Grabens und zum anderen horizontale ökologisch-fazielle Unterschiede abzeichnen. Diese sind besonders im Aufbau der Wetterauer Hauptbraunkohle zu erkennen. Verschiedene Kohlentypen wechseln mit Toneinschaltungen und geben damit Hinweise auf die recht unterschiedlichen hydrographischen Verhältnisse. Die Zusammenhänge zwischen Moorbildung, Torfart und Kohlentyp im Horloff-Graben hat LESCHIK (1956) aufgezeigt. Die von ihm aus dem mittleren Teil des Grabens beschriebenen Kohlentypen lassen sich auch im Prof. B des Tagebaues Wohnbach feststellen:

Braunkohlenton	(Proben B 22 und B 25)
„Pollenkohle“ ²	(Proben B 19, B 20, B 21, B 23, B 24, B 28 und B 29)
Bruchwaldkohle	(Proben B 17, B 18 und B 27)
Hochmoorkohle	(Probe B 30)

Die megaskopischen Merkmale der Kohlen sind in Tab. 3 zusammengestellt. Für eine Klärung der immer wieder diskutierten Frage nach autochthoner oder allochthoner Entstehung der Braunkohle im Horloff-Graben ist das nun erstmalig beobachtete Auftreten von Stubben an der Basis der Kohle von Bedeutung. Das Fehlen von Stubben wurde nämlich früher in der Diskussion um die Genese der Braunkohlen als Beweis für Allochthonie angesehen. Im Tagebau Wohnbach jedenfalls ist die Kohle eine autochthone Bildung.

Der Ablauf der Moorbildung und damit die Genese des Braunkohlenlagers war außerordentlich differenziert, und es muß ein schneller vielfältiger Fazieswechsel in horizontaler Richtung angenommen werden, wie dies auch schon JANOSCHEK (1965, 1970) beschrieb. So stellte er in seinem Standardprofil aus dem Tagebau Wohnbach 11 Toneinschaltungen und eine Diatomitlage fest, während in dem Prof. B — obgleich dieses kaum mehr als 500 m entfernt aufgenommen wurde — nur 4—5 Tonhorizonte auftreten. Die Mächtigkeit des Standardprofils beträgt insgesamt 9,2 m, davon sind 6,1 m reine Kohle. Im Prof. B dagegen liegen die entsprechenden Werte bei 7,0 bzw. 5,7 m. Die sich in horizontaler Richtung abzeichnenden faziellen Unterschiede schlagen sich auch in einem abweichenden Pollengehalt nieder, wie im folgenden noch gezeigt wird.

Im Tagebau Wohnbach war 1967 zeitweilig nächst dem Hangenden der Kohle eine dm-starke Schmitze von Kieselgur aufgeschlossen. Allerdings war aufgrund dieser Lage die Frage einer Schichtlücke oder gar Diskordanz an der Obergrenze der Kohle nicht zu klären. Diatomit kann in dieser oder einer ähnlichen Position nach JANOSCHEK (1970) über weite Strecken gefunden werden. Diatomeen erwähnt außerdem KIRCHHEIMER (1936), als für die stratigraphische Einordnung der Wetterau-Braunkohle unwesentlich, von Dornheim, Wölfersheim und Treis-Horloff.

² Aufgabe weiterer, vor allem kohlenpetrographischer Untersuchungen muß es sein, den Begriff „Pollenkohle“ durch präzisere, dem sicherlich unterschiedlichen Ursprung dieser Kohle mehr gerecht werdende Bezeichnungen zu ersetzen.

Tab. 1. Korngrößen, chemische Zusammensetzung und Mineralbestand im Liegendton (Prof. A) des Tagebaues Wohnbach

Probe- Bez.	Mächtigkeit	Makroskop. Beschreibung	Korngröße		Glüh- verlust ¹	H ₂ O- ²	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃
			<0,02 mm φ	>0,02 mm φ						
			(Gew.-%)	(Gew.-%)	(Gew.-%)	(Gew.-%)	(Gew.-%)	(Gew.-%)	(Gew.-%)	
BeA16	3 m	Ton, dunkel- grau, humos, Holzreste	11,0	89,0	21,9	5,3	30,7	30,8	8,2	3,3
BeA15		Ton, grau, Holzreste	6,8	93,2	17,8	5,6	n. b.	n. b.	7,0	n. b.
BeA14		Ton, hell- grau	4,0	96,0	14,1	4,1	36,6	35,4	6,2	3,9
BeA13		Ton, hell- grau	7,2	92,8	14,1	4,0	34,4	34,2	8,5	5,1
BeA12		Ton, hell- grau	7,6	92,4	15,1	4,0	34,0	33,2	7,8	5,5
BeA11		Ton, hell- grau	9,4	90,6	14,5	3,7	34,2	33,9	8,2	5,4
BeA10		Ton, hell- grau	9,8	90,2	14,3	4,0	34,6	34,0	8,7	5,1
BeA 9	0,4 m	Braunkohle, tonig	24,8	75,2	37,9	6,6	23,3	22,5	5,3	4,3
BeA 8	3 m	Ton, grau, Pflanzenreste	n. b.		17,8	5,9	33,1	29,7	8,7	5,3
BeA 7		Ton, grau Holzreste	11,6	88,4	15,2	4,2	34,3	35,5	6,3	4,9
BeA 6		Ton, grau, Fusit und Holzreste	13,6	86,4	19,0	4,6	n. b.	n. b.	5,8	n. b.
BeA 5	3 m	Ton, grau, Pflanzenreste	10,2	89,8	18,1	4,9	34,2	32,4	5,4	5,2
BeA 4		Ton, grau, Pflanzenreste	10,0	90,0	17,7	4,2	33,4	31,7	7,0	5,9
BeA 3		Ton, grau,	n. b.		n.b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
BeA 2	3 m	Ton, grau,	10,0	90,0	19,4	4,2	n. b.	n. b.	6,2	n. b.
BeA 1		Ton, grau,	12,4	87,6	17,5	4,1	33,5	34,0	6,2	4,8

¹ Geglüht bei 1000°.² Getrocknet bei 110°.³ Analysiert wurde die Rohsubstanz (Röntgenbeugungsmethode).⁴ Kaolinit mit schlechtem krist. Ordnungsgrad.

3.2. Tonig-schluffige Hangendschichten

(BRUNNACKER, BOENIGK)

Die Tonig-schluffigen Hangendschichten bestehen insgesamt aus schluffigem Material, in das tonige Horizonte eingeschaltet sind (zur Orientierung: Abb. 14). Teilweise ist geringer Kalkgehalt vorhanden. Außerdem liegen an der Basis der einzelnen Glieder Verschwemmungslagen, ähnlich denen, die aus den Löß-Serien bekannt sind.

3.2.1. Hellgrauer Ton

Der die Braunkohle im Tagebau Weckesheim weitflächig abdeckende hellgraue Ton erreicht rd. 1,5 m Mächtigkeit (Abb. 14). Zeitweilig war darin eine Linse mit hellem Sand aufgeschlossen.

Mol.-Quot. SiO ₂ :Al ₂ O ₃	Aus Fe+Ti errechn. Ilmenit- gehalt (Gew.-%)	TiO ₂ - Über- schuß (Gew.-%)	Mineralbestand *						
			(Minerale sind der Mengenbeteiligung nach geordnet)						
1,69	6,3	4,9	Kaolinit ⁴	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit (Sp.)	Anatas ?
n. b.	n. b.	n. b.	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit (Sp.)	Anatas ?
1,75	7,4	2,3	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit (Sp.)	Anatas ?
1,71	9,7	3,4	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
1,74	10,5	2,3	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit (Sp.)	Anatas ?
1,71	10,3	2,8	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
1,73	9,7	3,6	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit (Sp.)	Anatas ?
1,76	8,2	1,0	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
1,89	10,0	3,4	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
1,64	9,3	1,4	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
n. b.	n. b.	n. b.	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
1,79	9,9	0,2	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
1,79	11,2	1,2	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
n. b.	n. b.	n. b.							
n. b.	n. b.	n. b.	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?
1,67	9,12	1,4	Kaolinit	Gibbsit	Ilmenit	Quarz	Rutil	Illit ?	Anatas ?

n. b. = nicht bestimmt

3.2.2. Tieferer Sideritton

Der Sideritton ist der beständigste Horizont der Tonig-schluffigen Hangendschichten. Er ist als Fundstelle von Mollusken, insbesondere von Unioniden und dazu von *Viviparus contectus* MILLER, bekannt (DIEHL 1929).

Im Aufschluß bietet der Sideritton einen recht einheitlichen Eindruck; lediglich sein oberer Teil scheint etwas durch einen Gro-Horizont überprägt (Abb. 8). Anschließend haben allerdings orientierende Körnungsanalysen gezeigt, daß der eigentliche Sideritton mit diesem höheren Teil nichts zu tun hat. Der Sideritton i. e. S. wird deshalb als „Tieferer Sideritton“ geführt. Torfige Lagen sind mit ihm lokal verbunden (Steigerschacht; Wohnbach Prof. P2; Normalprofil von JANOSCHEK 1970).

Tab. 2. Zusammensetzung der Mazerationsrückstände aus Proben des Liegendtones (Profil A) im Tagebau Wohnbach (Labor-Nr. = Bezeichnung des Geolog. Landesamtes von Nordrhein-Westfalen)

Schicht Nr.	Probe Nr.	Labor-Nr.	Farbe	Ausbildung der organ. Reste	Angiospermen - Reste		Coniferen - Holz		Bemerkungen	
					Art	Farbe	Form	Farbe		Durchsichtigkeit
3	A 16	60 891	dunkelgrau	strukturiert	größere Zellverbände	hellgelb bis gelb	eckig	mittelbraun	durchschimmernd	viel organische Substanz
	A 15	60 892	grau-braun				eckig bis eckengerundet	dunkelbraun		
	A 14	60 893	hellgrau	flockig, amorph			eckengerundet	dunkelbraun bis schwarz	opak	insgesamt wenig organische Substanz viel anorganische Beimengungen
	A 13	60 894	grau schwach bräunlich							
	A 12	60 895	grau-braun							
	A 11	60 896	grau-braun							
	A 10	60 897	grau							
2	A 9	60 898	braun	strukturiert	größere Zellverbände	hellgelb bis gelb		dunkelbraun		
1	A 8	60 899	hellgrau-braun	flockig, amorph	Zellverbände	hellgelb	eckengerundet	dunkelbraun bis schwarz	opak, z. T. an den Rändern schwach durchschimmernd	
	A 7	60 900	braun, schwach grau	strukturiert	Organreste, Haare, Stacheln und Zellverbände	gelb bis hellgelb				
	A 6	60 901								
	A 5	60 902								
	A 4	60 903								
	A 3	60 904								
A 2	60 905		flockig, amorph	vereinzelte Zellreste	gelb			opak	etwas größere Holzreste	
A 1	60 906								wenige kleine Holzreste	

3.2.3. Höherer Sideritton

Der „Höhere Sideritton“, nämlich aufgearbeiteter Sideritton und darauf folgender Schluff, wird durch eine Lage mit Geröllen eingeleitet und lokal durch ein Torfband abgeschlossen (Abb. 8, 14). Das den höheren Bereich aufbauende schluffige Material macht trotz starker Überprägung durch Nässeinwirkung (Gro-Horizont eines Grundwasserbodens) den Eindruck eines Lösses. Der nachträglich überformende Gley geht seitlich in eine Torflage über.

3.2.4. Schotterlehm-, „Tuff“-Folge

Bei der Aufnahme des eingangs beschriebenen Grundprofils lag über dem Höheren Sideritton scheinbar konkordant der Grüne Schluff. Später hat sich gezeigt, daß sich wenigstens lokal eine torfige Lage als obere Begrenzung des Siderittons zwischen-schiebt (Prof. J, Abb. 14). Eine weitere Variante trat schließlich als ebenfalls lokale Erscheinung im Herbst 1968 auf. Beim damaligen Abbaustand schalteten sich, nach Bildung einer Rinne, Schotterlehm und Tuff (bzw. vertontes Basalt-Material) dazwischen. Eine durchaus entsprechende Abfolge wurde ferner im Prof. P2 (Abb. 12) wieder-gefunden. Hinweise auf solchen „Tuff“ wurden schon im Grundprofil nächst der Basis

Tab. 3. Megaskopische Beschaffenheit von Proben aus der Wetterauer Hauptbraunkohle (Profil B) im Tagebau Wohnbach (Labor-Nr. = Bezeichnung des Geolog. Landesamtes von Nordrhein-Westfalen)

Schicht Nr.	Probe Nr.	Labor-Nr.	Sediment	Farbe	Konsistenz	Beimengungen	Bezeichnung n. LESCHIK 1956	
	B 30	60 909	Weichbraunkohle	braun	locker-pulvrig	etwas Holz	Hochmoorkohle	
9	B 29	60 910	Weichbraunkohle	hellbraun	locker-pulvrig	etwas Holz	"Pollenkohle"	
	B 28	60 911	Weichbraunkohle	braun	locker-pulvrig	etwas Holz		
8	B 27	60 912	Weichbraunkohle	braungrau	hart	Holz	Bruchwaldkohle	
7	B 26		Probe fehlte					
6	B 25	60 914	Ton, kohlig	grauschwarz	hart	-	Braunkohlenton	
5	B 24	60 915	Weichbraunkohle	hellbraun	locker-pulvrig	viel Holz	"Pollenkohle"	
	B 23	60 916	Weichbraunkohle	hellbraun-gelblich	locker-pulvrig	etwas Holz		
4	B 22	60 917	Ton, kohlig-humos	grauschwarz	hart	-	Braunkohlenton	
3	B 21	60 918	Weichbraunkohle, schwach tonig	dunkelbraun schwarz	locker-pulvrig	etwas Holz	"Pollenkohle"	
2	keine Probe entnommen							
	B 20	60 919	Weichbraunkohle	braun	locker-pulvrig	etwas Holz	"Pollenkohle"	
	B 19	60 920	Weichbraunkohle	braun-dunkelbraun	locker-pulvrig	-		
1	B 18	60 921	Weichbraunkohle	dunkelbraun	hart	-	Bruchwaldkohle	
	B 17	60 922	Weichbraunkohle, tonig.	dunkelbraun	hart	-		

des Grünen Schluffes angetroffen. Jetzt können diese als Aufarbeitungs- und Umlagerungsprodukte der nachfolgend beschriebenen Schotterlehm-, „Tuff“-Folge erklärt werden.

N-Wand des Tagebaues Wohnbach im Herbst 1968, Abb. 13: Profil 01

Nr.	cm*	Hangendes: Schluff, graugrün, mit Molluskenschalen (= Nr. 9)
8 bis 180		Paket mit Tuffbrocken von > 90 cm Kantenlänge (eckig, brekziös)
7 bis 150		Lehm, rotbraun, mit Basaltbrocken (bis 30 cm ϕ), nach oben Übergang zu graugrüner Färbung
6	65	Ton, rot bis graustichig, z. T. violettstichig
5	20	Ton, rotbraun, mit Basaltgeröllen
4	15	Ton, rot oder grau in Flecken (bis 30 cm ϕ)
3	60	Ton, rot bis grau, violettstichig, nach oben stärkere Vergrauung
2	10	Ton, rot
1	25	Ton, schwarzgrau und rotbraun verwürgt, z. T. mit Kohlestückchen

Liegendes: Braunkohle

Deutung:

Hangendes: Grüner Schluff

Nr. 7—8: Schotterlehm (b) und Tuff (a). Die Subhorizonte a und b können sich gegenseitig vertreten; Subhorizont a scheint an Rinnen gebunden zu sein

Nr. 5—6: Höherer Sideritton

Nr. 1—4: Tieferer Sideritton

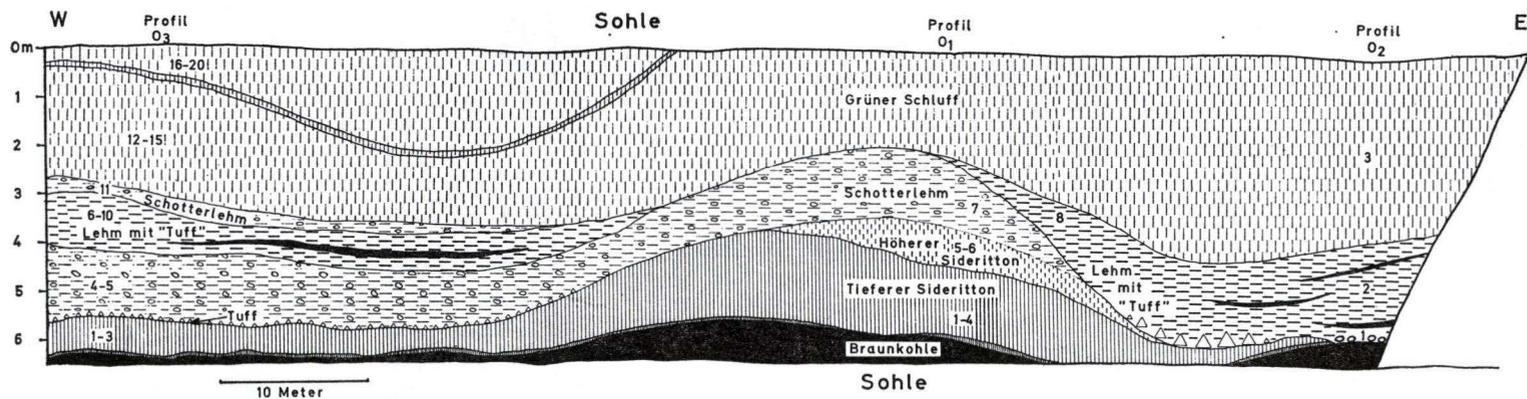


Abb. 13. Detailprofil 01 — 02 — 03 (leicht schematisiert).

Profil 02

Nr.	cm*	Hangendes: Abbausohle
3	420	Schluff, rhythmisch feingeschichtet, von grau nach oben braun oder grün gefärbt, mit scharfer Grenze einsetzend
2	230	Lehm, grau bis braun, mit „Tuffmaterial“, reichlich Braunkohle-Schmitzen
1	20	Geröllband, hauptsächlich aus basaltischem Material (bis 10 cm ϕ), 1 Quarzgeröll (3 cm ϕ), Gerölle gut gerundet und eckig

Liegendes: Braunkohle

Deutung:

Nr. 3:	Grüner Schluff, Untergrenze scharf abgesetzt von Nr. 2
Nr. 2:	Schotterlehm mit vorwiegend „Tuff“
Nr. 1:	Schotterlehm in Spuren
	Erosionsdiskordanz
	Liegendes: Braunkohle

In diesem Detailprofil ist eine Rinnenfüllung erfaßt, die vornehmlich mit tuffigem Material gefüllt ist.

Profil 03

Nr.	cm*	Hangendes: Abbausohle
20	100	Schluff, grau und blaugrau gefleckt, mit braunen Sandschmitzen, die Basaltgerölle führen
19	60	Schluff, graugrün, stark tonig (besonders unten)
18	20	Ton, grünblau, mit Vivianit (vor allem nächst der Obergrenze)
17	20	Ton, graugrün, schluffig, reich an Kalkkonkretionen, Vivianit fein verteilt
16	40	Schluff, tonig, blaugrau, einzelne Kalkkonkretionen, Vivianit fein verteilt
15	100	Schluff, graubraun, oben rostfleckig
14	25	Schluff, graubraun, humos, Vivianit fein verteilt
13	30	Schluff, hellgrau, mit Basaltgeröllen und Braunkohlestücken
12	70	Schluff, grau, mit Braunkohlestücken
11	40	Basaltschotter, sandig, an der Basis grob
10	15	Schluff, dunkelgrau, mit Basaltgeröllen und Braunkohlestücken
9	180	Basaltschotter (bis 2 cm ϕ), braun, grobsandig
8	30	Schluff, grau, mit Braunkohlebröckchen
7	20	Schluff, dunkelgrau, mit Braunkohleschmitzen
6	15	Basaltschutt (bis 15 cm ϕ), bunt, ockerbraun
5	95	Lehm, rotbraun, einzelne Basaltbrocken, Untergrenze scharf und unregelmäßig-wellig verlaufend
4	50	Lehm, grau bis braunrötlich, tuffitisch, viel Basaltbrocken
3	120	Ton, rot-grau-violett gefleckt, nach oben zunehmend vergraut
2	10	Ton, rot
1	20	Ton, grauschwarz, mit roten Flecken

Liegendes: Braunkohle

Deutung:

Nr. 13—15	(— 20?): Grüner Schluff
Nr. 12:	Aufarbeitungslage an der Basis des Grünen Tuffes
Nr. 4—11:	Schotterlehm, nächst Basis tuffitisches Material (Nr. 4)
Nr. 1—3:	Sideritton (Tieferer?)

Folgende Verknüpfung der beschriebenen Einzelprofile ist möglich:

	01	02	03	P2
Grüner Schluff	9	3	12—15 (— 20?)	10—12
		(scharfe Untergrenze)		

Schotterlehm mit „Tuff“	8	2	4 — 11	9
.....	Erosionsdiskordanz			8
Schotterlehm	7	1		7
.....	Erosionsdiskordanz			
Höherer Sideritton	5 — 6			5 — 6
Tieferer (?) Sideritton	1 — 4		1 — 3	1 — 4

Diese lokalen Befunde zeigen auf Höhe von Wohnbach somit große Verwandtschaft mit Prof. P2 auf Höhe von Bellersheim. Außerdem kommt eine ähnliche Abfolge bei Weckesheim vor (Prof. L, Nr. 5 — 16, Abb. 14).

Insbesondere auf Höhe des Abbaustandes von 1968 liegt die Schotterlehm-„Tuff“-Folge in einer oder mehreren Rinnen. Eingeleitet wird sie durch Lehm mit Geröllen. Dann folgt erneute Rinnenbildung, in die sich „Tuff“ legt. Darüber kommt stellenweise wieder Schotterlehm. Altersmäßig sollte diese Schotterlehm-„Tuff“-Folge etwa der Vergeleyung und Torfbildung auf dem Höheren Sideritton entsprechen oder zeitlich daran anschließen.

Da es sich bei dieser Folge um eine in ein Erosionsrelief eingelagerte lokale Bildung handelt, kann naturgemäß deren Position innerhalb der Schichtenfolge nur nach dem vorgefundenen Aufschlußbild eingeordnet werden. Wegen des lokalen Charakters und mangels eindeutiger Klimaindikatoren kommt dieser Folge vorerst keine höhere klimatische Wertigkeit zu. Deswegen auch bleibt eine diskutabile andere Einstufung, so als Basisbildung des Höheren Siderittons, ohne gravierende Bedeutung für die Gesamtinterpretation der Tonig-schluffigen Hangendschichten.

3.2.5. Grüner Schluff

Der darüber folgende, bezeichnend olivgrünlich gefärbte Schluff legte bei der Aufnahme den Verdacht eines in aquatischem Milieu sedimentierten Lösses nahe. Er wird durch eine Aufarbeitungslage mit „Tuff“-Material eingeleitet, das wohl mit der Schotterlehm-„Tuff“-Folge zusammenhängt. Lokal wird dieser Schluff durch ein Torfband beschlossen (Abb. 8, 14).

Im Tagebau Weckesheim (Prof. L, Abb. 14) überlagern einen Schluff (Nr. 5) Sande aus basaltischem Material und Schluffe im Wechsel mit dünnen Torflagen (Nr. 6 — 19). Diese lassen sich vorerst kaum einfügen.

3.2.6. Rinnenfüllung

In Form und Eintiefungsbetrag (bis in den Sideritton hinab) ähnlich der Schotterlehm-„Tuff“-Folge ist im Grünen Schluff eine Rinne eingetieft (Abb. 9). Dieser ebenfalls sehr breit angelegten Rinne fehlt an der Aufnahme Stelle als Basisfüllung eine Geröll-Lage. Vielmehr ist die Rinne zunächst mit Mudde aus schluffigem Material ausgekleidet, die von weiteren Schluffen überdeckt wird.

3.2.7. Muddeton

In Beständigkeit der Verbreitung wie durch besondere Ausbildung dem Sideritton ähnlich auffällig, zieht der Muddeton durch den gesamten 1967 erschlossenen Tagebau von Wohnbach. Dieser Ton ist durch seine graugrüne, oben dunkelgrau-humose Färbung besonders gekennzeichnet, was bei der Profilaufnahme 1967 von Wert war, weil damit ein Leithorizont für die zwischen den Diapiren überlieferte Schichtenfolge zur Verfügung stand (Abb. 5). Körnungsmäßig handelt es sich um ausgesprochen toniges Material.

3.2.8. Vivianitschluff

Über dem Muddeton lagert dunkler, toniger Schluff. Er führt besonders in seinem mittleren Teil reichlicher Vivianit. Doch wurde auch sonst hin und wieder, vor allem in den als Mudde bezeichneten Ablagerungen, etwas Vivianit angetroffen.

3.2.9. Elefantenlager

Über dem Vivianitschluff folgen diskordant dunkle, kalkreiche, z. T. sandige Schluffe, die durch eine Lage mit Geröllen eingeleitet werden. Durch eine an eine schwache Erosionsdiskordanz gebundene dünne Geröll- bzw. Sandlage mit Molluskenschill werden sie unterteilt. Abgeschlossen werden sie durch etwas Seekreide, Anmoor und darüber noch ganz lokal bis 50 cm Schluff unterhalb der zweiten großen Erosionsdiskordanz.

Der Tiefere Teil ist durch einen kräftigen Go-Horizont überformt (Abb. 10). In diesem Schluff treten erstmals schwache Kryoturbationen auf. Dabei handelt es sich nach dem Profilaufbau — ähnlich der notwendig gewordenen Aufteilung im Sideritton — um ein eigenständiges Glied.

Der z. T. etwas humose Höhere Teil ist wegen des Fundes von Resten eines Elefanten, kurz vor Beginn unserer Arbeiten geborgen, von einigem Interesse (Abb. 5). Außerdem kommt weiter oben und in der hangenden Seekreide eine auf wärmeres Klima zeigende Ostrakodenfauna vor. Wie die Pollenanalyse zeigt, liegt die Grenze von Kalt zu Warm etwa in Schicht Nr. 8 (Abb. 10).

Über der abschließenden Erosionsdiskordanz folgen z. T. bis 10 cm Mudde und dann Kiese (vgl. Prof. F, höherer Teil).

Auch in diesem Elefantenlager haben sich gewisse, jedoch keine prinzipiellen Änderungen gezeigt, nachdem im Herbst 1968 weitere größere Schollen abgebrochen waren.

Detailprofil: Q, Taf. 8 (einige Meter von Prof. F entfernt)

Nr.	cm*	Hangendes: Kleinkies, braun; über Erosionsdiskordanz
16	10	Torf, tonig-schluffig (humose Tongyttja)
15	10	Seekreide, humos (Tongyttja)
14	20	Schluff, humos, sandig, graubraun bis schwarz, kalkig (Ton- bis Kalkgyttja)
13	40	Schluff, sandig, dunkelgraubraun, rostfleckig, plattig, mit Molluskenschill (Kalkgyttja)
12	80	Schluff, sandig, graubraun, mit Molluskenschalen (Kalkgyttja)
11	20	wie oben, vereinzelt graublau Flecken (Kalkgyttja)
10	60	Schluff, sandig, feingeschichtet, humos, kalkig, Molluskenreste (Kalkgyttja)
9	18	Schluff, humos, schwarzbraun, tonig (Characeengrus)
8	42	Schluff, hellgrau und dunkelgrau verwürgt, fleckig, mit Braunkohle-Stückchen (Characeengrus)
7	22	Schluff, hellgrau, sandig, selten kleine Kalkkonkretionen
6	21	Schluff, sandig, rostgebändert, einzelne kleine Kalkkonkretionen
5	25	Sand, rostgebändert, verkittet, aus basaltischem Material
4	30	Sand, graubraun, wie oben, keine Verfestigung
3	3	Sand mit Tonlinsen und kleinen Geröllen (1 cm ϕ)
2	93	Ton, grau mit vielen graublauen Flecken, Mollusken- und Ostrakodenreste (Kalkgyttja)
1	10	Grobsand bis Feinkies mit Basaltgeröllen und mit Bims sowie Schill-Linse, stark verwürgt

Liegendes: Ton, dunkelblaugrau (Vivianitschluff)

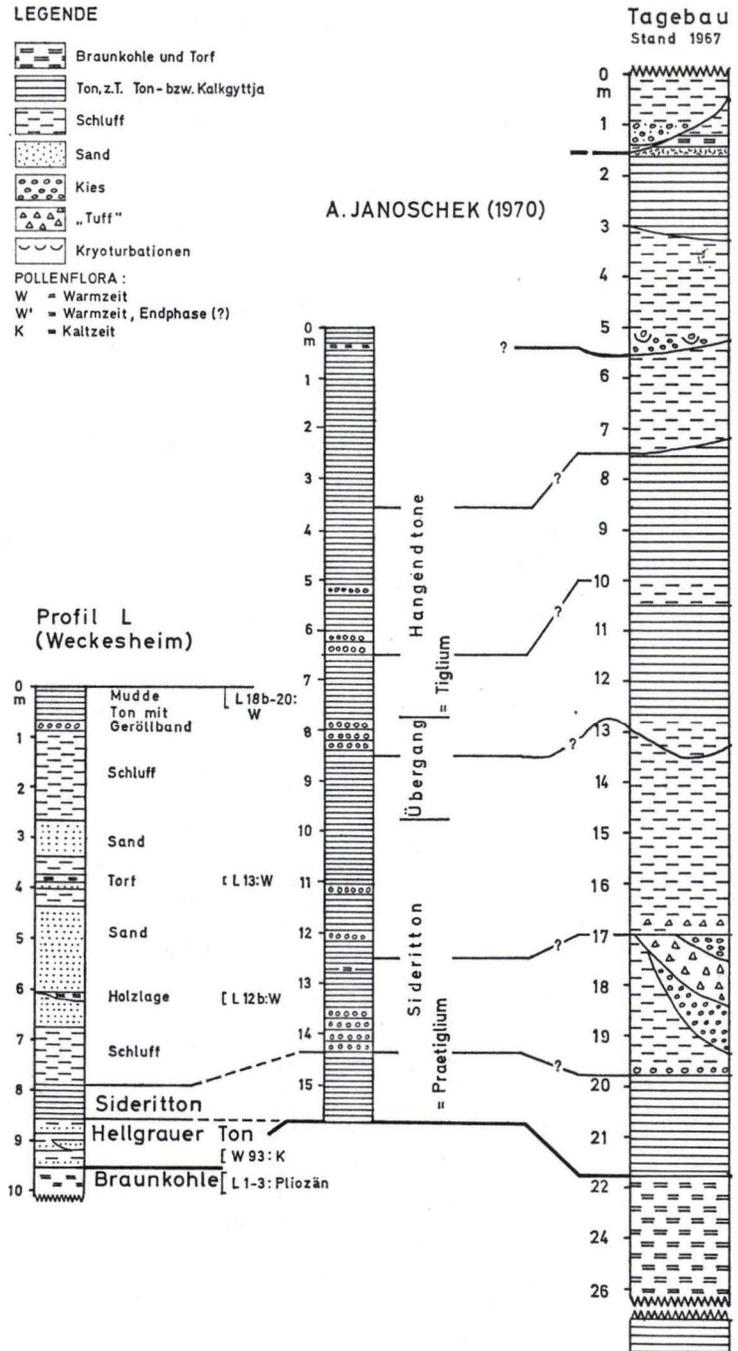
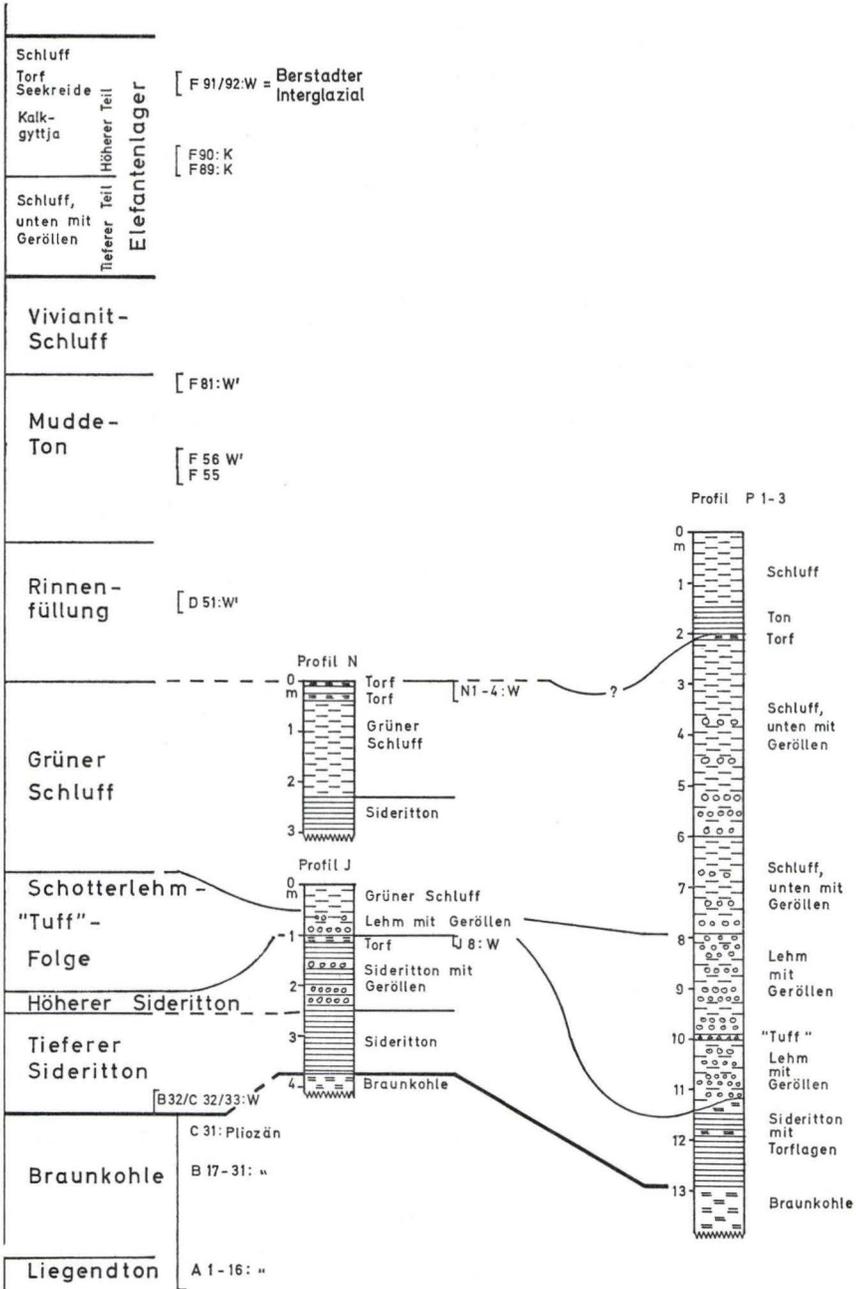


Abb. 14. Zusammenfassung der behandelten Profil-Folge aus dem Horloff-Graben, insbesondere der Tonig-schluffigen Hangendschichten.

Wohnbach



Dieses Prof. Q erfaßt nur den obersten, warmklimatischen Bereich des Elefantentagers, diskordant dem Vivianitschluff aufgelagert. Darin wurde die unten beschriebene Ostrakodenfauna gefunden. Im Schlämmrückstand wurden in Nr. 1 zusätzlich hellgraue, rundliche Bimskörner mit bis 5 mm ϕ angetroffen (vereinzelt auch in höheren Horizonten), ferner schwärzliche Tonschiefer- und Biotit-Plättchen sowie Quarzkörner mit bis 2 mm ϕ . Darin deutet sich vulkanisches Material auf sekundärer Lagerstätte an. Der in der Körnungsansprache genannte Sand-Anteil ist bei den Schichten Nr. 10—14 durch Molluskenreste und andere Fossilien bedingt. Daraus ergibt sich auch der allgemein hohe Kalkgehalt (Abb. 10). Die Schichtenansprache (in Klammern) erfolgte anhand der Schlämmrückstände.

4. Petrographie

(BOENIGK)

Unter den eingangs angedeuteten Schwierigkeiten leiden vor allem Folgeuntersuchungen, für die nur begrenztes Probenmaterial zur Verfügung stand. Deswegen beschränkt sich die petrographische Bearbeitung auf Einzelproben der verschiedenen Horizonte.

Untersucht wurden:

- | | |
|--------------------|---|
| a) Körnung: | Sedimentationsanalyse nach KÖHN, Material unter 0,2 mm ϕ |
| b) Kalkgehalt: | Volumetrische Bestimmung des CO ₂ -Gehaltes nach SCHEIBLER, Material unter 0,2 mm ϕ |
| c) Eisengehalt: | HCl-Auszug, Material unter 0,2 mm ϕ |
| d) Quarzgehalt: | Quantitative Diffraktometer-Aufnahme des ungesiebten Sediments mit innerem CaF-Standard |
| e) Schwerminerale: | Abtrennung der Minerale durch Bromoform in der Fraktion 0,4—0,035 mm ϕ |
| f) Tonminerale: | Qualitative Diffraktometer-Aufnahme der Fraktion < 6 μ m ϕ |

Die ermittelten Daten sind in Abb. 15 zusammengefaßt.

Dazu kommen spezielle Untersuchungen über den Liegendton.

4. 1. Allgemeine Befunde

Wie die meisten Körnungsanalysen (Abb. 6—11, 15) zeigen, sind höhere Tongehalte auf einzelne Horizonte begrenzt, während sonst Schluffe vorherrschen. Die Pakete werden überdies z. T. von Verschwemmungslagen eingeleitet, wie sie von den Lößdecken bekannt sind.

Die Eisengehalte scheinen generell etwas hoch zu liegen. Doch hängt dies mit umgebenden Liefergebieten zusammen, die auch für eventuelle Lößeinwehung zumindest als Teillieferanten von Belang sind.

In den gröberen Basislagen kommt hinzu, daß zu einem wesentlichen Teil Basalt-eisenstein-Gerölle beteiligt sind. Deren Abrieb wirkt sich selbstverständlich auch in dem für die Analyse herangezogenen Materialanteil aus.

Von Seekreide und Elefantentager abgesehen liegen die Kalkgehalte normalerweise sehr niedrig, oder das Gestein ist sogar kalkfrei. Selbst wenn ursprünglich Material mit höherem Kalkgehalt zum Absatz gekommen sein sollte, so ist doch denkbar, daß bei dieser Geländedeposition eine syn- bis postsedimentäre Wegfuhr von Kalk, etwa infolge eines Grundwasserzuges, durchaus im Rahmen des Möglichen liegt.

Zusammensetzung der Fraktionen (Abb. 15)

Sand-Fraktion

Den im Aufschluß bereits identifizierbaren Geröll-Lagen entsprechen ein Anstieg des Sandanteils und eine ebenso deutliche Zunahme des Eisengehaltes. Dieser Zusammenhang ist bedingt durch das Liefergebiet, in dem bei Wohnbach nur Basalt und dessen Verwitterungsprodukte anstehen. Lediglich bei Weckesheim tritt im Hellgrauen (schluffigen) Ton unmittelbar über der dortigen Braunkohle linsenartig Sand auf, der im wesentlichen aus Quarzkörnern besteht

Schluff-Fraktion

Bei Wohnbach kann man einen entscheidenden Wechsel in der Schluff-Fraktion zwischen den Liegendschichten samt den Zwischenmitteln der Braunkohle einerseits und den hangenden Sedimenten andererseits feststellen. Fehlt im tieferen Abschnitt der Quarz völlig, so kann man für die hangenden Schichten der Braunkohle einen Zusammenhang zwischen Schluff-Gehalt und Quarz-Gehalt erkennen: Stärkerem Anstieg des Schluff-Gehaltes entspricht in der Regel ein Anstieg des Quarz-Gehaltes. Bemerkenswert ist, daß im heutigen fluviatilen Einzugsbereich um den Tagebau Wohnbach (Tgb. III) Quarz der Erosion praktisch nicht zur Verfügung stand.

Ton-Fraktion

In der Ton-Fraktion treten Minerale der Kaolinit-, Illit- und Montmorillonit-Gruppe auf. Der jeweilige Anteil der Tonminerale wurde auf Grund der Intensität der Basisreflexe grob abgeschätzt. Mögliche Unterschiede in der Kristallinität der verschiedenen Minerale wurden dabei nicht berücksichtigt. Für die einzelnen Minerale wird jedoch angenommen, daß sie in der Profilabfolge keine größeren Schwankungen im inneren Aufbau zeigen.

Liegendtone und Zwischenmittel der Braunkohle: Der tiefste Abschnitt des Profils zeigt aufgrund dieser Übersichtsuntersuchung ein sehr einheitliches Bild. Im Liegendton und den Zwischenmitteln tritt nur Kaolin auf. Im hangenden Hellgrauen Ton von Weckesheim und im Tieferen Sideritton von Wohnbach kommt als neues Element der Illit in geringen Anteilen hinzu, ebenso ein Gehalt an vulkanischen Mineralen im Schwermineralspektrum der gleichen Sedimente. Die Ergebnisse spezieller Untersuchungen werden in Abschn. 4.3. gebracht.

Tonig-schluffige Hangendschichten: Dieser mittlere Abschnitt bietet, wie auch alle anderen Untersuchungen erweisen, einen sehr komplexen Befund. Es sind alle drei Tonmineral-Gruppen vertreten. Im allgemeinen kann man feststellen, daß mit hohem Anteil an Lokalkomponenten, nämlich hohem Sand- und Augit-Gehalt, der Montmorillonit überwiegt. Herrscht dagegen im Schwermineralspektrum die Fernkomponente vor, tritt Kaolinit stärker in den Vordergrund, wie sich besonders gut in den Sedimenten der Rinnenfüllung zeigt.

Löß-Deckschichten (Prof. E): Die Tonmineralzusammensetzung läuft hier parallel zum Schwermineralgehalt: Einem hohen Anteil an Montmorillonit entspricht viel Augit.

Die augitarmen Proben des Lösses I zeigen dementsprechend eine Vorherrschaft von Kaolinit und Illit. Die Sedimente der Lösses II — IV mit über 95 % Augit weisen dagegen starkes Überwiegen des Montmorillonites auf. Im Löß V und in der Kolluvium-Schicht (VI) ist ebenfalls der Montmorillonit, entsprechend der Vorherrschaft der vulkanischen Minerale im Schwermineralspektrum, das am stärksten vertretene Ton-Mineral. Doch zeigt sich die Eigenständigkeit dieser beiden Schichtglieder Löß V und Kolluvium durch erneutes Hervortreten des Kaolinites.

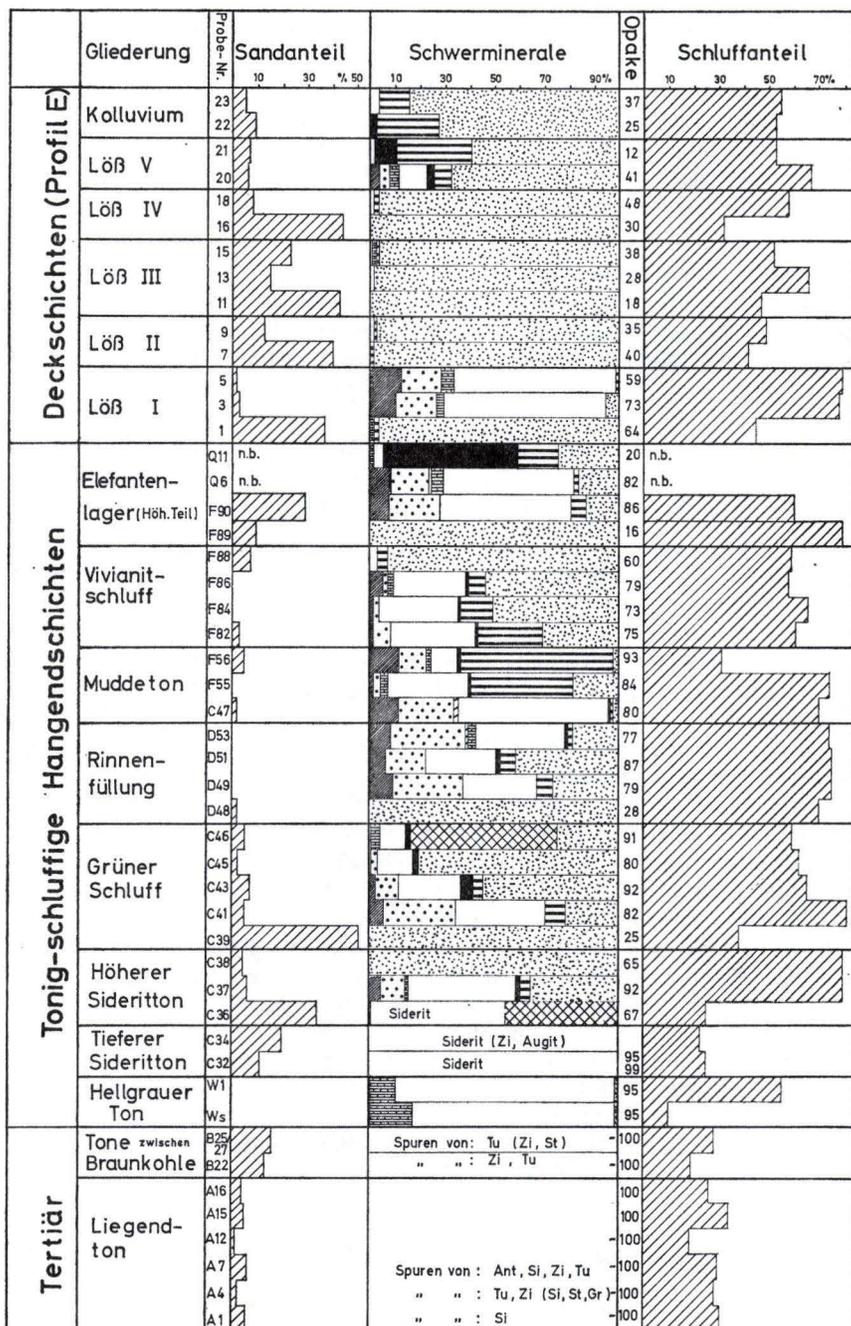


Abb. 15. Petrographische Befunde anhand ausgewählter Einzelproben.

4. 2. Schwermineralgesellschaften

Der Profilaufbau im Tagebau Wohnbach ist dreigeteilt in:

- C) Löß-Deckschichten
- B) Tonig-schluffige Hangendschichten
- A) Liegendton und Braunkohle mit Zwischenmittel

Dieser im Gelände feststellbare Aufbau zeigt sich auch in der Zusammensetzung der Schwermineralfraktion. Es erweist sich lediglich, daß der Hellgraue Ton im Hangenden der Braunkohle von Weckesheim und der Tiefere Sideritton im Tagebau Wohnbach petrographisch noch zum Abschnitt A zu rechnen sind.

Abschnitt A

Die Sedimente dieses Abschnittes sind vor allem durch Gehalte von 95 — 100 % opaker Körner, fast ausschließlich Ilmenit, im Schwermineralspektrum gekennzeichnet. Bei den durchsichtigen Mineralen überwiegt der Zirkon, gefolgt von Turmalin. In Spuren kommen noch vor: Anatas, Staurolith, Rutil und Sillimanit. Auszählbare Mengen durchsichtiger Minerale treten jedoch nur in den etwas grobkörnigeren Hangendschichten der Braunkohle auf.

Der Tiefere Sideritton weicht in seinem Erscheinungsbild zunächst stark von den liegenden Sedimenten ab, da Sideritkristalle fast 100 % der schweren Fraktion ausmachen. Läßt man jedoch den Siderit unberücksichtigt, so zeigt sich die gleiche Mineralzusammensetzung, wie sie in den liegenden Sedimenten vorhanden ist mit etwa 80 — 90 % Zirkon, rd. 10 — 15 % Turmalin und vereinzelt Körnern von Epidot und Augit.

Abschnitt B

Abschnitt B erscheint in Abb. 15 sehr wechselvoll, doch sind charakteristische Gemeinsamkeiten vorhanden.

Abgesehen von der tiefsten Probe, die als Umlagerungsmaterial noch ganz dem liegenden Sideritton entspricht, nur daß als Verwitterungsprodukt Brauneisen und Goethit in hohen Prozentsätzen auftreten, machen die opaken Körner in diesem Abschnitt 60 — 90 % der schweren Fraktion aus. Unter den durchsichtigen Mineralen fallen neben 20 — 40 % Zirkon die vulkanischen Minerale mit 20 — 60 % auf. Es handelt sich vorwiegend um Augit mit geringen Prozentsätzen an Hornblende und Titanit. Von diesem Durchschnittsbild gibt es bemerkenswerte Abweichungen, die fast immer die Basislage eines Schichtgliedes betreffen. In diesen in der Regel etwas grobkörnigeren Sedimenten finden sich nur etwa 20 % opake Körner, und an durchsichtigen Mineralen ist Augit mit 100 % in großen, grob gezahnten und eckigen Körnern vertreten. Auch in allen anderen Proben sind die Augit-Körner ähnlich ausgebildet. Sie fallen immer durch ihren großen Korndurchmesser (0,4 — 0,2 mm) aus dem übrigen Schwermineralspektrum heraus, dessen Körner, deutlich kleiner, im Bereich des Feinsandes und Grobschluffes liegen (0,1 — 0,04 mm ϕ).

Innerhalb der Gruppe der vulkanischen Minerale gibt es in Abschnitt B zwei auffällige Ausnahmen vom normalen Bild einer Vorherrschaft des Augites:

Die eine Verschiebung zeigen der höhere Teil des Muddetones und der tiefere Teil des Vivianitschluffes. In diesen Sedimenten überwiegt bei weitem die Hornblende im Schwermineralspektrum. Der Augit ist stark zurückgedrängt.

Die zweite Abweichung zeigt der durch Bims (Prof. Q) eingeleitete oberste Bereich des Elefantentagers. Hier sind die vulkanischen Minerale mit über 90 % an der schweren Fraktion der durchsichtigen Körner beteiligt, und entsprechend niedrig liegt der

Prozentsatz der opaken Minerale. Das Erstaunliche an diesem Horizont ist jedoch, daß abweichend von allen anderen Analysen der Titanit z. T. mit über 50 % im Schwermineralspektrum vertreten ist.

Die große Unregelmäßigkeit dieses Profilschnittes B wird noch betont durch die stark schwankenden Prozentsätze an Granat und Epidot, die beide gleichlaufende Häufigkeitskurven aufweisen. Eine Gesetzmäßigkeit im Auftreten dieser Minerale ist nicht zu erkennen. Die Gehalte schwanken von Probe zu Probe zwischen 0 % und 40 %. Lediglich im Vergleich mit den anderen Untersuchungen kann man erkennen, daß Epidot und Granat an hohe Schluff- und Quarz-Gehalte gebunden sind.

A b s c h n i t t C

Der obere Abschnitt, die Lößserie, hat wieder ein relativ gleichmäßig zusammengesetztes Schwermineralspektrum. Man erkennt darin deutlich eine Dreiteilung.

Der tiefste Teil, Löß I, enthält, abgesehen von der Basisprobe, auffälligerweise kaum vulkanische Minerale, dagegen sehr hohe Zirkonwerte (65 %) und viel Epidot und Granat.

Im Gegensatz dazu macht im mittleren Teil, Löß II bis Löß IV, allein der Augit mehr als 95 % der durchsichtigen Schwerminerale aus. Die Ursache liegt in der Grobkörnigkeit der Löss, die sich in einem wesentlich höheren Sandgehalt der Proben (Abb. 15) im Vergleich zu den liegenden Sedimenten ausdrückt.

Der obere Teil, Löß V und Schicht VI, enthält etwa ebensoviel vulkanische Minerale wie der mittlere, doch ist als Unterschied ein starkes Ansteigen der Hornblende und des Titanits festzustellen.

D e u t u n g d e r S c h w e r m i n e r a l a n a l y s e n

Der Abschnitt A führt nur stabile Minerale. Der hohe absolute Gehalt an Erzen läßt erkennen, daß der größte Teil des Sediments aus Verwitterungsrückständen vulkanischen Materials besteht. Der Anteil der durchsichtigen Schwerminerale ist verschwindend gering, zeigt in seiner Zusammensetzung jedoch gute Übereinstimmung mit Vergleichsproben tertiärer Sande aus den benachbarten Aufschlüssen von Münzenberg und Griedel. Es überwiegt in den Sanden der Turmalin, während in den tonigen Sedimenten der Tagebaue der Zirkon den größten Anteil innehat.

Man kann also den Hellgrauen Ton im Tagebau Weckesheim mit seinen Sandeinschaltungen als Fortsetzung der vorbasaltischen Sedimentation bzw. viel wahrscheinlicher (da im Hangenden der Braunkohle) als Umlagerungsprodukt vorbasaltischen Materials auffassen.

Die Tone des Abschnittes A im Tagebau Wohnbach dagegen deuten durch das fast völlige Fehlen des Quarzes und durch die Seltenheit der durchsichtigen Schwerminerale an, daß es sich mehr oder weniger ausschließlich um verlagerte Verwitterungsprodukte der Vulkanite handelt. Daß solcher Befund nicht auf eine zu kleine Korngröße zurückzuführen ist, zeigt die Menge der Erz-Körner in der Schluff-Fraktion (vgl. dazu 4.3.).

Der Abschnitt B führt eine ganze Reihe neu auftretender Schwerminerale. Der Siderit, der Goethit und das Brauneisen können, da überwiegend Neubildungen im Sediment, für die Frage der Herkunft außer Betracht gelassen werden. Der Augit als Lokalmaterial zeigt an, daß während der Sedimentation des Abschnittes B weniger stark verwittertes Basaltmaterial in der Senke abgelagert wurde. Die hohen Prozentsätze an Titanit (und Bims an der Basis) im interglazialen Anteil des Elefantenlagers (= Prof. Q) und an Hornblende im Muddeton müssen dagegen als Zeugen erneuter vulkanischer Tätigkeit angesehen werden. Die Hornblenden im tieferen Vivianitschluff dürften auf Aufarbeitung und Umlagerungen des Liegenden zurückzuführen sein. Daß ein solcher

Umlagerungs-Schweif über dem Elefantenlager fehlt, deutet eine wesentlich stärkere Verlagerungsintensität bzw. eine Lücke zwischen den tonig-schluffigen Sedimenten des Abschnittes B und den Lössen des Abschnittes C an, die auch durch den fluviatilen Basaltschotter an der Basis der Lößserie wahrscheinlich gemacht wird. Demnach sollte eine wichtigere Erosionsdiskordanz dazwischen liegen.

Neben dem Lokalmaterial und den vulkanischen Einschaltungen sind der Granat und Epidot für diesen Profilabschnitt von besonderer Bedeutung. Beide Schwerminerale sind im heutigen fluviatilen Einzugsbereich der Hungener Senke nicht vorhanden und in allen Gesteinen, die als Lieferanten fluviatiler Sedimente während des Pleistozäns in Frage kommen, nicht bekannt. Diese Tatsache sowie der Zusammenhang hoher Werte für Granat und Epidot mit hohen Schluff- und Quarz-Gehalten im Sediment legt es nahe, hierin erste Anzeichen einer äolischen Komponente zu sehen.

Im Abschnitt C liegen Sedimente vor, die schon von ihrer Erscheinung im Gelände her eindeutig als Löss und damit als äolische Ablagerungen zu erkennen sind.

Einen ausgezeichneten Eindruck vom Schwermineralgehalt der äolischen Komponente bieten die reinen Schluffe des Lösses I. Dieses Sediment enthält in der schweren Fraktion nur Minerale der Fernkomponente, wie sie schon im liegenden Abschnitt B mit Granat, Epidot, Zirkon und Turmalin vertreten war. Die vulkanische Lokalkomponente fehlt fast völlig.

In den höheren, sandigen Lössen II bis IV dagegen unterdrückt der Augit als Lokalkomponente durch sein überreiches Angebot die übrigen Minerale im Diagramm. Die Augitkristalle gehören alle in die Sandfraktion. Die Beteiligung eigenständiger Tufflagen ist jedoch nach BMBUS (1973) nicht mehr völlig auszuschließen.

Der Gegensatz in der Mineralführung zwischen Löß I mit ausschließlich Schluff-Fraktion und Fernkomponente und den Lössen II bis IV mit Sandgehalt und fast 100 % Lokalkomponente zeigt deutlich die Anfälligkeit des Augits gegen Körnungseffekte, falls die Liefergebiete sich zwischenzeitlich nicht wesentlich geändert haben.

Die Hornblende-Häufung im Löß V und im darüber folgenden holozänen Kolluvium deutet weitere vulkanische Tätigkeit an. Sie läßt sich mit jungquartärem Vulkanismus in Verbindung bringen, wie er am Mittelrhein durch Eruptionszentren und u. a. auch in Hessen durch Tuff-Einschaltungen im Würm-Löß (vgl. SEMMEL 1967) nachgewiesen ist. Die Mineralführung des Kolluviums (Schicht VI) kann durch Umlagerung des Lösses V, möglicherweise jedoch auch durch Einfluß des Laacher-See-Tuffs bedingt sein.

4. 3. Mineralogische Untersuchung des Liegendtons (Profil A) im Tagebau Wohnbach (Hierzu Tab. 1)

(STADLER)

Einzelne Testanalysen ergaben, daß sich die Liegendtone gegenüber den Sedimenten der Hangend- und Deckschichten durch mineralogische Besonderheiten, und zwar insbesondere durch deutliche Gibbsit- und Imenitgehalte, auszeichnen. Aufgrund dieser Beobachtung erscheint es zweckmäßig, das 6,4 m mächtige Probenprofil detailliert chemisch und mineralogisch zu untersuchen. Chemisch³ wurden nur SiO₂, Al₂O₃, TiO₂ und Fe₂O₃ bestimmt, die jedoch — einschließlich der organischen Substanz — bereits etwa 100 % der Gesamtsubstanz ausmachen. Innerhalb des Profils sind sowohl nach den

³ Herrn Dr. WERNER danke ich für die Durchführung der chemischen Analysen.

chemischen Analysenergebnissen als auch nach dem röntgenographisch ermittelten Mineralbestand keine wesentlichen Differenzen festzustellen (Tab. 1). Die Liegendtone sind daher in ihrer Zusammensetzung weitaus homogener als die wechselhaften Hangend- und Deckschichten, die in ihrem Mineralbestand keine Anzeichen einer stärkeren chemischen Verwitterung erkennen lassen.

Vorherrschendes Material der Liegendtone ist Kaolinit. In allen Fällen handelt es sich, wie die röntgenographische Untersuchung zeigt, um eine Kaolinit-Varietät mit den charakteristischen Kennzeichen einer starken b-Achsen-Fehlordnung (= „Fire-clay“). — Die Molekularverhältnisse $\text{SiO}_2 : \text{Al}_2\text{O}_3$ der analysierten Proben liegen mit 1,64 bis max. 1,89 sämtlich deutlich unterhalb des spezifischen Wertes für Kaolinit (2,0). Da die Proben zudem noch freien Quarz — nach der Röntgenbeugungsanalyse in der Größenordnung von 2 — 3 Gew.-% — und etwas Illit enthalten, ergibt sich ein erheblicher Tonerdeüberschuß, der dem röntgenographisch nachgewiesenen Gibbsit zuzuschreiben ist. Geht man von dem o. a. Molekularverhältnis für Kaolinit (unter Berücksichtigung von 3% freier Kieselsäure) aus, so ergeben sich aus den Analysenergebnissen für das Probenprofil Gibbsitgehalte zwischen ca. 6 — 13 Gew.-%.

Bemerkenswert ist weiterhin der hohe, gleichfalls ziemlich gleichmäßige Titanoxid-Gehalt von 5,3 — 8,2 Gew.-% (im Mittel 7%), der nach der mineralogischen Analyse vorwiegend durch eine starke Ilmenitbeteiligung verursacht wird. Unter der Voraussetzung, daß sämtliches Eisen im Ilmenitgitter gebunden ist, errechnen sich für die Probenserie (bezogen auf die Rohsubstanz) Ilmenitgehalte zwischen ca. 6 — 10 Gew.-% bei einem Überschuß von 0,2 — 5 Gew.-% TiO_2 , das nach der mineralogischen Bestimmung als Rutil vorliegt.

Mikroskopische Untersuchungen wurden sowohl an Dünnschliffen als auch an Körnerstreu- und Körneranschliff-Präparaten durchgeführt. Für die beiden letzteren wurden nur die Schwermineralanteile ($D > 2,89$) der Kornfraktion $> 0,02$ mm verwendet. — Auch mikroskopisch waren innerhalb des Profils keine Abweichungen festzustellen. Die Proben können daher zusammenfassend beschrieben werden: Die mineralische Hauptkomponente Kaolinit bildet die submikroskopisch feinkörnige, vermutlich durch organische Beimengungen fleckig gelblich verfärbte Grundmasse der Tone. Gibbsit ist in der chemisch bzw. röntgenographisch nachgewiesenen Quantität mikroskopisch nicht erkennbar. Das Aluminium-Hydroxid dürfte daher zum wesentlichen Teil in kryptokristalliner Ausbildung mit dem Kaolinit vermischt sein. Nur gelegentlich sind bis zu 50 μm große, ballenförmige Anreicherungen von Gibbsit mit dichter bis radialstrahliger Struktur regellos verstreut dem Ton beigemischt (Taf. 1 Fig. 1). An Tonmineralien ist weiterhin etwas Illit vorhanden, der fast stets in Form länglicher, parallel flaseriger, kleiner Aggregate mit leistenförmigen Umrissen vorliegt. Wahrscheinlich handelt es sich um Pseudomorphosen, z. B. nach Glimmer oder auch Feldspat.

An bestimmbareren, gröberkörnigen mineralischen Komponenten enthält der Liegendton Quarz, Zirkon, Rutil sowie bevorzugt Erzminerale. Hinzu kommen untergeordnet nicht sicher zu diagnostizierende, körnige Zersatzaggregate mit mikrokristalliner Struktur („Alterite“ u. „Leukoxen“). Den Korngrößen nach gehören diese Beimengungen der Silt-, seltener der Feinsandfraktion an. — Der Quarz tritt teils in splitterartigen, häufig aber auch in kantengerundeten bis gut gerundeten Körnern ungleichmäßig verteilt auf (Taf. 1 Fig. 1). Die Korngrößen betragen wenige μm bis zu 0,2 mm, im Durchschnitt 20 — 30 μm . Bei einem Teil der Quarze könnte es sich um Verwitterungsneubildungen handeln, andere sind aufgrund ihrer Form sicherlich klastisches Fremdmaterial. Zirkon- und Rutilkörner sind nur sporadisch vorhanden. Bei sehr geringen

Korngrößen ($< 10 - 70 \mu\text{m}$) weisen sie idiomorphe, aber auch gut gerundete Formen auf (Taf. 1 Fig. 1 und Taf. 2 Fig. 1), die auf längere Transportwege schließen lassen. Erzpartikel (Korngrößen $5 - 80 \mu\text{m}$) sind massenhaft vorhanden und durchstäuben gleichmäßig die Tonmatrix (Taf. 1 Fig. 1). Vorwiegend handelt es sich um leistenförmige oder tafelig ausgebildete, unverrundete Ilmenitkristalle (Taf. 1 Fig. 2).

Der überwiegende Teil der Ilmenite ist völlig unverwittert und weist auch keine der sonst so charakteristischen Entmischungen von Hämatit oder Magnetit auf⁴. Lediglich akzessorisch sind entmischte Titanomagnetite mit den typischen Ilmenitlamellen erkennbar. Ihre Magnetitkomponente ist jedoch weggelöst, nur sporadisch führen sie noch feinste Martitrelikte (Taf. 2 Fig. 2). In keinem Fall wurde Magnetit — weder als selbständige Körner, noch in entmischter Form — beobachtet. Neben den unverwitterten Ilmenitkörnern sind relativ häufig (grob geschätzt 25 Korn-%) Erzpartikel vorhanden, bei denen es sich aufgrund der Form zweifellos um ehemalige Ilmenite handelt (Taf. 2 Fig. 2). Diese Körner bestehen jedoch aus einem isotrop wirkenden, weißgrau reflektierenden, nicht näher bestimmbar kryptokristallinen Gemenge. Offensichtlich handelt es sich um Pseudomorphosen von „Leukoxen“ nach Ilmenit. Dem röntgenographischen Befund und auch dem Erscheinungsbild nach sind es Rutilumbildungsprodukte, die evtl. mit Anatas oder auch Brookit innig vermischt sind. Da zwischen frischen Ilmeniten und den „Leukoxen“-Bildungen keine Übergänge zu beobachten sind, dürften diese Zersatzbildungen nicht in situ entstanden sein.

Schlusfolgerungen

Die Resultate zeigen, daß die in einem Seebecken (vgl. Abschn. 3.1.1.) zusammen mit organischen Substanzen sedimentierten Liegendtone eine sehr homogene mineralische Zusammensetzung aufweisen, die dem bereits häufig untersuchten⁵ intensiven tertiärzeitlichen Basaltzersatz des Vogelsberges entspricht. Außer diesem Material rein basaltischer Provenienz enthält das Tonsediment in nur sehr geringem Maße klastisches Fremdmaterial (ein Teil des Quarzes, Zirkone und Illitpseudomorphosen). Anzeichen für in situ entstandene Verwitterungsneubildungen sind nicht vorhanden. Die gesamte Mineralsubstanz ist daher umgelagert. Auch die bei den mikrofloristischen Untersuchungen festgestellten Verlandungsphasen (vgl. Abschn. 6.1.) waren ohne merkbaren Einfluß auf die qualitative Mineralführung des Sediments.

Zwei mineralogische Besonderheiten sind bezüglich der Genese des Liegendtones von Interesse, und zwar die gleichmäßige, mikrokristalline Durchmischung der kaolinitischen Matrix mit Gibbsit und die homogene „Durchstäubung“ des Tones mit Ilmenitpartikeln. — Charakteristisch für die fossile tropische Verwitterungsbildung im Bereich des Vogelsberges ist eine tiefgründige kaolinitische⁶ Basaltzersatzzone, die häufig von einer \pm mächtigen lateritischen Roterdedecke überlagert wird. Nur diese Roterden — nach HARRASSOWITZ (1926) allochthone Bildungen, nach SCHELLMANN (1966) autochthoner Entstehung — sind die Träger der bekannten Bauxitknollen des Vogelsberges. SCHELLMANN wies jedoch nach, daß auch in der kaolinitischen Basaltzersatzzone Gibbsit in ge-

⁴ Mit dem Elektromagneten lassen sich aufgrund der starken Massensuszeptibilität des Ilmenites bereits bei sehr niedriger Feldstärke reine Konzentrate gewinnen. Die Hand-Magnetscheidung ist wirkungslos. Demnach liegen keine Mischkristalle mit sehr hohem Fe_2O_3 -Gehalt ($> 25\%$ Fe_2O_3) vor.

⁵ Z. B. LIEBRICH (1891), SCHOTTLER (1928, 1937), HARRASSOWITZ (1921, 1926), FRIEDRICH-LAUTZ (1963), SCHELLMANN (1966), CABRAL (1973).

⁶ Auch in der basaltischen Zersatzzone liegt der Kaolinit in stark fehlgeordneter Form als „Fireclay“ vor (SCHELLMANN 1966).

ringer Menge und feinverteilter Form verbreitet ist. Vergleicht man die hier besprochenen Liegendtone mit dem kaolinitischen autochthonen Basaltzersatz, so ergibt sich sowohl chemisch⁷ wie auch im Mineralbestand eine sehr gute Übereinstimmung. Die Roterden sind hingegen — ganz abgesehen von den Bauxitknollen — durch deutlich niedrigere SiO_2 - und höhere Fe_2O_3 -Gehalte gekennzeichnet. Im Vogelsberggebiet sind Umlagerungen der charakteristischen Roterde-Bauxitkonkretionen verbreitet, stellenweise können sie sogar schichtige Rollager bilden. Anzeichen für Bauxitknollen waren jedoch im Liegendton nicht festzustellen. Diese Beobachtung läßt den Schluß zu, daß das Tonsediment — abgesehen von den spurenhafte Fremdmaterialbeimengungen — ausschließlich aus der kaolinitischen Basaltzersatzzone herzuleiten ist und somit die Roterden entweder zeitlich erst nach der Bildung des Liegendtones entstanden sein können oder bereits abgetragen waren. Möglicherweise waren Roterden im Einzugsgebiet auch gar nicht vorhanden. Hier müßten weitere Untersuchungen durchgeführt werden.

Ilmenite sind in den Basalten des Vogelsberges keine Seltenheit. Insbesondere LINDLEY (1926) wies nach, daß die primäre Erzkomponente der stärker sauren Basalte (auch als „Trapp“ bezeichnet) ausschließlich Ilmenite (in leistenförmiger Ausbildung) sind, während die mehr basischen Basaltvarietäten Titanomagnetite oder Magnetite enthalten. Hinsichtlich der Verwitterbarkeit der primären Basaltkomponenten des Vogelsberges stellte bereits SCHOTTLER (1928) fest, daß das Titaneisen, also der Ilmenit, aufgrund seiner außerordentlichen Resistenz, selbst gegen die lateritische Verwitterung, alle anderen Basaltminerale „überlebte“. Durch den unterschiedlichen Substanzverlust bei der tropischen Verwitterung wurde demzufolge der Ilmenit ebenso wie z. B. das Al_2O_3 im Verwitterungsrückstand, d. h. bereits auf der primären Lagerstätte, stark angereichert. Daß der Ilmenit während der Umlagerung durch Selektion keine sekundäre Konzentration erfuhr — hiergegen spricht seine gleichmäßige Verteilung im Sediment —, läßt sich durch seine sehr geringe Korngröße und/oder einen kurzen Transportweg erklären.

4.4. Ergebnis

(BOENIGK)

Nach den petrographischen Untersuchungen bietet sich folgende Interpretation an:

1. Liegendton und Zwischenmittel der Braunkohle lassen sich als Umlagerungsprodukte der umgebenden Basalte und deren Verwitterungsdecken deuten. Vor allem im Liegendton sind Hinweise auf umgelagertes Bodenmaterial einer warmen Verwitterung vorhanden.
2. Der Hellgraue Ton von Weckesheim enthält Komponenten, wie sie im Tertiär vertreten sind, das im Einzugsgebiet der Wetter ansteht.
3. Der Tiefere Sideritton ist mit dem Liegendton prinzipiell vergleichbar, wenn vom Siderit als Neubildung abgesehen wird.
4. Der Höhere Sideritton bis Vivianitschluff einschließlich führen, abgesehen von den jeweiligen größeren Basislagen mit weniger verwittertem Lokalmaterial, relativ hohe Schluffmengen, denen der Quarzgehalt parallel geht. Dieser Quarzgehalt läßt sich im Raum Wohnbach nicht über das fluviatile Einzugsgebiet ableiten. Er wird auf Lößein-

⁷ Vgl. z. B. Analysenwerte der Tab. 1 mit den Analysenwerten von SCHELLMANN (1966, Tab. 1) oder CABRAL (1973, Tab. 16).

wehung zurückgeführt, wofür auch die Fernkomponenten in der Schwermineralführung (Granat und Epidot) sowie möglicherweise (falls nicht vulkanogen oder biogen bedingt) ein teilweise geringer Kalkgehalt sprechen.

Im Muddeton deutet — abgesehen von der Schotterlehm-„Tuff“-Folge — ein hoher Gehalt an basaltischer Hornblende auf vorangegangene Neubelebung vulkanischer Förderung (mit unbekanntem Eruptionsort).

5. Das Elefantenlager fällt aus dem allgemeinen Bild der Tonig-schluffigen Hangendschichten heraus: niedriger Quarzgehalt bei hohem Schluff- und Sandgehalt sowie sehr hohem Kalkgehalt. Der bemerkenswerte Titanit- sowie der Bimsgehalt zeigen vulkanische Tätigkeit an, wobei der Eruptionsherd allerdings nicht im Vogelsberg, sondern eher in der Eifel zu suchen ist. Da in den ältesten Löß-Deckschichten (Prof. E) solcher Titanitgehalt als Umlagerungsprodukt fehlt, sollte dazwischen eine wichtige Erosionsdiskordanz liegen.

6. Die Löß-Deckschichten zeigen ähnlichen Aufbau und Zusammensetzung wie die Tonig-schluffigen Hangendschichten. Der generell höhere Sandanteil wirkt sich erwartungsgemäß in höherem Augitgehalt aus.

Im obersten Löß (V) und Kolluvium (VI) weisen hohe Anteile an Hornblende und Titanit auf weiteren Vulkanismus, dessen Spuren in der näheren Umgebung durch Tuffeinschaltungen im Löß bekannt sind (vgl. BİBUS 1973).

5. Paläomagnetik

(Koči)

Die Winterausgang 1972 bei der Entnahme der Proben in den Tagebauen I (Wohnbach-Berstadt = b) und III (Weckesheim = w) angetroffene Schichtenfolge ist in Abb. 16 dargestellt. In Abb. 17 werden dazu die ermittelten paläomagnetischen Daten gebracht. Gemessen wurden die Proben am Geophysikalischen Institut der ČSAV in Prag (zur Methodik vgl. Koči in BOENIGK et al. 1972).

In allen Proben wurde normale Magnetisierung gefunden. Allerdings sind in Wohnbach die Werte der Serien b2 und b3 wegen des hohen Anteils an Siderit gestört, da dieses während der Diagenese entstandene Mineral eine sehr große Instabilität der Magnetisierung bedingt. Trotzdem kann man die Richtung der Remanentmagnetisierung (RM) generell als + annehmen. Die Schichten in Weckesheim weisen dieselbe + Polarität auf, wie sie in Wohnbach gefunden wurde.

Die Folgen w2 und b6 lassen sich wegen ähnlichen Verlaufes von Deklination und Inklination vergleichen. Es handelt sich um den „Liegendton“.

Die Folge w1 zeigt einen in Wohnbach nicht vorhandenen Verlauf der Daten. Dies entspricht dem Geländebefund, wonach der „Hellgraue Ton“ seinerzeit nur in Weckesheim erfaßt wurde. Nach der Pollenanalyse wird die Schicht dem Praetigium zugeordnet.

Ein Vergleich mit der bei Brüggen am linken Niederrhein im Reuverium B (Grube 85) gefundenen paläomagnetischen Abfolge, die an anderer Stelle veröffentlicht wird, bringt:

- b1 — b3: jünger als Tonhorizont II — I bei Brüggen,
- b4: kann etwa „Brüggen“-Proben um Nr. 150 entsprechen,
- b5 — b6: älter als die in Brüggen II — I gemessene Abfolge.

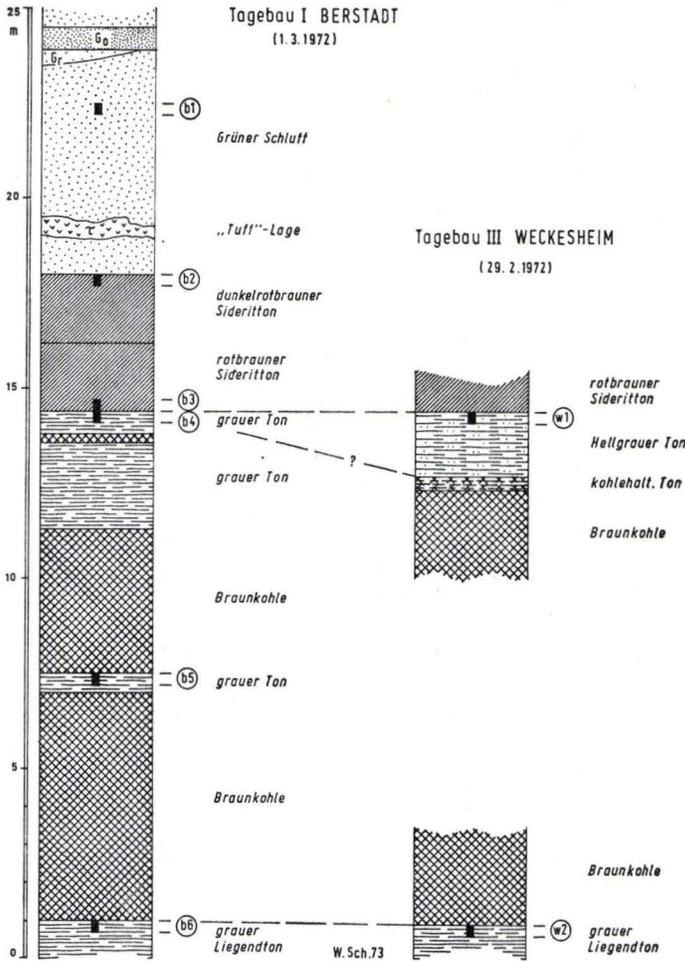


Abb. 16. Entnahmestellen der Paläomagnet-Proben.

Damit deutet sich, wie bei der Pollenanalyse, auch auf diese Weise eine Einstufung der Braunkohle von Wohnbach und Weckesheim an, die älter ist als das bislang paläomagnetisch erfaßte Reuverium B vom Niederrhein. Die Schichten liegen wahrscheinlich in der positiven GAUSS-Epoche.

Ob eine Einstufung der nicht durch Siderit gestörten Serie b1 mit ebenfalls normaler Magnetisierung in zeitlicher Nachbarschaft des Waaliums, wie sie durch die Pollenanalyse angedeutet wird (s. unten), in Frage kommt, bleibt vorerst offen. Trifft diese Möglichkeit zu, so sollte eine gewisse Ähnlichkeit mit dem aus Tonhorizont V und D vom Niederrhein her bekannten Verlauf der Meßreihen vorhanden sein (vgl. BOENIGK et al. 1972). Andererseits ist im „Grünen Schluff“ gemäß dem paläomagnetischen Verhalten selbst eine Zuordnung in die GAUSS-Epoche nicht völlig von der Hand zu weisen.

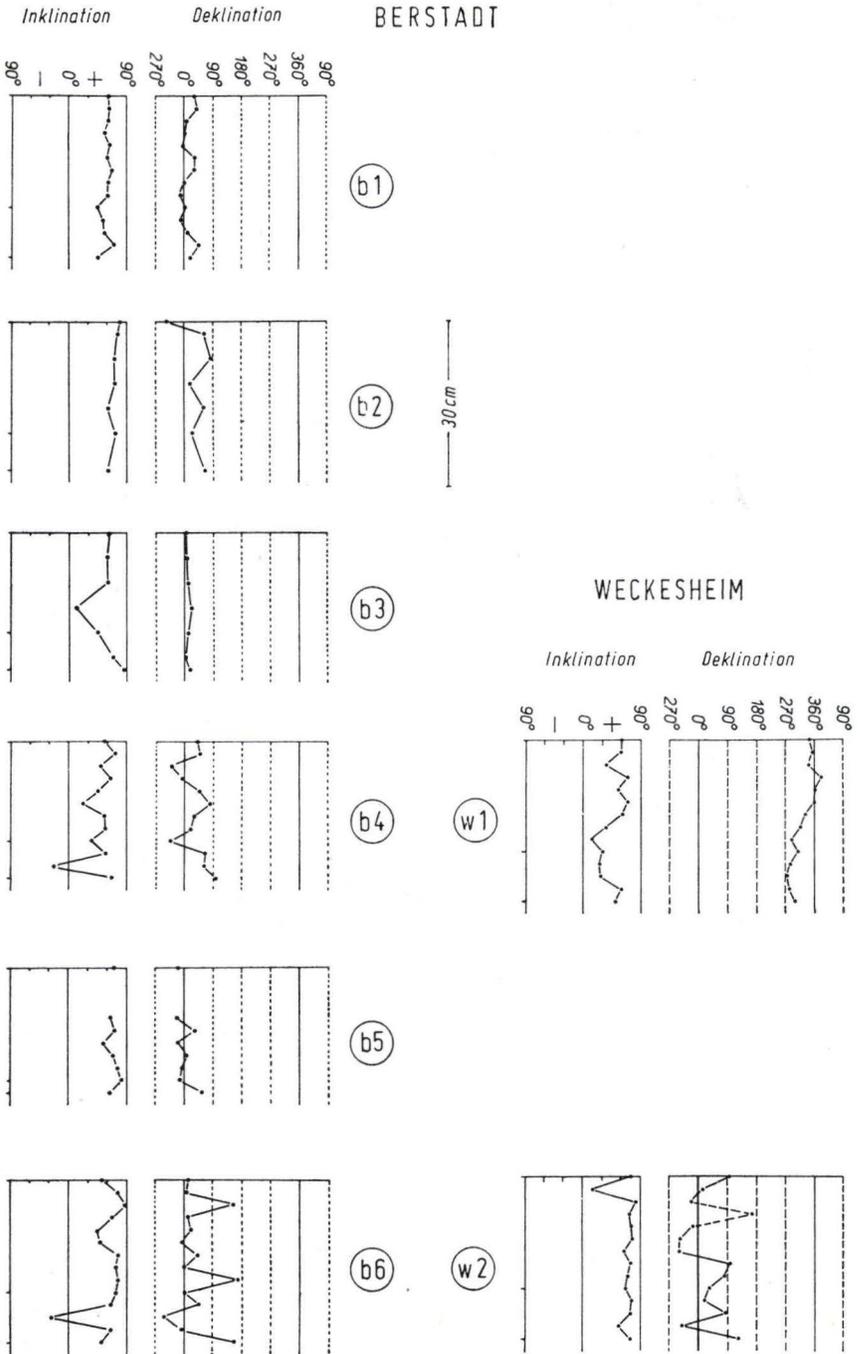


Abb. 17. Paläomagnetische Daten (vgl. Abb. 16).

6. Mikroflora

(V. D. BRELIE)

Die Gliederung des Pliozäns und des Altpleistozäns basiert in Nordwesteuropa vornehmlich auf mikrofloristischer Grundlage, wobei den Arbeiten im deutsch-niederländischen Grenzgebiet (z. B. ZAGWIJN 1960, 1963) eine besondere Bedeutung zukommt. Es bleibt aber doch noch eine Reihe von Fragen offen (BOENIGK, KOWALCZYK & BRUNNACKER 1972), und außerdem zeichnen sich im Pleistozän neue Gesichtspunkte hinsichtlich einer Erweiterung des z. Z. gebräuchlichen Gliederungsschemas ab (ZAGWIJN, VAN MONTFRANS & ZANDSTRA 1971).

Für die pollenanalytischen Untersuchungen wurden bei den Profilaufnahmen insgesamt 82 Proben sichergestellt. Davon stammen 73 Proben aus dem Tagebau Wohnbach (Tagebau I) und 9 Proben aus dem Tagebau Weckesheim (Tagebau III). Von diesem Untersuchungsmaterial gehören 34 Proben (31 aus Wohnbach und 3 aus Weckesheim) dem Pliozän und 48 Proben (42 aus Wohnbach und 6 aus Weckesheim) dem Pleistozän an. Während sich das pliozäne Material durch eine reichhaltige Pollenführung auszeichnete, erwiesen sich die Tonig-schluffigen Hangendschichten des Pleistozäns zum größten Teil als fossilfrei bzw. sie enthielten nur wenige Pollenexinen. Trotzdem lieferten diese, wenn auch z. T. recht spärliche Funde, Hinweise für die stratigraphische Einstufung der verschiedenen Horizonte in den Hangendschichten. Eine Übersicht über das Untersuchungsmaterial bringt Tab. 4, aus der die Probenbezeichnungen, die Verteilung auf die verschiedenen Profilschnitte und die Pollenführung zu entnehmen sind. Die Lage der einzelnen Proben innerhalb des Profils ist außerdem jeweils auf den entsprechenden Abbildungen angegeben. Zusätzlich ist ihre Position auch in die kombinierte Profilszusammenstellung (Abb. 14) eingetragen. Als pollenführend sind nur solche Proben erwähnt, die aufgrund ihrer Pollenfrequenz eine statistische Auswertung ermöglichen. Ausgezählt wurde jeweils auf 100 bzw. 200 Baumpollen. Das Untersuchungs- und Belegmaterial befindet sich unter den angeführten Labor-Nummern in der mikropaläobotanischen Sammlung des Geologischen Landesamtes Nordrhein-Westfalen in Krefeld (Tab. 4).

Die in den verschiedenen Horizonten des Pliozäns und Pleistozäns festgestellten Pollen und Sporen sind in der folgenden Fossilliste zusammengestellt, wobei die Anordnung der einzelnen Genera und Formspezies nach ihrem stratigraphischen Wert erfolgte. Bei den pliozänen und altpleistozänen Gattungen sind die entsprechenden Formspezies-Bezeichnungen in eckigen Klammern hinzugefügt:

A. Miozäne Florenelemente (d. h. Formen, die ihre Hauptverbreitung im Miozän oder noch älteren Schichten haben und die im Pliozän nur noch untergeordnet auftreten):

Sabalpollenites areolatus (R. POT.) R. POT.
Quercoidites henrici (R. POT.) R. POT., TH. & THGT.
Quercoidites microhenrici (R. POT.) R. POT., TH. & THGT.
Araliaceipollenites euphorii (R. POT.) R. POT.
Engelhardtioipollenites punctatus (R. POT.) R. POT.
Betulaceoipollenites bituitus (R. POT.) R. POT.
Triatriopollenites myricoides (KREMP) R. POT.

B. Pliozäne Florenelemente (d. h. Formen, die oberhalb des Pliozäns nicht mehr getroffen werden):

Sciadopitys [*Sciadopityspollenites serratus* (R. POT. & VEN.) RAAZT]

Gliederung	Profil	Abb.	Probe-Nr.	Labor-Nr.	Pollen-gehalt *)
I. <u>Liegendton</u>	A	6	A 16	60 891	+
			A 15	60 892	+
			A 14	60 893	+
			A 13	60 894	+
			A 12	60 895	+
			A 11	60 896	+
			A 10	60 897	+
			A 9	60 898	+
			A 8	60 899	+
			A 7	60 900	+
			A 6	60 901	+
			A 5	60 902	+
			A 4	60 903	+
			A 3	60 904	+
			A 2	60 905	+
			A 1	60 906	+
<u>Tagebau Weckesheim</u>					
<u>(Tagebau III):</u>					
Hangendschichten	L	16	L 20	61 608	+
			L 19	61 609	+
			L 18b	61 610	+
			L 13	61 611	+
			L 12b	61 612	+
Hellgrauer Ton		14	W 93	60 890	+
<u>Braunkohle</u>	L	14	L 3	61 613	+
			L 2	61 614	+
			L 1	61 615	+

+)

+ = pollenführend
- = pollenfrei

Sequoia, *Metasequoia* oder *Glyptostrobus* [*Sequoiapollenites polyformosus* (THGT.)⁸⁾
 Cupressaceae [*Inaperturopollenites dubius* (R. POT. & VEN.) TH. & PF.]
Taxodium [*Taxodiaceapollenites hiatus* (R. POT.) KREMP]
Liquidambar [*Periporopollenites stigmatosus* (R. POT.) RAATZ]
Nyssa (*Nyssapollenites* sp. sp.)
 ? Cupuliferae [*Cupuliferoideaepollenites quisqualis* (R. POT.) R. POT.]
 ? Cupuliferae [*Cupuliferoideaepollenites fallax* (R. POT.)]
Platanus [*Platanoides gertrudae* (R. POT.) R. POT., TH. & THGT.]
Castanea [*Cupuliferoipollenites oviformis* (R. POT.) R. POT.]
Castanea [*Cupuliferoipollenites pusillus* (R. POT.) R. POT.]
 cf. Cyrillaceae [*Cyrillaceapollenites exactus* (R. POT.) R. POT.]
 ? Araliaceae oder ? Cornaceae [*Araliaceopollenites edmundi* (R. POT.) R. POT.]

C. Altpleistozäne Florenelemente (d. h. tertiäre Relikte im Altpleistozän. Hierzu wird auch *Fagus* gezählt, da diese Gattung im mittleren und jüngeren Pleistozän in Mitteleuropa nicht vorkommt):

Tsuga [*Tsugaepollenites igniculus* (R. POT.) R. POT. & VEN. und
Tsugaepollenites viridifluminipites (WODEHOUSE) R. POT.]
Carya [*Subtrporopollenites simplex* (R. POT.) TH. & PF.]
Pterocarya [*Polyatriopollenites stellatus* (R. POT.) PF.]
Juglans [*Multiporopollenites maculosus* (R. POT.) TH. & PF.]
Eucommia [*Tricolpopollenites parmularius* (R. POT.) TH. & PF.]
Fagus

⁸⁾ Eine Unterscheidung der drei Gattungen ist anhand des Pollens nicht möglich. Daher wird im folgenden diese Pollenform mit cf. *Sequoia* bezeichnet.

D. Quartäre Florenelemente (d. h. Formen, die noch im Pleistozän und Holozän vorkommen):

<i>Pinus</i>	<i>Quercus</i>
<i>Picea</i>	<i>Ulmus</i>
cf. <i>Keteleeria</i>	<i>Tilia</i>
<i>Salix</i>	<i>Carpinus</i>
<i>Betula</i>	<i>Ilex</i>
<i>Alnus</i>	<i>Corylus</i>

E. Nichtbaumpollen und Sporen:

Gramineae	<i>Sparganium</i>
Cyperaceae	<i>Nymphaea</i>
Compositae	Polypodiaceae
<i>Artemisia</i>	<i>Pteridium</i>
Umbelliferae	<i>Osmunda</i>
Saxifragaceae	<i>Lycopodium</i>
Ericaceae	<i>Equisetum</i>
Chenopodiaceae	<i>Sphagnum</i>

6.1. Die pliozäne Mikroflora

6.1.1. Liegendton

Wie in den Tonen unterhalb der Wetterauer Hauptbraunkohle aus den Bohrungen Weckesheim 427 und 429 (LESCHIK 1956) bestimmen auch in dem Liegendton des Tagebaues Wohnbach (Prof. A, Abb. 6) *Pinus* und *Alnus* die Zusammensetzung der Pollenspektren. Schon GRUSCHKAU (1962) zeigte, daß hier unterhalb der Kohle auf weite Erstreckung Ton mit viel *Pinus*- und *Alnus*-Pollen ansteht. Jedoch lag bei den von ihm untersuchten Bohrungen jeweils nur eine Probe aus dem obersten Bereich des Tones vor. Das Pollendiagramm des Prof. A (Taf. 6) zeigt nun, daß dieses Florenbild über die gesamte Mächtigkeit des Tones (6,4 m) mehr oder weniger das gleiche bleibt. Gegenüber der *Pinus*-/*Alnus*-Dominanz treten alle übrigen Florenelemente weitgehend zurück, und die Anteile der einzelnen Gattungen bzw. Formspezies überschreiten nur mit wenigen Ausnahmen die 5-0/-Grenze. (So z. B. *Picea*, *Betula* und *Sciadopytis* je dreimal, *Quercus* und *Tsuga* je zweimal und schließlich *Salix*, cf. *Sequoia* und *Cupuliferoidae-pollenites fallax* je einmal.) Auffallend ist weiterhin, daß zahlreiche Formen nur sporadisch auftreten und daß geschlossene Pollenkurven vielfach fehlen. Die Tertiärpollen insgesamt sind gegenüber der hangenden Braunkohle (Prof. B, Abb. 7) bedeutend geringer vertreten. Sie erreichen dort Werte von 16,0 — 55,0 %, während ihre Anteile im Ton nur 10,0 — 24,5 % ausmachen. Auch die Beteiligung der Nichtbaumpollen und Sporen ist äußerst spärlich. Nur die Gramineen und Polypodiaceen überschreiten ein- bzw. zweimal die 10-0/-Marke.

Trotz dieser monotonen Zusammensetzung der Pollenspektren sind doch gewisse Veränderungen im Verlauf der Pollenkurven vorhanden, die z. T. dem petrographischen Aufbau des Profils parallel laufen. Das Profil läßt sich in zwei floristische Abschnitte gliedern, wobei der untere die Schichten 1 und 2 und der obere die Schicht 3 umfaßt. Bezeichnend für den unteren Abschnitt (Proben A1 — A9) ist eine relativ

höhere Beteiligung des Eichenmischwaldes und der Juglandaceen (*Carya*, *Pterocarya* und *Juglans*) sowie von *Ilex*, *Castanea* und cf. *Cyrilla*. *Corylus* findet sich bis zur Probe A 5, während *Fagus* ab Probe A 6 einsetzt. Fast gleichzeitig treten *Picea*, *Salix*, *Betula* und *Nyssa* etwas mehr in Erscheinung. Die Anteile der typisch pliozänen Pollen nehmen zur Schicht 2 hin zu. Der obere Abschnitt (Schicht 3 mit den Proben A 10 — A 16) ist gekennzeichnet durch höhere Anteile von *Sciadopitys* und *Nyssa* sowie durch das weitgehende Fehlen des Eichenmischwaldes, der Juglandaceen, von cf. *Cyrilla* und von *Castanea*.

Das unterschiedliche Verhalten der Gattungen und Formspezies (d. h. ihr mengenmäßiges Auftreten, ihr Einsetzen und ihr Verschwinden) ist teils ökologisch teils aber auch klimatisch bedingt. Im Profil des Liegendtones sind zwei Verlandungsphasen zu erkennen. Die erste endet mit der Schicht 2 und die zweite geht dann in die hangende Braunkohle über. Die erste Verlandung wurde zunächst noch einmal unterbrochen, und es kam mit der Schicht 3 erneut zu einer Sedimentation im offenen Wasser. Die ökologischen Verhältnisse in den Schichten 1 und 3 entsprachen also einander. Unter unveränderten Klimabedingungen wäre in beiden Schichten ein mehr oder weniger gleicher Verlauf der Pollenkurven zu erwarten gewesen. Da dieses jedoch nicht der Fall ist, müssen bei den Veränderungen der Flora klimatische Faktoren eine Rolle gespielt haben.

Die unteren Proben (A 1 — A 4) kamen in einem tieferen Seebecken mit randlichen *Alnus*-Bruchwäldern und Polypodiaceen-Beständen (Proben A 1, A 2) zum Absatz. Bei fortschreitender Auffüllung des Beckens schob sich ein randlicher Schilfgürtel (erkenntlich an den zunehmenden Gramineen-Werten in den Proben A 5 — A 7) in das offene Wasser vor. Gleichzeitig konnten sich *Salix*, *Betula* und auch *Picea* im Bruchwald ansiedeln, ebenso die Juglandaceen. Ebenso zeigt der Eichenmischwald jetzt einen verstärkten Anteil an der Vegetation. Die Endphase des ersten Verlandungsrythmus bildete dann ein *Pinus*-Moorwald (Schicht 2, Probe A 9) mit *Sciadopitys*.

Der erneute Anstieg von *Alnus* auf 50 % läßt die Auswirkungen des sich auch im Sedimentwechsel abzeichnenden Wasseranstiegs auf die Vegetation erkennen. Um den neuentstandenen See breitete sich wiederum ein *Alnus*-Bruchwald mit Polypodiaceen aus (Proben A 11 — 13), in dem jetzt als zusätzliche Elemente der Baumvegetation *Sciadopitys* und *Nyssa* eine gewisse Bedeutung haben. Die erneute Verlandung (Probe A 14) zeichnet sich auch hier wieder durch einen abermaligen Anstieg von *Salix* und *Betula* sowie der Gramineen und Cyperaceen ab, jedoch nicht so ausgeprägt wie im oberen Teil der Schicht 1. Die für den höheren Teil dieser Schicht typische Begleitvegetation von Juglandaceen, cf. *Cyrilla* und *Castanea* allerdings kam nicht wieder zur Ausbildung. Die sich in der Vegetationsentwicklung widerspiegelnden klimatischen Veränderungen werden zusammen mit der sich hieraus ergebenden stratigraphischen Ausdeutung im Anschluß an die Beschreibung der Pollenführung in der Braunkohle behandelt.

6.1.2. Braunkohle

Ergebnisse pollenanalytischer Untersuchungen aus der Hauptbraunkohle des Horloff-Grabens liegen in vollständigen Profilen von der Grube Römerstraße (Steigerschacht) und den Bohrungen Weckesheim 427 und 429 (LESCHIK 1956), der Grube Heuchelheim

(Wetterschacht im Westfeld; GRUSCHKAU 1962) und aus dem Tagebau Wohnbach (JANOSCHEK 1970) vor. Außerdem bearbeitete GRUSCHKAU (1962), wenn auch mit größeren Probenabständen, acht Bohrungen aus dem nördlichen Teil des Tagebaues Wohnbach. Alle Untersuchungsbefunde stimmen weitgehend überein und decken sich im großen und ganzen mit denen aus Prof. B des Tagebaues Wohnbach. Gewisse Abweichungen lassen sich leicht mit dem unterschiedlichen petrographischen Aufbau der einzelnen Profile, besonders mit dem differenzierten Wechsel zwischen Kohle und Toneinschaltungen erklären.

Bevor im einzelnen auf Übereinstimmungen und Unterschiede eingegangen sei, soll zunächst die floristische Entwicklung innerhalb des Prof. B (Taf. 6) aus dem Tagebau Wohnbach beschrieben werden. Grundsätzlich ist festzustellen, daß in der Braunkohle einschließlich der eingelagerten Ton-Horizonte die pliozänen Pollentypen einen erheblichen Anteil an der Zusammensetzung der Pollenspektren ausmachen. So ist schon zwischen der obersten Probe des Prof. A und der untersten Probe des Prof. B ein Anstieg von 19 auf 34 % zu verzeichnen. Der höchste erreichte Wert liegt bei 55 % (Probe B 28). Erst in den obersten drei Proben (B 29 — B 31) findet dann wieder ein Rückgang auf 16 — 24 % statt. Unter den pliozänen Gattungen sind vor allem cf. *Sequoia* und *Nyssa* als hervortretende Bestandteile der Baumvegetation zu nennen. Auffallend gering ist die Beteiligung von Juglandaceen, *Castanea* und *Liquidambar*. *Pinus* bleibt durchgehend ein bestimmender Faktor, *Alnus* dagegen geht im Laufe der Entwicklung zurück und wird durch *Betula* ersetzt. Die Nichtbaumpollen und Sporen spielen nur eine untergeordnete Rolle. Erst in den oberen drei Proben, in denen die pliozänen Elemente absinken, ist eine deutliche Ausbreitung von *Sphagnum* zu verzeichnen.

Die Kohle des Prof. B ist, wie sich aus dem Verlauf der Pollenkurven (Pollendiagramm 1, Taf. 6), der megaskopischen Beschaffenheit der Kohle (Abb. 7) und der Zusammensetzung der Mazerationsrückstände ergibt, aus verschiedenen Moortypen⁹ hervorgegangen. Die die Torfbildung einleitende oberste Gyttja des Liegendtones (Probe A 16) geht in einen *Alnus*-Bruchwald mit cf. *Sequoia*-, *Taxodium*- und Cypressaceen-Beständen über (Proben B 17, B 18). Der weitere Verlauf der Pollenkurven zeigt deutlich den Übergang vom feuchten Bruchwald zu einem trockeneren cf. *Sequoia*-Moorwald, erkenntlich an dem schnellen Anstieg von *Sequoiapollenites polyformus* auf 38 % (Probe B 19). Die erneute Absenkung des Untergrundes bewirkte wiederum eine Verschiebung zu nasseren Verhältnissen, die sich in der Ausbreitung von *Nyssa* und *Betula* widerspiegeln. Die Toneinschaltungen in den Schichten 3 und 4 des Profils wirken sich auf die Vegetation nicht aus, denn die Pollenkurven verlaufen bis zu der Probe B 23 äußerst regelmäßig. In der folgenden Probe (B 24) ist dann zusammen mit einem *Picea*-Anstieg ein neuerliches Trockenwaldstadium zu verzeichnen. Diese Waldentwicklung wurde infolge erneuter Absenkung und damit verbundener Überflutung unterbrochen und der Torf durch eine Tongyttja (Schicht 6) zugedeckt, entstanden in einem *Nyssa*-Überschwemmungswald (Probe B 25). Aus der Schicht 7 lag kein Untersuchungsmaterial vor. Die Schicht 8 zeigt wiederum einen cf. *Sequoia*-Wald mit *Nyssa* und *Betula* (Probe B 27). Ein *Taxodium*-*Nyssa*-cf. *Sequoia*-Bestand (Probe B 28) leitet die Schicht 9 ein. Von der Probe B 29 ab breiten sich *Pinus* und *Betula* zu Lasten der pliozänen Florenelemente aus bei gleichzeitigem Anstieg der *Sphagnum*-Werte (Proben B 29, B 30). Dieses Stadium entspricht einem *Pinus*-Hochmoorwald oder *Pinus*-Wald-

⁹ Die Bezeichnung der Moorvereine erfolgt in Anlehnung an LESCHIK (1956) und ALTEHENDER (1960).

hochmoor. In der letzten Probe (B 31), die etwa 50 cm unter der Flözoberkante entnommen wurde, macht sich ein neuerlicher Anstieg von cf. *Sequoia* bemerkbar. Ob dieser von nur vorübergehender Bedeutung war oder ob er längere Zeit eine Rolle spielte, muß wegen des zu großen Probenabstandes offenbleiben. In dem vorliegenden Braunkohlenprofil ist also insgesamt ein neunmaliger Wechsel der Moorvereine zu unterscheiden. Hierin zeichnen sich deutlich tektonische Bewegungen des Grabens ab.

Die aus dem Pollendiagramm des Prof. B abzuleitende Vegetationsentwicklung findet sich in gleicher Ausbildung sowohl in den von GRUSCHKAU (1962) aus dem nördlichen Bereich des Tagebaues Wohnbach beschriebenen Bohrungen als auch in den Profilen der Grube Römerstraße (Steigerschacht) und der Bohrungen Weckesheim 427 und 429 (LESCHIK 1956) wieder. Auch für den Tagebau Wölfersheim ist, soweit sich dieses aus den wenigen Angaben bei KIRCHHEIMER (1934) entnehmen läßt, ein entsprechender Vegetationsablauf anzunehmen. Das Pollendiagramm JANOSCHEKS (1970) aus dem Tagebau Wohnbach zeigt dagegen in seiner unteren Hälfte gegenüber dem Prof. B gewisse Abweichungen. Die Beteiligung der tertiären Pollen ist hier geringer, wobei vor allem cf. *Sequoia* nicht so hohe Werte erreicht. Statt dessen tritt allerdings *Nyssa* stärker in Erscheinung. Die obere Hälfte des Diagrammes von JANOSCHEK, gekennzeichnet durch einen deutlichen Anstieg von *Betula* und *Sphagnum*, läßt sich wiederum recht gut mit den höheren Proben des Prof. B parallelisieren. Verglichen mit den im Vorhergehenden erwähnten Profilen zeigt das Pollendiagramm des etwa 8,0 m mächtigen Flözes aus dem Wetterschacht im Westfeld der Grube Heuchelheim (GRUSCHKAU 1962) eine abweichende Entwicklung. Die tertiären Florenelemente sind hier nur mit ganz geringen Anteilen vertreten. Bestimmt wird die Florenzusammensetzung in der unteren Hälfte durch *Alnus* und in der oberen durch *Betula*, wobei gleichzeitig die *Sphagnum*-Werte ansteigen. Eine diesen Verhältnissen entsprechende Pollenvergesellschaftung findet sich in dem Profil Grube Römerstraße (Steigerschacht) zwischen 1,20 und 2,85 m (Proben 2 — 15), also im höchsten Teil des dortigen Pliozäns. Setzte man diesen Abschnitt des Profils Römerstraße der Kohle aus dem Wetterschacht Heuchelheim gleich, würde das bedeuten, daß die Kohlebildung und damit die Absenkung im Bereich von Heuchelheim viel später einsetzte als im Nordteil des Horloff-Grabens mit dem West- und Ostlager (vgl. Pollendiagramme Wohnbach und Römerstraße) und im Südteil des Grabens mit dem Kohlengebiet zwischen Dorn-Assenheim und Reichelsheim (Pollendiagramme Bohrungen Weckesheim 427 und 429). Allerdings muß dann die Absenkung im Bereich von Heuchelheim während der Bildung der jüngsten Kohleschichten stärker gewesen sein, wie die unterschiedliche Mächtigkeit evtl. gleichalter Kohlen zeigt (Römerstraße = 1,65 m, Wetterschacht Heuchelheim = 8,00 m). Eine Klärung dieses Problems setzt Spezialuntersuchungen voraus, die im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt werden konnten. Bemerkenswert erscheint der Hinweis, daß die Kohle von Heuchelheim offensichtlich ohne Einschaltung limnischer Tone direkt verwittertem Basalt aufliegt.

In der Wetterauer Hauptbraunkohle ist über ein größeres Gebiet hinweg ein gleicher Ablauf der Vegetationsentwicklung zu erkennen. Hieraus ergibt sich, daß einmal die Flözbildung im Horloff-Graben unter einheitlichen Sedimentationsbedingungen abgelaufen ist, und zum anderen, daß die Veränderungen in der Vegetationsentwicklung überwiegend klimatisch bedingt sind. Vergleicht man die Pollenführung der Wetterauer Hauptbraunkohle (einschließlich der in ihr enthaltenen Toneinschaltungen) mit derjenigen des Liegendtones, für den neben dem Prof. A/Tagebau Wohnbach vor allem die Bohrungen Weckesheim 427 und 429 zu nennen sind, so ist in den liegenden Schichten ein deutlicher Abfall des Anteiles der pliozänen Elemente festzustellen. Dieser Rückgang

ist selbstverständlich z. T. faziell bedingt¹⁰. Es müssen aber auch klimatische Gründe zu seiner Erklärung herangezogen werden, wie es sich sowohl aus den voneinander abweichenden Florenverhältnissen im unteren und oberen Teil des Liegendtones (Prof. A) als auch aus dem Verhalten der pliozänen Florenelemente in den Toneinschaltungen der Hauptbraunkohle ergibt, die gegenüber der reinen Kohle keinen Rückgang der pliozänen Pollen insgesamt aufweisen. Hier verschieben sich meist nur die Anteile von cf. *Sequoia* und *Nyssa* gegeneinander.

Ausgehend von der Verteilung der pliozänen Florenelemente sind in den pliozänen Ablagerungen des Horloff-Grabens drei Abschnitte zu unterscheiden: Ein unterer mit geringeren Anteilen pliozäner Formen (s. Prof. A des Liegendtones), ein mittlerer mit hohen Werten derselben (Prof. B, Proben B 17 — B 28) sowie ein oberer (Prof. B, Proben B 29 — B 31), in dem die pliozänen Pollen wieder zurückgehen. Den hohen Anteilen der pliozänen Leitformen in der Wetterau vergleichbare Werte, besonders auch von *Sequoiapollenites polyformosus* finden sich im Brunssumium des Rur-Grabens (ZAGWIJN 1959), im Pliozän von Wallensen (ALTEHENGGER 1960) und in den Braunkohlen des Feldes Wilmudsheim bei Alzenau (KILPPER 1967). Innerhalb des Brunssumiums unterscheidet ZAGWIJN zwei durch hohe Werte an tertiären Typen — vor allem von *Sequoiapollenites polyformosus* — gekennzeichnete Abschnitte A und C, die durch einen Abschnitt B mit niedrigen Anteilen tertiärer Formen getrennt sind. Eine entsprechende Dreigliederung zeigen auch die ALTEHENGERSCHEN Diagramme von Wallensen. Das dortige Unterflöz könnte dem Brunssumium A und B und das Mittel- und Oberflöz dem Brunssumium C entsprechen. Der im höheren Bereich des Unterflözes von Wallensen auftretende Rückgang von cf. *Sequoia* ist mit einem Anstieg von *Sphagnum* gekoppelt, eine Entwicklung, die auffallend mit dem Vegetationsablauf im Horloff-Graben übereinstimmt.

Es liegt durchaus der Schluß nahe, die Hauptbraunkohle der Wetterau ebenfalls in das Brunssumium A (Prof. B, Proben B 17 — B 28) und Brunssumium B (Prof. B, Proben B 29 — B 31) zu stellen. Für eine Einstufung in diese beiden Abschnitte des Brunssumiums spricht weiter auch das Vorkommen von *Araliaceipollenites edmundi*, einer Formspezies, die in den Niederlanden und in der Niederrheinischen Bucht im Reuverium, dem dortigen jüngsten Abschnitt des Pliozäns, nur noch ganz gelegentlich auftritt. LESCHIK (1956) fand außerdem Symplocaceenpollen (*Porocolpopollenites vestibulum*, *P. vestibuliformis* und *P. orbis*), deren Vorkommen ebenfalls für das Brunssumium typisch ist. In der gleichen Arbeit stellt LESCHIK damals schon die Wetterauer Hauptbraunkohle als „Älteres Reuver“ einem „Jüngeren Reuver“ der damals bekannten pollenanalytisch untersuchten Pliozän-Vorkommen des deutsch-niederländischen Grenzgebietes gegenüber und schreibt: „Die Verschiedenheit der Pollenfloren des Jüngeren und Älteren Reuver sind zum geringsten Teil auf fazielle Unterschiede zurückzuführen.“

Der Liegendton zeigt mit geringeren Anteilen der Tertiär-Elemente, einer gewissen Beteiligung von *Quercetum mixtum* und höheren *Pinus*-Werten durchaus Anklänge an das niederländische Susterium, welches das Brunssumium unterlagert.

Aus dem Braunkohlenflöz im Tagebau Weckesheim wurden drei Proben aus den obersten 40 cm untersucht. Alle drei stimmen in ihrer Pollenvergesellschaftung vollständig überein und zeigen das Vegetationsbild eines *Pinus-Betula-Sphagnum*-Waldhochmoores (Pollendiagramm 1, Taf. 6). Sie entsprechen damit den Proben B 29 — B 31 aus dem Tagebau Wohnbach.

¹⁰ Untersuchungen im Rur-Graben (ZAGWIJN 1959) und in der Niederrheinischen Bucht (v. D. BRELIE 1959) haben gezeigt, daß in Braunkohlen die Beteiligung der pliozänen Leitformen bedeutend größer ist als in gleichalten Tonen.

6.2. Die pleistozäne Mikroflora

Während die vollständigen Profile aus dem Pliozän eine eingehendere klimatisch-fazielle Ausdeutung ermöglichen, lassen die Einzelproben aus den Hangendschichten nur allgemein gehaltene Schlußfolgerungen zu. Bei pollenanalytischen Untersuchungen an Einzelproben ist nämlich nicht immer eindeutig zu entscheiden, ob das betreffende Spektrum faziell überprägt ist oder ob sich in ihm eine klimatische Entwicklungstendenz widerspiegelt. Das pleistozäne Alter des Siderittones wurde von LESCHIK (1956) pollenanalytisch belegt. Da in seinen Profilen jedoch die altpleistozänen Florenelemente fehlten, ließ er eine genauere Einstufung offen. JANOSCHEK (1970) hält den Sideritton insgesamt für eine Ablagerung unter kühleren Bedingungen und stellt ihn in das Praetiglium. Den wärmeren Hangendabschnitt der bunten Tone ordnet er aufgrund des Vorkommens von *Fagus* in das Tiglium ein.

Bei den neuen Probenaufsammlungen im Tagebau Wohnbach wurden in den pleistozänen Schichten aus den eingangs erwähnten Gründen leider keine vollständigen Profilserien entnommen, so daß bis auf das Prof. N, welches jedoch auch nur vier Proben umfaßt, ausschließlich Einzelproben zur Verfügung standen (siehe Pollendiagramm 2, Taf. 7). Auch aus den Deckschichten des Tagebaues Weckesheim lagen nur sechs Einzelproben vor (Pollendiagramm 2, Taf. 7). Wegen dieses Tatbestandes wurden die Pollenspektren in dem Diagramm allein nach ihrer relativen Lage zueinander eingetragen, ohne Rücksicht auf den maßstabgerechten Abstand. Die Anordnung der Gattungen erfolgte wiederum — wie bei dem pliozänen Pollendiagramm — nach dem stratigraphischen Wert. Ganz allgemein sei zunächst festgestellt, daß die pliozänen Leitformen fehlen und daß die tertiären Relikte des Altpleistozäns — wenn auch ganz untergeordnet — in allen Spektren warmzeitlichen Charakters auftreten. Unter den quartären Pollen überwiegen vor allem *Pinus* und *Alnus*. Der Eichenmischwald und die übrigen wärmeliebenden Bäume dagegen treten kaum in Erscheinung.

6.2.1. Tonig-schluffige Hangendschichten im Tagebau Wohnbach

Im Tieferen Sideritton waren nur drei Proben (B 32, C 32, C 33) pollenführend, wobei an altpleistozänen Formen in zweien davon *Tsuga* auftrat. Im übrigen bestimmten *Pinus*, *Alnus* und *Betula* die Zusammensetzung der Flora. Der Höhere Sideritton erwies sich als pollenfrei. In dem Torf (Probe J 8), der als Abschluß des Siderittones angesehen wird, fanden sich extrem hohe Anteile von *Alnus*, dazu an altpleistozänen Formen *Tsuga*, *Pterocarya* und *Eucommia*.

Der Grüne Schluff wiederum enthielt keinerlei Pollen. Das den Schluff überlagernde Prof. N endlich repräsentiert eine warmzeitliche Ablagerung. Das Profil zeigte folgenden Aufbau:

0,1 m	humoses Band	Probe N 4
0,3 m	Ton, braungrau	Probe N 3
0,1 m	Torf	Probe N 2
0,6 m	Schluff, lehmig, braungrau	Probe N 1

In dem lehmigen Schluff dominiert weitgehend *Betula*. Aber auch die Anteile der Nichtbaumpollen, besonders der Gramineen und Cyperaceen sind recht hoch. Andererseits werden auch wärmeliebende Bäume wie *Ulmus*, *Tilia*, *Carpinus* und *Corylus* angetroffen. In dem darüberliegenden Torf ändert sich das Bild. Jetzt herrscht *Alnus* vor und die Filicines übersteigen die 100-%-Marke bezogen auf $\Sigma BP = 100\%$. An die Stelle eines Sees ist nun ein *Alnus*-Bruchwald mit dichten Farnbeständen getreten. Diese

Pollenzusammensetzung bleibt bis auf die ausgeprägte Beteiligung von Filicines auch in den beiden oberen Proben (N 3, N 4) bestehen. An älteren Florenelementen kam in dem vorliegenden Profil nur einmal ein Pollenkorn von *Juglans* vor.

In den Pollenspektren aus der Rinnenfüllung (nur die Probe D 51 erwies sich als pollenführend) und dem Muddeton, aus dem die Proben D 55 und F 81 Pollen enthalten, überwiegen *Pinus*, *Picea* und *Betula*. Die wärmeliebenden Bäume treten dagegen fast vollständig zurück und fehlen in der Probe F 81 sogar gänzlich. An altpleistozänen Formen sind lediglich *Tsuga* und *Juglans* zu verzeichnen. Der allgemeine Befund spricht für die kühle Endphase eines altpleistozänen Interglazials. Der gesamte Vivianitschluff wiederum erwies sich als pollenfrei. Im Basisbereich des Höheren Teils des Elefantentagers (Proben F 89, F 90) fand sich eine kaltzeitliche Flora mit *Betula*-Dominanz. Der Höhere (i.e.S.) Teil des Elefantentagers besitzt einen ausgesprochen warmzeitlichen Charakter, wobei sich die Seekreide (Probe F 91) durch ein *Ulmus*-Maximum auszeichnet. Der darüberliegende Torf (Probe F 92) mit hohen *Alnus*- und Filicines-Werten dokumentiert einen *Alnus*-Bruchwald. Auch *Tsuga* tritt hier noch auf.

6.2.2. Profil im Tagebau Weckesheim

Aus Prof. L (Abb. 14; Pollendiagramm 2, Taf. 7) des Tagebaues Weckesheim standen neun Proben zur Verfügung, die alle eine reichhaltige Pollenführung aufwiesen. Drei dieser Proben waren dem Hangenden des Braunkohlenflözes (Taf. 6) und sechs den Deckschichten entnommen. Im tiefsten Teil dieser hangenden Schichten, dem Hellgrauen Ton (Schicht 3 des Prof. L, Probe W 93), wurde eine Mikroflora angetroffen, welche fast nur aus *Pinus* besteht. Dazu fanden sich einige wenige Pollenkörner von *Salix*, *Betula* und *Alnus*, während alle sonstigen wärmeliebenden Baumpollen fehlten. Die Summe der Nichtbaumpollen ist zu gering, als daß von einer aufgelockerten Baumvegetation gesprochen werden könnte. Unter den Sporen tritt lediglich *Sphagnum* hervor. Da aufgrund der guten Erhaltung der *Pinus*-Pollen eine Zersetzungsauslese für das vorliegende Pollenspektrum nicht verantwortlich gemacht werden kann, muß es sich hier um eine kaltzeitliche Flora handeln.

Die höheren Abschnitte des Profils über dem Sideritton, aus dem selbst keine Proben zur Verfügung standen, lieferten dagegen warmzeitliche Pollenspektren. In der Tonlage mit Hölzern (Schicht Nr. 7, Probe L 12 b) dominiert *Alnus* mit 82%. In der Torfgyttja (Schicht Nr. 12, Probe L 13) bestimmen *Pinus*, *Picea* und *Salix* das Florenbild, wobei altpleistozäne Florenelemente fehlen. Diese erscheinen mit *Tsuga* und *Pterocarya* erst in der Mudde, den höchsten Schichtgliedern (Schicht Nr. 13, Probe L 18 b; Schicht Nr. 19, Proben L 19, L 20) des Profils L. Damit zeigt die Vegetationsentwicklung hier eine auffallende Übereinstimmung mit den von JANOSCHEK (1970) beschriebenen Verhältnissen aus den Hangendschichten seines Normalprofils des Tagebaues Wohnbach.

6.2.3. Zeitliche Einstufung der Hangendschichten

Floristisch lassen sich in den Hangendschichten zwei deutliche Kaltzeiten erkennen: eine untere in dem Hellgrauen Ton des Profils L, Tagebau Weckesheim (Probe W 93), also an der Basis der pleistozänen Folge, und eine obere im Basisbereich des Höheren Teils des Elefantentagers (Tagebau Wohnbach, Proben F 89, F 90). Als ausgesprochen warmzeitliche Ablagerungen, d. h. als solche, die zur Zeit eines interglazialen Klima-

optimums entstanden, lassen sich die Proben J 8, N 2 — N 4 sowie F 91 und F 92 ansprechen. Die Proben B 32, C 32 und C 33 aus dem Tieferen Sideritton dürften einem interglazialen Abschnitt vor oder nach dem Wärmeoptimum zuzuordnen sein, die Proben D 51, D 55 und F 81 — soweit dieses aus den wenigen Einzelproben zu erkennen ist — der Endphase eines Interglazials. Sie könnten nach der Florenentwicklung dem sich in den Proben N 1 — N 4 abzeichnenden Interglazial angehören. Damit ist floristisch mit zwei bzw. drei Warmzeiten zu rechnen, deren stratigraphische Zuordnung jedoch gewisse Schwierigkeiten bereitet. Festzustellen ist zunächst, daß sich in allen entsprechenden Proben, wenn auch nur in geringer Anzahl, altpleistozäne Pollenkörner finden, womit die Deckschichten insgesamt dem tieferen Pleistozän angehören. Typische Florenvergesellschaftungen, die ihrerseits eine genaue Einstufung ermöglichen, fehlen. Als einziger entsprechender Hinweis könnte das *Ulmus*-Maximum in der Probe F 91 angesehen werden, das eine Parallelisierung mit dem Interglazial von Westerhoven (ZAGWIJN & ZONNEVELD 1956) nahelegt. Nach neuen Untersuchungsergebnissen von ZAGWIJN (ZAGWIJN, VAN MONTFRANS & ZANDSTRA 1971) lassen sich in den Niederlanden oberhalb des Menapiums zwei weitere Interglaziale nachweisen (Arbeitsbezeichnung: Interglazial I und Interglazial II), die älter sind als der Cromer-Komplex (Cromerium und Pastonium, WEST & WILSON 1966). Das Interglazial-Vorkommen von Westerhoven stellt ZAGWIJN in das Interglazial II und korreliert es mit den Interglazialen von Ølgod und Harreskov in Dänemark (ANDERSEN 1965).

Der Hellgraue Ton ist zweifelsohne dem Praetiglium im Sinne von ZAGWIJN (1960), d. h. der ältesten pleistozänen Kaltzeit zuzuordnen. Verteilt man nun zwischen dem Praetiglium einerseits und dem Interglazial II bzw. dem Cromer-Komplex andererseits die übrigen sich in den Hangendschichten abzeichnenden Warmzeiten, so würde sich für den Tieferen Sideritton das Tiglium, für den Torf oberhalb des Höheren Siderittones einschließlich der organischen Ablagerungen über dem Grünen Schluff das Waalium oder ein jüngerer Interglazial anbieten. Die an der Basis des Grünen Schluffes auftretenden kaltzeitlichen Ablagerungen (Schotterlehm-, „Tuff“-Folge und Löß) könnten einer Klimaschwankung im Waalium entsprechen. Die hier skizzierte stratigraphische Einstufung ist jedoch recht problematisch. Sie bedarf selbstverständlich einer Überprüfung an weiteren Aufschlüssen und kann nur als Diskussionsgrundlage angesehen werden. Wegen der unsicheren und teilweise auch mehrdeutigen Ergebnisse der Pollenanalyse wurden auf dem Pollendiagramm 2 die stratigraphischen Einheiten mit einem ? versehen.

Die genauere stratigraphische Einstufung der Schichten oberhalb des Siderittones im Tagebau Weckesheim ist floristisch nicht möglich. Ebenso lassen sich keine direkten Beziehungen zu den Hangendschichten des Tagebaues Wohnbach herstellen.

7. Fauna

(TOBIEN)

Anfang des Jahres 1949 wurde im Schacht „Römerstraße“ der PREAG (damals HEFRAG) bei Wölfersheim im Liegenden der dort unter Tage abgebauten Hauptbraunkohle eine reichhaltige Säugerfauna entdeckt (für weitere Einzelheiten s. TOBIEN 1952). Die Knochen- und Zahnreste fanden sich etwa 1—2 m unter der Unterkante des Flözes in einem grauen und schwarzen Letten verstreut, oder in linsenartigen Anreicherungen (Abb. 1, 3).

Dieser Letten entspricht lithostratigraphisch dem „Liegendton“, die „Hauptbraunkohle“ der „Braunkohle“ in den Tagebauen Wohnbach und Weckesheim sowie in dieser Abhandlung.

Für die hier nur interessierende Beurteilung der biostratigraphischen Altersstellung der Lokalfauna und damit des Liegendtones kommen als wichtigere Arten in Betracht:

Insectivora

- *Desmana cf. nehringi* KORMOS 1913
- Petenya hungarica* KORMOS 1934

Primates

- Dolichopithecus ruscinensis* DEPERET 1889
- „*Semnopithecus*“ *monspessulanus* GERVAIS 1848

Rodentia

- Pliopetaurista pliocaenica* (DEPERET 1897)
- Eomyide n. g. n. sp. cf. *Leptodontomys*
- Castor cf. praefiber* DEPERET 1897
- Apodemus atavus* HELLER 1936
- Trilophomys* sp.
- Baranomys loczyi* KORMOS 1933
- Germanomys* sp.
- Mimomys stehlini* KORMOS 1931
- Cseria gracilis* KRETZOI 1959
- Amphidyromys pusillus* HELLER 1936
- Glis* sp.
- Muscardinus* sp.

Lagomorpha

- Prolagus bilobus* HELLER 1936
- Hypolagus beremendensis* (PETENYI 1854)
- Alilepus* sp.
- Pliopentalagus dietrichi* (FEJFAR 1961)

Carnivora

- Parailurus anglicus* (DAWKINS 1888)
- Pannonictis* sp.
- Helarctos arvernensis* (CROIZET & JOBERT 1828)

Proboscidea

- Anancus arvernensis* CROIZET & JOBERT (1828)
- Mammut borsoni* (HAYS 1834)

Perissodactyla

- Hipparion* sp.
- Dicerorhinus megarhinus* DE CHRISTOL 1835
- Tapirus arvernensis* DEVÈZE & BOUILLET 1827

Artiodactyla

- Sus minor* DEPERET 1891
- Cervocerus cf. wenzensis* CZYZEWSKA 1960

Zur Altersstellung: *Anancus arvernensis*, *Mammut borsoni* und *Dicerorhinus megarhinus* weisen auf ein nach-unterpliozänes Alter (Unterpliozän hier für Vallesium + Turolium = Pontium im weiteren Sinne olim). Diese Taxa sowie die Primaten, *Pliopetaurista*, *Castor praefiber*, *Trilophomys*, *Helarctos arvernensis*, *Hipparion* sp., *Tapirus arvernensis*, *Sus minor* sind Elemente der Lokalfaunen von Montpellier-Roussillon, die das höhere Pliozän in der Säugerchronologie des Jungtertiärs charakterisieren.

Daneben finden sich jedoch Anzeichen für ein etwas jüngeres Alter der Wölfersheimer Säugergesellschaft: Der Urside, Tapir, *Sus minor*, *Dicerorhinus* sind etwas weiter evoluiert als die entsprechenden Vertreter im Montpellier-Roussillon-Komplex (TOBIEN 1970: 81). Dazu treten Taxa, die in diesen Lokalfaunen fehlen oder nur untergeordnet vertreten sind. Hierzu gehören vornehmlich die Insectivoren, der Eomyide, *Baranomys*, *Germanomys*, *Mimomys*, *Cseria*. Sie geben der Wölfersheimer Fauna ein etwas jüngeres Gepräge gegenüber der Montpellier-Roussillon-Fauna, in der Muriden dominieren (10 Arten: MICHAUX 1971: 55), die genannten Arvicoliden bzw. microtoiden Cricetiden dagegen fehlen (bis auf wenige Exemplare von *Mimomys stehlini* in der Roussillon-Lokalfauna von Serrat d'en Vaquer: MICHAUX 1971: 55). Demgegenüber sind in Wölfersheim die Muriden verarmt, nur eine Spezies (*Apodemus atavus*) ist vertreten. Hier zeigt sich der von KRETZOI (1962: 369) erkannte Unterschied zwischen älteren Muriden-Faunen und jüngeren Arvicoliden-Faunen innerhalb des Oberpliozäns. Er ist im Prinzip nicht durch geographische oder ökologische Unterschiede bedingt.

Für diese zwei zeitlich aufeinander folgenden Faunenhorizonte (sie sind auch durch weitere Lokalitäten in Europa belegt) hat KRETZOI (1962: 375, 376) die Namen Ruscium bzw. Csarnotium (= Csarnotium) vorgeschlagen. Zu letzterem wäre — neben anderen — die Wölfersheimer Lokalfauna zu stellen; in das Ruscium gehören — neben anderen — die Lokalfaunen von Montpellier-Roussillon mit ihrer Muriden-Dominanz (TOBIEN 1970: Tabelle S. 79).

Jünger als Wölfersheim sind die Säugerfaunen des Villafranchiums, die in einen älteren, mittleren und jüngeren Komplex unterteilbar sind (TOBIEN 1970, dort weitere Literatur). Hier sind bereits Elefanten (*Archidiskodon*), Pferde (*Equus*, *Allohippus*) und Rinder (*Leptobos*) vertreten, die in Wölfersheim fehlen. Ferner ist der Cervide (*Cervocerus* cf. *wenzensis*) von Wölfersheim (sowie weitere Cerviden von dort) nicht mit den Hirschen des Villafranchiums vergleichbar, sondern gehört noch einem älteren Formenkreis an. Ferner sind die *Mimomys*-Formen — auch schon im älteren Villafranchium — weiter entwickelt (*Mimomys polonicus* in Etouaires: MICHAUX 1970).

In einer tabellarischen Darstellung ergibt sich nach obigem als Abfolge der Faunen:

Oberes Villafranchium	(Lokalfaunen von Tegelen, Senèze, Val d'Arno superiore und andere)
Mittleres Villafranchium	(Lokalfaunen von Roccaneyra, St. Vallier und andere)
Unteres Villafranchium	(Lokalfauna von Etouaires und andere)
Csarnotium	(Lokalfauna von Wölfersheim, Gundersheim p.p. [Rheinhessen], Csarnota-2 [Ungarn], Ivanovce [ČSSR], Weże [Polen] und andere)
Ruscium	(Lokalfaunen von Montpellier, Roussillon und andere)
Unterpliozän	(Lokalfaunen des Turoliums und Vallesiums: sog. <i>Hipparion</i> -Faunen)

Für die Lage der Grenze Pliozän/Pleistozän in dieser Abfolge sind verschiedene Möglichkeiten im Gebrauch, die hier im einzelnen nicht erörtert werden können. Eine Regelung durch internationale Gremien ist im Gange. Danach scheint es bisher so, daß

der höhere Teil des Villafranchiums dem Pleistozän zugerechnet werden soll, die älteren Abschnitte, Ruscinium und Csarnotium eingeschlossen, Teile eines jüngeren Pliozäns bilden, das auf das ältere Pliozän: Vallesium/Turolium folgt.

Die Profile der Tagebaue, speziell des Tagebaues Wohnbach, liefern einigen Anhalt für die Frage, welche Schichtglieder, Schichtlücken bzw. Diskordanzen der oben aufgeführten Stufenfolge nach Säugerfaunen oberhalb des Csarnotiums entsprechen könnten, und zwar mittels folgender Erwägung: Der Tiefere Sideritton (3.2.2.) gehört nach mikrofloristischen Überlegungen (6.2.3.) vermutlich in das Tiglium. Die an der Typlokalität Tegelen vorhandene Mikroflora ist mit einer Säuger-Lokalfauna assoziiert, die in das Obere Villafranchium der obigen Gliederung gehört. Der Tiefere Sideritton könnte demnach — grosso modo — dem Oberen Villafranchium entsprechen.

Die zwischen Liegendton und Tieferem Sideritton befindlichen lithologischen Einheiten: Braunkohle und Hellgrauer Ton würden nebst ihren Diskordanzen bzw. Schichtlücken in ihrem zeitlichen Umfang jenen biostratigraphischen Einheiten entsprechen, die durch das Untere und Mittlere Villafranchium der obigen Stufengliederung repräsentiert sind; wobei naturgemäß offen ist, wie weit das Csarnotium nach oben, etwa bis in die Braunkohle hineinreicht, wofür manches spräche.

Säugerreste sind jedoch bisher in der Abfolge Braunkohle—Hellgrauer Ton nicht angetroffen worden.

Erst in den höheren Teilen der Tonig-schluffigen Hangendschichten, im oberen Teil des „Elefantenlagers“ (3.2.9.), ist — neben stark zerbrochenem Skelett- und einigen Fußwurzel-Knochen — ein voll angekaufter rechter unterer Molar eines *Archidiskodon meridionalis* (NESTI 1825) aufgefunden worden (3.2.9.). Hierbei handelt es sich um eine progressive Form, die Anklänge an *Mammuthus trogontherii* (POHLIG 1885) aufweist. Der Molar ist, was den Längen-Lamellen-Quotienten und Schmelzdicke betrifft, gegenüber den typischen *M. trogontherii* aus der Hauptfauna der Mosbacher Sande deutlich archaischer, andererseits gegenüber typischen Vertretern von *A. meridionalis* aus dem Oberen Villafranchium in den genannten Merkmalen deutlich progressiver (eine ausführliche Beschreibung und Abbildung erfolgt an anderer Stelle).

Der Einordnung der Fundschicht in ein tieferes Cromerium (9.3.) würde der obige Befund eines progressiven, trogontherioiden *Archidiskodon meridionalis* nicht entgegenstehen.

Aus dem Elefantenlager kommt ferner (3.2.9., Prof. F, Detailprofil Q, Schicht 8, Taf. 8) ein Oberkieferfragment mit P⁴-M² sin., das als *Sorex* sp. (spitzmausartiger Insectivor) zu bestimmen ist.

8. Das mittelpleistozäne Interglazial von Berstadt

(KEMPF)

8.1. Vorbemerkungen

Im Tagebau I zwischen Wohnbach und Berstadt zeichnete sich der untere Bereich des Prof. F (Abb. 10) durch einige Besonderheiten aus. Zu diesen zählte neben dem auffallenden Kalkgehalt der siltigen Sedimente vor allem der Fund von Elefantenresten, weshalb dieser Profilabschnitt auch als Elefantenlager bezeichnet wurde (Abb. 14).

Als Detailprofil Q (Taf. 8) wurde den Sedimenten (Elefantenlager, Höherer Teil — vgl. 3.2.9.) eine lückenlose Probenserie in der Form eines Schlitzprofils entnommen. Aus den

Schlammrückständen dieser Proben konnte eine große Zahl verschiedenartiger Mikrofossilien ausgelesen und bestimmt werden, die darauf hinweisen, daß hier die Ablagerungen eines mittelpleistozänen Interglazials vorliegen.

8.2. Fossilführung

Pflanzliche Mikrofossilien (mit Ausnahme der Mikrosporen und Diatomeen)

Blättchen verschiedenartiger Laubmoose	<i>Chara</i>
Oogonien von	<i>Nitellopsis obtusa</i>
Megasporen von	<i>Azolla filiculoides</i> (Taf. 5)
Blattzähne von	<i>Stratiotes</i>
Früchte oder Samen von	<i>Alisma plantago-aquatica</i>
	<i>Betula pubescens</i>
	<i>Carex</i> (mehrere Arten)
	<i>Ceratophyllum demersum</i>
	<i>Cicuta virosa</i>
	<i>Euryale ferox</i>
	<i>Hippuris vulgaris</i>
	<i>Lycopus europaeus</i>
	<i>Menyanthes trifoliata</i>
	<i>Myriophyllum spicatum</i>
	<i>Nuphar luteum</i>
	<i>Potamogeton</i> (mehrere Arten)
	<i>Ranunculus aquatilis</i>
	<i>Ranunculus lingua</i>
	<i>Ranunculus sceleratus</i>
	<i>Sagittaria sagittifolia</i>
	<i>Sambucus</i>
	<i>Scirpus lacustris</i>
	<i>Solanum dulcamara</i>
	<i>Sonchus arvensis</i>
	<i>Typha</i>
	<i>Urtica dioica</i>
	<i>Viola palustris</i>
	<i>Zannichellia palustris</i>

Tierische Mikrofossilien

Schwämme: Nadeln von	<i>Spongilla</i>
Bryozoen: Statoblasten von	<i>Cristatella mucedo</i> (Taf. 5)
Muscheln: Klappen von	<i>Pisidium</i> (mehrere Arten)
Schnecken: Gehäuse von	<i>Ancylus fluviatilis</i>
	<i>Armiger crista</i>
	<i>Gyraulus albus</i>
	<i>Gyraulus laevis</i>
	<i>Segmentina nitida</i>
	<i>Succinea</i>
	<i>Valvata cristata</i>
	<i>Valvata piscinalis</i>
Deckel von	<i>Bithynia tentaculata</i>
Ostrakoden: Schalen von	<i>Candona caudata</i>
	<i>Candona compressa</i>
	<i>Candona weltneri obtusa</i>
	<i>Candona</i> sp. (2 oder 3 weitere Arten)
	<i>Cyclocypris serena</i>
	<i>Cypridopsis vidua</i>

Cyprinotus salinus
Cytherissa lacustris
Darwinula stevensoni
Eucypris serrata
Herpetocypris reptans
Ilyocypris cf. gibba
Ilyocypris quinculminata (Taf. 3)
Limmocythere sanctipatricii
Paracandona euplectella
Paralimmocythere compressa
Potamocypris
Prionocypris zenkeri
Scottia tumida (Taf. 4)

Insekten: Flügeldecken von Käfern (mehrere Arten)
 Fische: Zähne von *Esox lucius*
 Schlundzähne, Schuppen und Knochen von Cypriniden

8.3. Paläoklimatologische Analyse der Fossilführung

Die Frage, ob es sich bei den Sedimenten aus dem Detailprofil Q um warmzeitliche oder kaltzeitliche Ablagerungen des Pleistozäns handelt, kann durch die artliche Bestimmung der pflanzlichen und tierischen Mikrofossilien zuverlässig beantwortet werden.

Von den nachgewiesenen Pflanzen sind, wie sich im wesentlichen aus der Datenübersicht in Godwin 1956 ergibt, fossile Reste folgender Arten bzw. Gattungen bislang ausschließlich in warmzeitlichen Sedimenten gefunden worden: *Nitellopsis obtusa*, *Azolla filiculoides*, *Stratiotes*, *Ceratophyllum demersum*, *Euryale ferox*, *Sagittaria sagittifolia* und *Solanum dulcamara*. Die übrigen Pflanzen sind ebenfalls alle schon in interglazialen bzw. postglazialen Ablagerungen angetroffen worden, fanden sich darüber hinaus aber auch in spätglazialen oder in einigen Fällen sogar in hochglazialen Sedimenten.

Von den artlich bestimmten Mollusken sind folgende nach Ložek 1964 für warmzeitliche Ablagerungen kennzeichnend: *Ancylus fluviatilis*, *Armiger crista*, *Bithynia tentaculata*, *Segmentina nitida* und *Valvata piscinalis*. Die übrigen können auch in kaltzeitlichen Sedimenten gefunden werden.

Von den Ostrakoden sind *Scottia tumida* und *Ilyocypris quinculminata* bisher nur in interglazialen Sedimenten nachgewiesen worden. Unsere Kenntnisse vom Vorkommen limnischer Ostrakoden in pleistozänen Ablagerungen Europas sind ansonsten noch sehr lückenhaft. Es ist deshalb z. Zt. kaum möglich, mit genügender Sicherheit alle Arten zu nennen, die ausschließlich in warmzeitlichen Sedimenten anzutreffen sind.

Im Detailprofil Q finden sich also mindestens 14 Tier- und Pflanzenarten, die für warmzeitliche Ablagerungen charakteristisch sind. Das ist zwar kaum ein Viertel der insgesamt mehr als 60 verschiedenen Fossilformen, doch berechtigt dies mit Gewißheit zu der Schlußfolgerung, daß die entsprechenden Sedimente unter warmzeitlichen, und zwar aufgrund der Situation im Gesamtprofil (Lößbedeckung!) unter interglazialen Klimabedingungen zur Ablagerung gekommen sind.

Mit Ausnahme der sandigen Profilbereiche finden sich typische Interglazialfossilien in allen Proben des Detailprofils Q (Taf. 8), so daß dieses in seiner Gesamtheit als Interglazial angesprochen werden kann. Unterschiede im Auftreten der einzelnen Fossilarten dürften weniger auf kleinere Klimaschwankungen zurückzuführen sein, sondern vielmehr auf Änderungen anderer Umweltfaktoren und somit paläoökologische Verhältnisse widerspiegeln.

8.4. Biostratigraphische Analyse der Fossilführung

Nachdem die paläoklimatologische Analyse der Fossilführung ergeben hat, daß im Detailprofil Q interglaziale Ablagerungen angetroffen wurden, erhebt sich natürlich die Frage nach dem Alter dieses Interglazials. Es wird nachfolgend versucht, allein aufgrund der Fossilführung eine relative Altersbestimmung durchzuführen. Dabei stellt sich heraus, daß von der Gesamtzahl der nachgewiesenen Fossilarten nur fünf hierzu geeignet sind, und zwar: *Nitellopsis obtusa*, *Azolla filiculoides*, *Scottia tumida*, *Ilyocypris quinculminata* und *Bithynia tentaculata*.

Die Oogonien der Armleuchteralge *Nitellopsis obtusa* sind als Fossilien meistens unter den Namen *Tectochara meriani diluviana* und *Tectochara diluviana* bekanntgemacht worden. Sie fanden sich an mehreren Stellen West- und Mitteleuropas in warmzeitlichen Sedimenten des Mittelpleistozäns. Auch im Altpleistozän konnte diese Art nachgewiesen werden (Sessenheim: NÖTZOLD 1963, GEISSERT 1967a; Tegelen: KEMPF, unveröffentlicht). Weil die jüngsten Fossilfunde aus dem Holstein-Interglazial stammten (Elze: MÄDLER 1955; Ockrilla: NÖTZOLD 1961; Tönisberg: KEMPF 1966), glaubte man lange Zeit, daß eine ausgestorbene Art vorliege. Erst vor wenigen Jahren gelang der Nachweis (KRASAVINA 1971), daß diese Fossilien identisch sind mit den Oogonien von *Nitellopsis obtusa*, einer rezenten Art, die z. B. in der südlichen UdSSR an der Mündung des Flusses Kuban in das Asowsche Meer vorkommt sowie in einigen Seen Kasachstans. Außerdem ist diese Art aus Nord-Indien, Birma, Süd-China und Japan bekannt. Daß es sich bei den Oogonien von *Tectochara diluviana* nicht um solche einer ausgestorbenen Art handeln konnte, war mir selbst auch schon klar geworden, nachdem ich im Oktober 1969 rezente Exemplare im Spülsaum der Hilmend-Endseen im Südwesten Afghanistans gefunden hatte, wo *Nitellopsis obtusa* somit ebenfalls vorkommt. Aus West- und Mitteleuropa scheint sich die Art im ausgehenden Holstein-Interglazial zurückgezogen zu haben, ohne dieses Gebiet später wieder zu besiedeln.

Die Megasporen und Mikrosporangien des Wasserfarns *Azolla filiculoides* (Synonym: *Azolla interglacialica*) sind an vielen Stellen Europas und Westsibiriens in Ablagerungen gefunden worden, die zeitlich vom altpleistozänen Tegelen-Ton bis zum Holstein-Interglazial reichen. In jüngeren Sedimenten ist die Art in Europa noch nicht nachgewiesen worden. Rezent ist *Azolla filiculoides* in Amerika weit verbreitet. Von dort wurde sie im vergangenen Jahrhundert wieder nach Europa eingeschleppt, wo sie seitdem sporadisch anzutreffen ist.

Die Ostrakoden-Art *Scottia tumida*, die auch unter dem Synonym *Cyclocypris huckei* bekanntgemacht wurde, fand man schon an vielen Stellen Europas in Ablagerungen des Alt- und Mittelpleistozäns (KEMPF 1971). Aus dem Holstein-Interglazial (Fürstenberg: TRIEBEL 1941; Syrniki: DIEBEL 1961; Tönisberg: KEMPF 1967) stammen die jüngsten Exemplare, die bisher nachgewiesen werden konnten.

Als die Schalen der Ostrakoden-Art *Ilyocypris quinculminata* im Probenmaterial des Detailprofils Q gefunden wurden, war diese der Wissenschaft noch nicht bekannt. Inzwischen wurde sie beschrieben (SYLVESTER-BRADLEY 1973), und zwar aus interglazialen Ablagerungen Englands, in denen sie im Rahmen einer Dissertation entdeckt worden war (MORGAN 1973). Diese interglazialen Sedimente von Trysull werden aufgrund der Lagerungsverhältnisse und der noch nicht publizierten palynologischen Untersuchungsergebnisse dem Hoxne (= Holstein)-Interglazial zugeordnet. Obgleich *Ilyocypris quinculminata* erst von zwei Fundpunkten bekannt ist, hat es den Anschein, als handele es sich um ein weiteres mittelpleistozänes Faunenelement, welches rezent in unserem Gebiet nicht mehr vorkommt.

Der Nachweis der Arten *Nitellopsis obtusa*, *Azolla filiculoides*, *Scottia tumida* und *Ilyocypris quinculminata* läßt nach den vorstehenden Ausführungen den Schluß zu, daß die interglazialen Ablagerungen des Detailprofils Q dem Mittelpleistozän oder gar dem Altpleistozän zuzuordnen sind. Eine Einstufung in das Holstein-Interglazial entspräche einem Mindestalter.

Bei der Frage nach dem Höchstalter scheint der Schnecken-Gattung *Bithynia* eine gewisse Bedeutung zuzukommen, die allein durch Schließdeckel von *Bithynia tentaculata* im vorliegenden Probenmaterial nachweisbar ist. Diese Art, die in Europa auch rezent in großer Anzahl vorkommt, kennt man fossil von vielen Fundorten aus warmzeitlichen Perioden des Jung- und Mittelpleistozäns. Als Fossilien finden sich meistens nur die charakteristischen Schließdeckel, seltener die Gehäuse. Aus warmzeitlichen Sedimenten des Altpleistozäns ist die Art ebenfalls gemeldet worden (Tegelen: TESCH 1944, VLERK & FLORSCHÜTZ 1950). Hier sind aber gewisse Bedenken anzumelden. Eigene Aufsammlungen, die 1962 im Tegelen-Ton der Grube Russel-Tiglia-Egypte bei Tegelen durchgeführt wurden, lieferten zwar Schließdeckel der Gattung *Bithynia*, doch sind diese nicht mit denen von *Bithynia tentaculata* identisch. Derartige sind früher im Tegelen-Ton auch schon gefunden und der Schnecke *Lithoglyphus naticoides* zugeordnet worden (TESCH 1944). Es handelt sich um Deckel, die überwiegend spiralig und nur im Bereich des Außenrandes konzentrisch gestreift sind. Solche Deckel sollen innerhalb der Gattung *Bithynia* typisch sein für die Untergattung *Gabbia*. Sie fanden sich vor wenigen Jahren auch im Altpleistozän der südlichen Niederrheinischen Bucht und wurden als *Bithynia* cf. *crassitesta* bestimmt (LOŽEK in: KOWALCZYK 1971, BOENIGK, KOWALCZYK & BRUNNACKER 1972). Diese Art, die ursprünglich aus den Mosbacher Sanden als Unterart von *Bithynia tentaculata* beschrieben wurde (BRÖMME 1885), konnte in neuerer Zeit im Ton von Jockgrim nachgewiesen werden (GEISSERT 1963, 1967 b). Sie scheint für altpleistozäne Ablagerungen Westeuropas charakteristisch zu sein. Das alleinige Vorhandensein von *Bithynia tentaculata* im Detailprofil Q spricht neben weiteren, hier nicht erwähnten Argumenten (z. B. das Fehlen anderer typischer Tertiärrelikte bei den Pflanzenfossilien) dafür, daß dieses Interglazial sicherlich jünger ist als die Tegelen-Warmzeit.

Zusammenfassend ergibt die biostratigraphische Analyse, daß im Detailprofil Q ein mittelpleistozänes Interglazial erfaßt wurde, welches jünger ist als die Tegelen-Warmzeit und so alt oder älter als das Holstein-Interglazial. Eine weitere stratigraphische Einengung erscheint allein aufgrund der Fossilien vorerst nicht möglich. Deshalb wird vorgeschlagen, dieses Interglazial bis auf weiteres neutral zu bezeichnen, und zwar nach der in unmittelbarer Nähe von Tagebau I gelegenen Ortschaft als mittelpleistozänes Interglazial von Berstadt.

8.5. Schlußbemerkungen

Es wurde leider versäumt, Anteile des nahezu lückenlosen Detailprofils Q einer pollenanalytischen Untersuchung zuzuführen, was vielleicht zu einer weiteren Einengung der relativen Altersbestimmung geführt hätte. Die Fraktion < 0,2 mm der vorliegenden Schlämmrückstände dürfte zwar den qualitativen Nachweis einiger Pollen- und Sporenformen noch ermöglichen, ist jedoch für quantitative Analysen nicht geeignet.

Ferner ist ungewiß, ob die obersten 7 m des Normalprofils von JANOSCHEK (1970: Abb. 10) dem hier untersuchten Detailprofil Q entsprechen. Seine Ostrakoden-Funde, die Erwähnung von Mollusken und die Sedimentausbildung lassen es als möglich erscheinen. Der pollenanalytische Nachweis von *Fagus*, *Carya* und *Tsuga* war für JANOSCHEK ausschlaggebend, diesen Profilabschnitt in die Tegelen-Warmzeit einzustufen.

9. Zeitliche Einstufung

(V. D. BRELIE, BRUNNACKER, KEMPE, TOBIEN)

Für die zeitliche Einstufung der beschriebenen Schichtenfolge aus dem Horloff-Graben stehen paläozoologische Befunde und Mikrofloren, bei deren beider Besprechung schon stratigraphische Gesichtspunkte diskutiert wurden, zur Verfügung. Hinzu kommen die aus der Schichtenfolge direkt, z. B. über Sedimentfazies, vulkanische Einlagerungen und Paläoböden, erschlossenen Vorstellungen zur relativen Entwicklung der Klimageschichte. Ferner bringen paläomagnetische Daten Hinweise. Und schließlich kann der Vergleich mit etwa altersmäßig entsprechenden Ablagerungen anderer Gebiete wenigstens Anregungen bringen.

Die Grundgliederung: Liegendton — Braunkohle — Tonig-schluffige Hangendschichten — Löß-Deckschichten bringt hinsichtlich der beiden unteren, in das jüngste Tertiär gehörigen Hauptabschnitte aus der Sicht der geologischen Bearbeitung im Unterschied zur Flora und Fauna keine wesentlichen neuen Aspekte. Bei den quartären Tonig-schluffigen Hangendschichten und den Löß-Deckschichten deutet sich hingegen eine weitere Unterteilung auf der Basis von Kalt- und Warmzeit-Abschnitten an. Problematisch ist jedoch die Grenzziehung zwischen Tertiär und Quartär, da hier verschiedene Definitionen zur Verfügung stehen.

9.1. Pliozän

Die grundsätzliche stratigraphische Situation ist einerseits über die Mikrofloren erfaßt. Demnach setzt die Torfbildung etwa im frühen Brunssumium ein und ist damit älter als das rheinische Reuverium. Andererseits fügt sich die nächst der Obergrenze des Liegendtons geborgene Säugerfauna in die Faunenfolge Europas ein (Tab. 5).

Die paläomagnetischen Daten zeigen im Liegendton und in der Kohle normale Magnetisierung an. Damit sollte für die Lage in der Paläomagnetskala die GAUSS-Epoche in Frage kommen. Problematischer ist hingegen die Verknüpfung der Paläomagnetskala mit den ältesten Teilen der beschriebenen Abfolge: Die obersten Bereiche des Liegendtons mit der Fauna von Wölfersheim zeigen nach dem Florenbild Anklänge an das Susterium. Da normale Magnetisierung gefunden wurde, könnte dieser Bereich etwa am Anfang der GAUSS-Epoche stehen. Spezielle Untersuchungen dazu sind angelaufen.

Da über der Braunkohle als nächstjüngeres Glied das Praetiglium (in Weckesheim) vorkommt, ist eine erhebliche Zeitlücke im obersten Pliozän infolge Ausfall des Reuveriums vorhanden. Hier kommt deshalb dem Oberpliozän der Ville am Niederrhein eine wesentliche Bedeutung zu (BOENIGK et al. 1974); denn nach Tab. 5 tritt dort im Tonhorizont A2 oben reverse Magnetisierung auf. Darüber setzt wieder, wie im Praetiglium (Hellgrauer Ton in Weckesheim), normale Magnetisierung ein.

Tab. 5. Gliederung des jüngsten Tertiärs

Horloff - Graben:				Ville:				
Hellgrauer Ton	N	Practiglium	Oberes Mittleres	Villafran- chium		Schotter	b1	MATUYAMA OLDOVAI?
					Reuverium C	(N) R N Tonhorizont	A2	
Lücke			Unteres	Villafranchium	Reuverium B	N	Tonhorizont	A1
Braunkohle	N	Brunssumium			Brunssumium	N	Rotton, Weiler- swist	GAUSS
Liegendton	N		Csarnotium (Fauna von Wölfersheim)					GILBERT ?
		(Susterium)	(Ruscinium)					

N normal magnetisiert
R revers

9. 2. Tertiär/Quartär-Grenze

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand kann die Grenze von GAUSS zu MATUYAMA, rd. 2,45 Mio. a zurück, in das höhere Reuverium (Reuverium C) gelegt werden, vorausgesetzt, der reverse Bereich in Tonhorizont A2 der Ville gehört keinem Event innerhalb der GAUSS-Epoche an. Die Tertiär/Quartär-Grenze könnte dann mit dem Oldovai-Event, also 1,8 — 2,0 Mio. a zurück, als jüngstmögliche Einstufung verbunden werden, wenn der geobotanischen Definition der Vorzug gegeben wird.

9.3. Quartär

Die Tonig-schluffigen Hangendschichten können folgendermaßen gegliedert werden, wobei Löß als Kaltklimaindikator gilt (Abb. 14).

10. Löß-Deckschichten

9. Elefantenlager, Höherer Teil: Warmzeit (einschließlich Übergang von der vorangegangenen Kaltzeit) = „Berstadter Interglazial“
8. Elefantenlager, Tieferer Teil: Kaltzeit mit Periglazialerscheinungen
-
- 7c Vivianitschluff: Kaltzeit ?
- 7b Muddeton: } Endphase einer Warmzeit
- 7a Rinnenfüllung: }
6. Boden/Torflage: Warmzeit
5. Grüner Schluff (An der Basis die Schotterlehm-„Tuff“-Folge): Kaltzeit mit Löß

4. Boden/Torflage:	Warmzeit
3. Höherer Sideritton:	Kaltzeit mit LÖB

2. Tieferer Sideritton:	Warmzeit, nach Klimaoptimum
1. Hellgrauer Ton:	Kaltzeit, Praetiglium

Nach dieser Zusammenstellung lassen sich einige Kalt- und Warmzeiten innerhalb der Tonig-schluffigen Hangendschichten erkennen. Von Bedeutung ist weiter, daß Phasen mit lokaler Rinnenbildung hier möglicherweise nicht nur am Beginn von Kaltzeiten liegen, sondern sich auch am Beginn oder innerhalb von Warmzeiten einzuschieben vermögen (Abb. 14). Insgesamt scheint jedoch in den besprochenen Tonig-schluffigen Hangendschichten keine wesentliche Lücke vorhanden zu sein mit Ausnahme der Grenze Vivianitschluff/Elefantenlager.

Tab. 6. Gliederung des Altquartärs anhand von Warmzeiten

Horloff-Graben	Tonhorizonte: Vilje/Brüggen (Niederrhein)	Zeitliche Einstufung
Berstadter Interglazial (Oberster Bereich des Elefantenlagers)		Interglazial II im "Cromerium-Komplex" ?
Boden/Torflage über Grünem Schluff	D / V	Waalium ?
Boden/Torflage über Höherem Sideritton	?	
Tieferer Sideritton	C / III	Tiglium (C ?)
Interglazial des Profils L ? (Hellgrauer Ton)	B2 / ?	(Praetiglium)

Innerhalb der Tonig-schluffigen Hangendschichten kann der Hellgraue Ton pollenanalytisch der Kaltzeit des Praetigliums zugeordnet werden. Hier liegt normale Magnetisierung vor. Doch bleibt die Einstufung der folgenden Bildungen problematisch, zumal auch die Paläomagnetik teilweise keine sicheren Daten wegen diagenetischer Veränderungen zu liefern vermag. Eine Zuordnung in das Tiglium als einen hier (aber auch andernorts) in sich vorerst schwer aufgliederbaren Komplex ist dennoch naheliegend.

Interessant ist die Zurechnung höherer Bereiche in das Waalium, zumal im Grünen Schluff zweifelsfreie normale Magnetisierung angetroffen wurde. Dies wiederum fügt sich in die Befunde vom Niederrhein.

Bei solchem Vorgehen bietet sich für den interglazialen Anteil des Elefantenlagers, das Berstadter Interglazial, eine Einordnung in ein Interglazial des Cromeriums an. Ein Vergleich mit dem Quartär-Profil von Kärlich (BRUNNACKER 1971) öffnet schließlich die Möglichkeit, dieses Interglazial mit der Warmzeit zu verbinden, die in Kärlich den Abschnitt B abschließt. Darauf deuten einerseits der Bims im Berstadter Interglazial und andererseits Schwerminerale eines intermediären Vulkanismus im oberen Schotterbereich des Abschnittes B von Kärlich. Auch das Auftreten von Periglazialerscheinungen würde sich damit fügen. Der Elefantenfund steht dem hinsichtlich seiner evolutio-

nistischen Stellung ebenfalls nicht entgegen. Er stammt aus dem Höheren Teil des Elefantentagers. Darüber folgen noch etwa sechs weitere Kaltzeiten. Dieser Zahl kommen die Löß-Deckschichten bei Wohnbach durchaus nahe.

Bei derartigem Vorgehen würden die Tonig-schluffigen Hangendschichten etwa der Hauptterrassenfolge am Niederrhein und vor allem dem darunter lagernden Ältestpleistozän entsprechen. Der Tonhorizont C von Frechen (BOENIGK et al. 1972) und der Tiefere Sideritton von Wohnbach können dem Tiglium zugeordnet werden (Tab. 6). Dabei fragt sich, ob der Sideritton von Weckesheim tatsächlich in den nämlichen stratigraphischen Horizont gehört. Schließlich könnte es sich um eine Siderit-Fazies handeln, die älter ist als die entsprechend benannten Bildungen von Wohnbach. Trifft derartiges zu, dann könnte möglicherweise der Bereich um den warmzeitlichen Tonhorizont B von Frechen etwas gefüllt werden. Dabei käme dann vielleicht auch den pollenanalytisch als Interglazial identifizierten Ablagerungen im Prof. L (Abb. 14) eine gewisse Rolle zu.

Spätestens bei solchen Überlegungen wird deren hypothetischer Charakter allzu offensichtlich. Ursache dafür ist die Lückenhaftigkeit der Überlieferung im ältesten Pleistozän im allgemeinen und der Schichtenfolge im Horloff-Graben im speziellen. Solange nämlich die genaue Zahl der ältesten quartären Klimaschwankungen und deren Wertigkeit nicht bekannt ist, wird auch detailliertere Einstufung einzelner Horizonte bzw. kürzerer Schichtfolgen mangels eindeutiger stratigraphischer Kriterien unmöglich. Es darf in diesem Zusammenhang auch an die Schwierigkeiten erinnert werden, die beispielsweise einer geobotanischen Verknüpfung der ältestpleistozänen Lieth-Serie bei Elmshorn (MENKE 1969, 1971) mit der Abfolge im deutsch-niederländischen Grenzgebiet entgegenstehen. Andererseits sollte aber gerade diese Lieth-Serie Vergleiche mit der Folge im Horloff-Graben erlauben: In der Lieth-Serie nimmt vom Praetiglium nach den jüngeren Kaltzeiten hin die Wirksamkeit der Kaltzeiten etwas ab. Solcher Befund ist vielleicht auch bei Wohnbach ableitbar. Sedimentologisch zeichnet sich nämlich erst der Tiefere Teil des Elefantentagers als deutlichere Kaltzeit ab. Dies schließt freilich die Existenz von Löß in vorangegangenen Kaltzeiten nicht aus.

10. Zusammenfassung

Im Braunkohletagebau Wohnbach wurde die Abfolge: Liegendton — Braunkohle — Tonig-schluffige Hangendschichten — Löß-Deckschichten, ergänzt durch Beobachtungen im Tagebau Weckesheim, untersucht. Liegendton (soweit erfaßt) und Braunkohle gehören nach pollenanalytischen Befunden, wie schon länger vermutet, in das Brunssumium, also in das tiefere Oberpliozän, wenn das Pontium als Unterpliozän angesehen wird. Die Fauna von Wölfersheim, aus dem höchsten Bereich des Liegendtons, wird in das Csarnotium eingestuft. Geobotanisch handelt es sich bei diesem Fundhorizont im Horloff-Graben um einen Bereich, der sich in die Nähe der Untergrenze des Brunssumiums einfügen läßt. Damit zeigt sich die Frage der Grenzziehung vom Tertiär zum Quartär in voller Problematik; denn in der Faunenfolge würde sich das Untere Villafranchium, das teilweise bereits in das Quartär gestellt wird, anschließen, in der Florenfolge das Reuverium als oberstes Pliozän.

Die Tonig-schluffigen Hangendschichten werden eingehender behandelt und in das Ältest- bis Altpleistozän eingeordnet. Örtlich bildet eine als Elefantentager bezeichnete Schicht deren Abschluß. Darüber folgen mehrere Löß-Glieder.

In den Tonig-schluffigen Hangendschichten wurden mehrere Kalt- und Warmzeiten auf verschiedenen Wegen nachgewiesen. Die Einleitung bildet das pollenanalytisch erfaßte Praetiglium. Ab der nächstjüngeren Kaltzeit ist eine Löß-Komponente vertre-

ten. Der höhere Bereich dieser Folge könnte bis in die Warmzeit des Waaliuns hinaufreichen.

Darüber folgt über einer Erosionsdiskordanz das Elefantenlager. In seinem tieferen, kaltzeitlichen Teil treten erstmals Kryoturbationen auf (auf die großen diapirartigen Aufbrüche der Braunkohle wird in diesem Beitrag nicht näher eingegangen). Im höchsten Teil des Lagers, welcher eine Warmzeit vertritt (Berstadter Interglazial), kommt eine reiche Ostrakodenfauna vor. In den Basislagen hierzu wurden Reste eines evolutionierteren Südelefanten gefunden. Vor allem nächst der Untergrenze des Berstadter Interglazials deuten kleine, gerundete Bimskörner zusammen mit schwermineralogischen Hinweisen auf eine vorausgegangene vulkanische Phase. Möglicherweise handelt es sich um die gleiche Förderung, die in Kärlich am Mittelrhein aus einem alten Terrassenschotter bekannt ist (Abschnitt B, höherer Teil). Sie liegt dort etwa im Grenzbereich MATUYAMA/BRUNHES-Epoche. Eine Einstufung in den „Cromerium-Komplex“ (Interglazial II?) ist damit sowohl in Kärlich wie in Wohnbach naheliegend.

Daneben sind aus dem Tgb. Wohnbach noch zwei ältere vulkanische Einschaltungen bekannt (Schotterlehm-„Tuff“-Folge und in sekundärer Position schwermineralogisch nachgewiesen im sog. Muddeton).

Paläomagnetische Messungen zeigen, soweit das Material dafür brauchbar ist, auf normale Magnetisierung, z. B. im Praetiglium. Im Liegendton, unter der Braunkohle, deutet der Verlauf der ermittelten Daten auf eine Altersstellung vor einer Meßreihe, die aus dem Reuverium B bei Brügg/Niederrhein gewonnen wurde.

11. Schriftenverzeichnis

- ALTEHENDER, A. (1960): Floristisch belegte Klimaschwankungen im mitteleuropäischen Pliozän der Reuver-Stufe. — *Palaeontographica*, B, **106**, Lfg. 1—3: 11—70, 5 Diagr., 3 Taf.; Stuttgart.
- ANDERSEN, S. TH. (1965): Interglacialer og interstadialer Danmarks kvartær. — *Medd. Dansk Geol. Forening*, **15**, 4: 486—506, 9 Abb.; Kopenhagen.
- BIBUS, E. (1973): Ausbildung und Lagerungsverhältnisse quartärer Tuffvorkommen in der Wetterau. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **101**: 346—361, 6 Abb.; Wiesbaden.
- BOENIGK, W. (1970): Zur Kenntnis des Altquartärs bei Brügg (westlicher Niederrhein). — *Diss. Univ. Köln* 1969. — *Sonderveröff. geol. Inst. Univ. Köln*, **17**, 138 S., 20 Abb., 7 Tab., 3 Taf.; Köln (W. Stollfuss).
- BRELIE, G. V. D., BRUNNACKER, K., KOČI, A., SCHLICKUM, W. R., & STRAUCH, FR. (1974): Zur Pliozän-Pleistozän-Grenze im Bereich der Ville (Niederrheinische Bucht). — *Newsletter on Stratigraphy*, **3**: 219—241; Leiden.
- KOWALCZYK, G., & BRUNNACKER, K. (1972): Zur Geologie des Ältestpleistozän der Niederrheinischen Bucht. — *Z. dt. geol. Ges.*, **123**: 119—161, 12 Abb., 4 Tab.; Hannover.
- BRELIE, G. V. D. (1959): Zur pollenanalytischen Gliederung des Pliozäns in der Niederrheinischen Bucht. — *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.*, **4**: 27—54, 9 Abb., 2 Tab.; Krefeld.
- BRÖMME, C. (1885): Die Conchylien-Fauna des Mosbacher Diluvialsandes. — *Jb. nass. Ver. Naturk.*, **38**: 72—80; Wiesbaden.
- BRUNNACKER, K. (1964): Böden des älteren Pleistozäns bei Regensburg. — *Geol. Bavarica*, **54**: 148—160, 1 Abb., 2 Tab., 1 Beil.; München.
- (1967): Der Villafranchiumlöß bei St.-Vallier. — *N. Jb. Geol. Paläontol., Mh.* **1967**: 257—267, 1 Abb., 1 Tab.; Stuttgart.
- (1971): Beiträge zur Stratigraphie des Quartär-Profiles von Kärlich am Mittelrhein. — *Mainzer naturwiss. Arch.*, **10**: 77—100, 2 Abb., 2 Tab.; Mainz.
- STREIT, R., & SCHIRMER, W. (1969): Der Aufbau des Quartärprofils von Kärlich/Neuwieder Becken (Mittelrhein). — *Mainzer naturwiss. Arch.*, **8**: 102—133, 8 Abb., 3 Tab., 1 Anl.; Mainz.

- CABRAL, C. (1973): Die tertiären Laterite des westlichen Vogelsberges und ihre Eignung als Steine- und Erden-Rohstoffe. — Clausthaler geol. Abh., **16**, 153 S., 105 Abb., 58 Tab.; Clausthal-Zellerfeld.
- DIEBEL, K. (1961): Ostracoden des Paludinenbank-Interglazials von Synchronon am Wieprz (Polen). — *Geologie*, **10**: 533—545, 3 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- DIEHL, O. (1930): Über das Braunkohlenvorkommen der Wetterau. — *Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-Anst.*, (V) **12**: 128—148; Darmstadt.
- FRIEDRICH-LAUTZ, I. (1963): Zusammensetzung und Entstehung der Brauneisenerzlagerstätten in den Tagebauen der Gewerkschaft „Louise“ bei Merlau, Oberhessen. — *Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch.*, **91**: 277—317, 12 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- GEISSERT, F. (1963): *Bithynia crassitesta* (BRÖMME) dans les argiles quaternaires de Jockgrim (Palatinat). — *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, **16**: 147—150; Strasbourg.
- (1967 a): Mollusques et nouvelle flore plio-pléistocène à Sessenheim (Bas-Rhin) et leurs corrélations villafranchiennes. — *Bull. Serv. Carte géol. Als. Lorr.*, **20**: 83—100, 1 Taf.; Strasbourg.
- (1967 b): Fossile Pflanzenreste und Mollusken aus dem Tonlager von Jockgrim in der Pfalz. — *Mitt. bad. Landesver. Naturkd. u. Naturschutz*, N. F., **9**: 443—458, 1 Taf.; Freiburg.
- GODWIN, H. (1956): *The history of the British flora*. — 384 S.; Cambridge (University Press).
- GRUSCHKAU, H. (1962): Pollenanalytische Untersuchungen der Wetterauer Braunkohle und über holarktische Ericaceen. — *Diss. naturwiss.-phil. Fakultät Univ. Gießen*, 50 S., 10 Taf.; Gießen.
- HARRASSOWITZ, H. (1921): Die Bauxitlagerstätten des Vogelsberges. — *Metall u. Erz*, **18** (N. F., 9): 567—576; Halle.
- (1926): *Laterit-Fortschr. Geol. Palaeontol.*, IV **14**: 253—566; Berlin (Borntraeger).
- HELLER, FL., & BRUNNACKER, K. (1966): Halsbandlemming-Reste aus einer Oberen Mittelterrasse des Rheins bei Niederaußem. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **17**: 97—112, 3 Abb.; Öhringen.
- JANOSCHEK, A. (1965): Faziesgliederung und Feinstratigraphie im Braunkohlenlager von Wölfersheim. — *Unveröff. Dipl.-Arb.*, 25 S., 6 Abb.; Gießen.
- (1970): Jung-Pliozän und Alt-Pleistozän im Horloff-Graben (Wetterau). — *Diss. Univ. Gießen*, 58 S., 12 Abb., 9 Tab.; Gießen.
- KEMPF, E. K. (1966): Das Holstein-Interglazial von Tönisberg im Rahmen des nieder-rheinischen Pleistozäns. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **17**: 5—60, 7 Abb., 16 Tab.; Öhringen.
- (1967): Ostrakoden aus dem Holstein-Interglazial von Tönisberg (Niederrheingebiet). — *Mber. dt. Akad. Wiss.*, **9**: 119—139, 3 Abb., 2 Taf.; Berlin.
- (1971): Ökologie, Taxonomie und Verbreitung der nichtmarinen Ostrakoden-Gattung *Scottia* im Quartär von Europa. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **22**: 43—63, 5 Abb.; Öhringen.
- KILPPER, K. (1967): Pollenanalyse der oberpliozänen Braunkohlen. — In OKRUSCH, M., STREIT, R., & WEINELT, W.: *Erl. geol. Kt. Bayern 1*: 25 000, Bl. 5920 Alzenau i. Ufr.: 164—167, 1 Abb.; München.
- KIRCHHEIMER, F. (1934): Das Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — *Ber. wetterau. Ges. ges. Naturkd.*, **33**: 1—74, 6 Abb., 10 Taf.; Hanau.
- (1936): Über das Alter der Braunkohlen in der nordöstlichen Wetterau. — *Braunkohle*, **1936**: 861—865; Halle.
- KOČI, A., SCHIRMER, W., & BRUNNACKER, K. (1973): Paläomagnetische Daten aus dem mittleren Pleistozän des Rhein-Main-Gebietes. — *N. Jb., Mh.* **1973**: 545—554, 4 Abb.; Stuttgart.
- KOWALCZYK, G. (1971): Zur Kenntnis des Altquartärs der Ville (südliche Niederrheinische Bucht). — *Diss. Univ. Köln*, 1969. — *Sonderveröff. geol. Inst. Univ. Köln*, **18**, 147 S., 21 Abb., 4 Beil.; Köln.
- KRASAVINA, L. K. (1971): Sravintel'noe izučenie sovremennyh i iskopaemyh charofitov: plodonošenija *Nitellopsis obtusa* i girogonity vidov *Tectochara*. — *Botaničeskij Žurnal*, **56** (1): 106—117, 2 Abb., 4 Tab., 2 Taf.; Leningrad.

- KRETZOI, M. (1962): Fauna und Faunenhorizont von Csarnóta. — Ann. Rep. Hung. Geol. Inst., 1959: 344—395; Budapest.
- LESCHIK, G. (1956): Die Entstehung der Braunkohle der Wetterau und ihre Mikro- und Makroflora. — Palaeontographica, B, 100: 26—64, 5 Taf., 4 Beil.; Stuttgart.
- LIEBRICH, A. (1891): Beitrag zur Kenntnis des Bauxites vom Vogelsberg. — Diss.; Gießen.
- LINDLEY, H. W. (1926): Mikrographie der Eisenerzminerale oberhessischer Basalte. — N. Jb. Mineral. Geol. Paläontol., A, 53: 323—360; Stuttgart.
- LOŽEK, V. (1964): Quartärmollusken der Tschechoslowakei. — Rozpravy Ustředního ústavu geologického, 31, 374 S., 32 Taf.; Praha.
- MÄDLER, K. (1955): Zur Taxonomie der tertiären Charophyten. — Geol. Jb., 70: 265—328, 3 Tab., 4 Taf.; Hannover.
- MENKE, B. (1969): Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen an altpleistozänen Ablagerungen aus Lieth bei Elmshorn. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 20: 76—83, 1 Abb., 4 Taf.; Öhringen.
- (1970): Ergebnisse der Pollenanalyse zur Pleistozän-Stratigraphie und zur Pliozän-Pleistozän-Grenze in Schleswig-Holstein. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 21: 5—21; Öhringen.
- MICHAUX, J. (1971): Arvicolinae (Rodentia) du Pliocène terminal et du Quaternaire ancien de France et d'Espagne. — Palaeovertebrata, 4: 137—214, 26 Abb.; Montpellier.
- (1971): Histoire de la Fauna de Rongeurs de l'Europe sud-occidentale au Cours du Pliocène et du Pléistocène inférieur. — Univ. Montpellier, Thèse Fac. Sci., 63 S., 12 Abb., 2 Taf.; Montpellier.
- MORGAN, A. V. (1973): The Pleistocene geology of the area north and west of Wolverhampton, Staffordshire, England. — Phil. Trans. Roy Soc., B: Biol. Sci., 265: 233—297, 30 Abb., 3 Taf.; London.
- NÖTZOLD, T. (1961): Pleistozäne Pflanzenreste von Ockrilla bei Meißen. — Jb. staatl. Mus. Mineral. Geol., 1961: 65—96, 14 Taf.; Dresden.
- (1963): Fossile Pflanzenreste aus plio-pleistozänen Grenzsichten des Elsaß. — Mber. dt. Akad. Wiss., 5: 535—548, 4 Taf.; Berlin.
- ROHDENBURG, H., & MEYER, B. (1968): Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm): Spätglazial oder Holozän? — Göttinger bodenkdl. Ber., 6: 127—212, 12 Abb.; Göttingen.
- SHELLMANN, W. (1966): Die Bildung von Roterde und Bauxitknollen im Vogelsberg. — N. Jb. Miner., Mh., 1966: 321—341; Stuttgart.
- SCHENK, E. (1953): Die Wetterauer Braunkohle, ihre Stratigraphie und Tektonik und die sich daraus ergebenden Konsequenzen für den Bergbau. — Z. dt. geol. Ges., 104: 191—193; Stuttgart.
- (1955): Postpliozäne Krustenbewegungen mit Faltenformen in der Wetterau. — Geol. Rdsch., 43: 93—103, 6 Abb.; Stuttgart.
- (1956): Erosion und Sedimentation im Hauptbraunkohlenlager der Wetterau. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 84: 328—355, 7 Abb., 1 Taf.; Wiesbaden.
- (1964): Das Quartärprofil in den Braunkohlentagebauen bei Berstadt und Weckesheim (Wetterau). — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 92: 270—274; Wiesbaden.
- SCHÖNHALS, E. (1959): Der Basaltuff von Kärlich als Leithorizont des Würm-Hochglazials. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 4: 313—322, 2 Abb., 1 Taf.; Krefeld.
- SCHOTTLER, W. (1912): Zwei pleistozäne Tuffvorkommen in der Wetterau. — Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-Anst., 33: 55—67, 2 Abb.; Darmstadt.
- (1916): Nochmals die pleistozänen vulkanischen Tuffe in der Wetterau. — Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-Anst., (V) 1: 56—77, 2 Abb.; Darmstadt.
- (1929): Über einige in zersetzten Basalten des Vogelsberges auftretende Neubildungen. — Notizbl. Ver. Erdk. u. hess. geol. L.-Anst., (V) 11: 49—58; Darmstadt.
- (1937): Der Vogelsberg. — Notizbl. hess. geol. L.-Anst., (V) 18: 3—86; Darmstadt.
- SEMMEL, A. (1967): Neue Fundstellen von vulkanischem Material in hessischen Lössen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 95: 104—108, 1 Abb.; Wiesbaden.
- SYLVESTER-BRADLEY, P. C. (1973): On *Ilyocypris quinculminata* SYLVESTER-BRADLEY sp. nov. — Stereo-Atlas of Ostracod Shells, 1: 85—88, 2 Taf.; Leicester.

- TESCH, P. (1944): Nieuwe Lijst der kwartaire Land- en Zoetwatermollusken in Nederland. — Meded. Rijks Geol. Dienst, Ser. A, **10**: 1—24, 35 Abb.; 's-Gravenhage.
- TOBIEN, H. (1952): Die oberpliozäne Säugerfauna von Wölfersheim-Wetterau. — Z. dt. geol. Ges., **104**: 191; Stuttgart.
- (1970): Biostratigraphy of the Mammalian at the Pliocene-Pleistocene Boundary in Middle and Western Europe. — Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., **8**: 77—93, 2 Tab.; Amsterdam.
- TRIEBEL, E. (1941): Die ersten Ostrakoden aus der Paludinenbank. — Z. Geschiebeforsch., **17**: 61—75, 2 Abb., 2 Taf.; Leipzig.
- VLERK, I. M. VAN DER, & FLORSCHÜTZ, F. (1950): Nederland in het Ijstijdvak. — 287 S., 98 Abb., 40 Taf.; Utrecht.
- (1953): The Palaeontological Base of the Subdivision of the Pleistocene in the Netherlands. — Verh. Kon. Akad. Wet., Afd. Natuurk., 1. Reihe, **20**, Nr. 2: 2—58, 3 Abb., 4 Taf., 19 Tab.; Amsterdam.
- WEST, R. G., & WILSON, D. G. (1966): Cromer Forest Bed Series. — Nature, **209**: Nr. 5022: 497—498; London.
- ZAGWIJN, W. H. (1959): Zur stratigraphischen und pollenanalytischen Gliederung der pliozänen Ablagerungen im Roertal-Graben und Venloer-Graben der Niederlande. — Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., **4**: 5—26, 4 Abb., 3 Tab., 3 Taf.; Krefeld.
- (1960): Aspects of the Pliocene and Early Pleistocene Vegetation in the Netherlands. — Meded. Geol. Stichting, Ser. C-III-J, Nr. 5, 78 S., 8 Abb., 3 Taf., 17 Beil.; Maastricht.
- (1963): Pollenanalytic Investigations in the Tiglian of the Netherlands. — Meded. Geol. Stichting, N. S. **16**: 49—71, 16 Abb., 6 Taf., 3 Beil.; Maastricht.
- MONTFRANS, H. M. V., & ZANDSTRA, J. G. (1971): Subdivision of the „Cromerian“ in the Netherlands; pollen-analysis, palaeomagnetism and sedimentary petrology. — Geol. en Mijnb., **50**, (1): 41—58, 6 Abb., 2 Tab.; s'Gravenhage.
- & ZONNEVELD, J. I. S. (1956): The Interglacial of Westerhoven. — Geol. en Mijnb., Nr. 2, N. S., **18**: 37—46, 7 Abb.; s'Gravenhage.

Manuskript eingegangen am 17. 7. 1974

Anschrift der Verfasser

DR. W. BOENIGK, Prof. DR. K. BRUNNACKER, Prof. DR. E. K. KEMPF:
Geol. Inst. Univ., Zülpicher Str. 49, 5000 Köln 1.

DR. G. V. D. BRELIE, DR. G. STADLER:
Geol. L.-Amt Nordrhein-Westfalen, De-Greiff-Str. 195, 4150 Krefeld.

Ing. A. KOČI:
Geophys. Inst. der ČSAV, Bočni - II CP 1401, Prag 4-Sporilov, Tschechoslowakei.

Prof. DR. W. SCHIRMER:
Abt. Geologie, Geogr. Inst. Univ., Moorenstr. 5, 4000 Düsseldorf.

DR. R. STREIT:
Bayer. Geol. L.-Amt, Prinzregentenstr. 28, 8000 München 22.

Prof. DR. H. TOBIEN:
Paläontol. Inst. Univ., Saarstr. 21, 6500 Mainz.

Tafeln 1—8

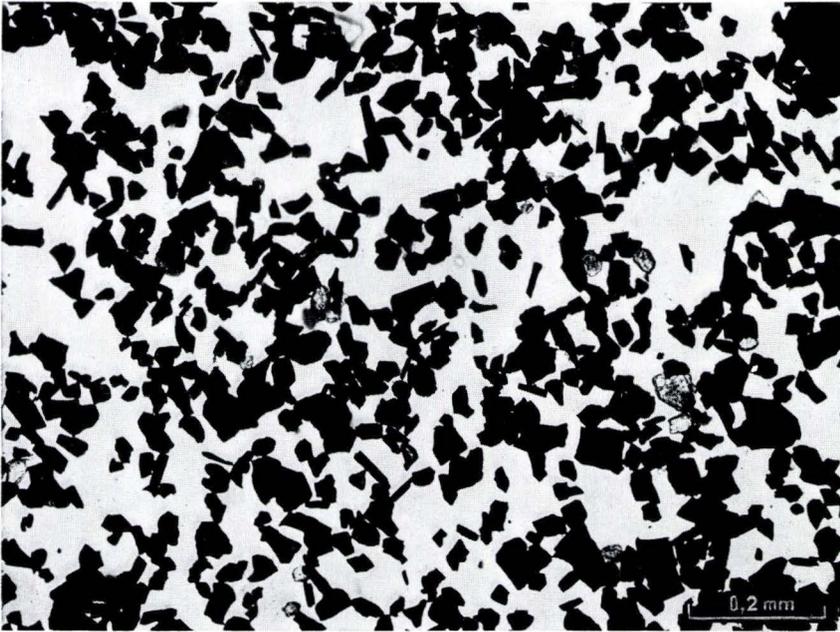
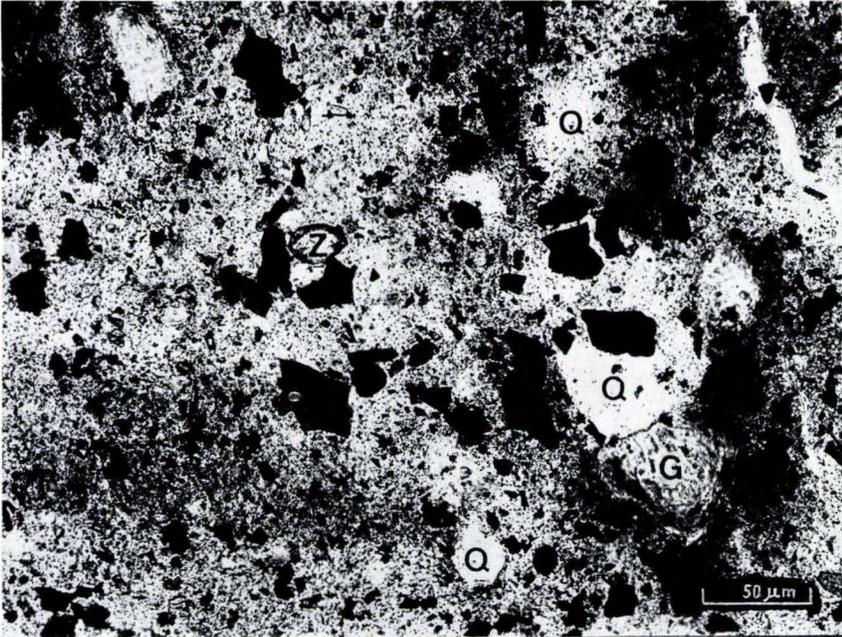
Tafel 1

Fig. 1. Vereinzelte Quarzkörner (weiß, z. T. mit „Q“ bez.), ein ballenförmiges Gibbsit-
aggregat (mit „G“ bez.) und ein abgerundetes Zirkonkorn (mit „Z“ bez.) in einer
dichten kaolinitischen Matrix, die intensiv von opaken Erz- und Kohlepartikeln
(beide schwarz) durchsetzt ist.

Probe A 14, Dünnschliff, Vergr. 288 ×, Nic. //.

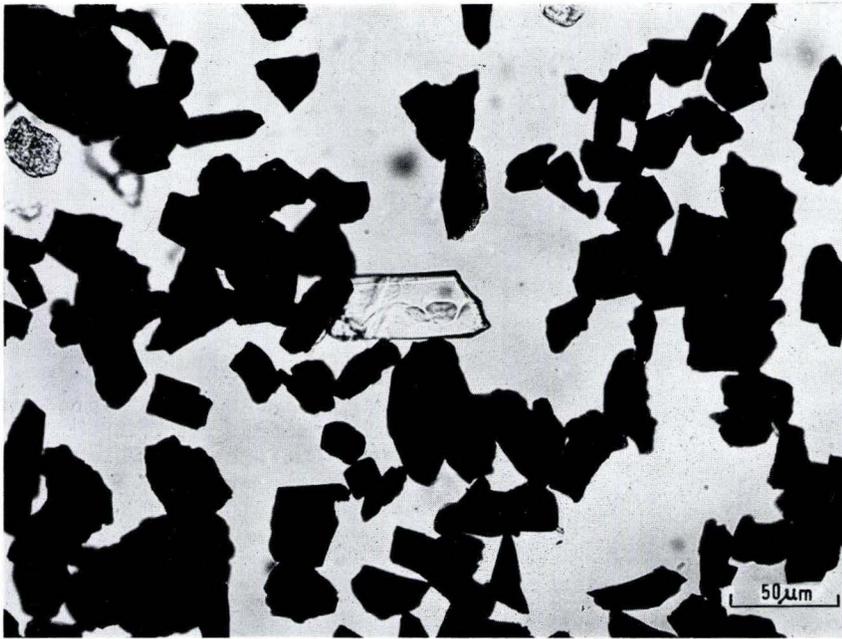
Fig. 2. Konzentrat aus hypidiomorphen bis idiomorphen Erzkörnern (schwarz, — vor-
wiegend Ilmenit), dem nur wenige transparente Schwermineralkörner (meist
Zirkon) beigemischt sind.

Probe A 15, Streupräparat der Schwerfraktion (Korngröße > 0,02 mm),
Vergr. 90 ×.



Tafel 2

- Fig. 1. Nicht gerundete bis idiomorphe Ilmenitkörner (schwarz). In der Bildmitte Bruchstück eines Zirkonkristalls mit Flüssigkeitseinschlüssen.
Probe A 7, Streupräparat der Schwerfraktion (Korngröße $> 0,02$ mm),
Vergr. $288\times$.
- Fig. 2. Leistenförmige, unverwitterte Ilmenite (weiß, glatte Oberfläche) neben zu Leukoxen umgebildeten Ilmeniten (grauweiß, „rauhe“ Oberfläche). Rechts im Bild Relikt eines entmischten Titanomagnetitkorns, dessen Magnetitkomponente bei Erhalt der Ilmenitlamellen weggelöst ist.
Probe A 1, Körneranschliff-Präparat der Schwerfraktion (Korngröße $> 0,02$ mm),
Vergr. $350\times$, Ölimmersion.



Tafel 3

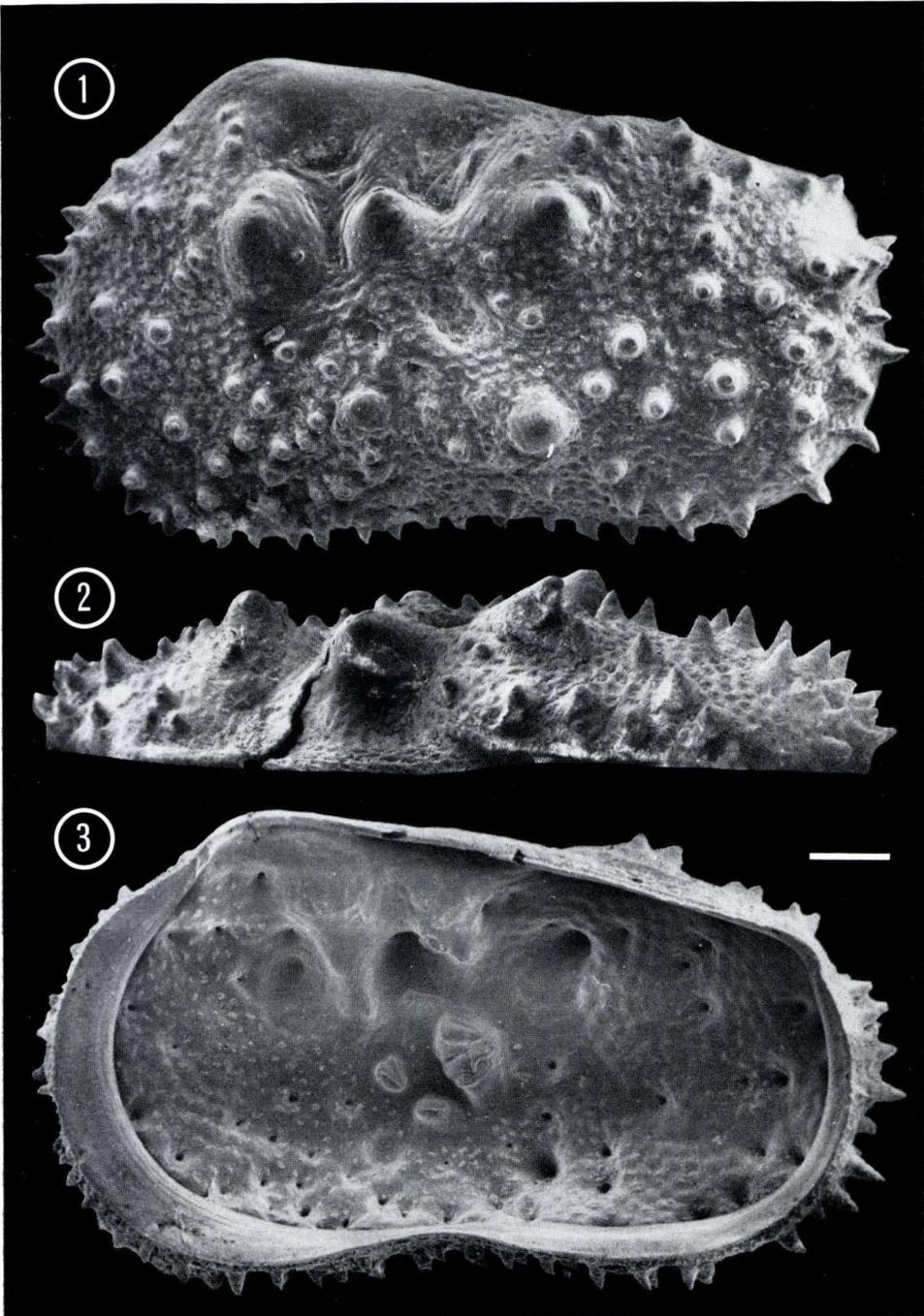
Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen* von *Ilyocypris quinculminata* SYLVESTER-BRADLEY 1973 aus dem mittelpleistozänen Interglazial von Berstadt.

Maßstab = 100 µm.

- Fig. 1. Linke Klappe von außen. Die Oberflächenskulptur besteht aus vielen kleinen flachgründigen Gruben, aus wenigen, aber charakteristischen größeren Einsenkungen sowie aus einer Vielzahl von unterschiedlich großen und zugespitzten hohlen Höckern. GIK 751.
- Fig. 2. Rechte Klappe von oben, die grubig-höckerige Oberflächenskulptur im Profil zeigend. GIK 752.
- Fig. 3. Rechte Klappe von innen mit den zentralen Muskelnarben und mit zahlreichen Vertiefungen, die zu entsprechenden Höckern der Oberfläche gehören. GIK 753.

* Die Aufnahmen wurden mit Hilfe verschiedener Rasterelektronenmikroskope angefertigt, und zwar Taf. 3 Fig. 1—3 mit einem JEOL-JSM-U3, Taf. 4 Fig 1 mit einem JEOL-JSM-50A und Taf. 4 Fig. 2 sowie Taf. 5 Fig. 1—3 mit einem CAMBRIDGE-STEREOSCAN-S4-10.

Die Benutzung dieser Geräte wurde freundlicherweise in den Gastlaboratorien der Vertriebsfirmen ermöglicht. Besonderer Dank gebührt Herrn G. CICHY und Frau LIEBEL von der Firma KONTRON-LWU in München sowie Herrn Dr. H. RAITH und Fräulein HANS von der Firma CAMBRIDGE-INSTRUMENTS in Dortmund.



T a f e l 4

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von *Scottia tumida* (JONES, 1850) KEMPF 1971 aus dem mittelpleistozänen Interglazial von Berstadt.
Maßstab = 100 μm .

Fig. 1. Rechte Klappe von innen mit zentralen Muskelnarben und Endpunkten flächenständiger Porenkanäle. GIK 754.

Fig. 2. Linke Klappe von innen. Aus technischen Gründen mußte dieses Exemplar schräg zur Längsachse gekippt werden, so daß der vordere Teil des Ventralrandes dem Betrachter am nächsten ist. Infolgedessen sind die zentral liegenden Muskelnarben diesem Teil des Ventralrandes scheinbar genähert. GIK 755.

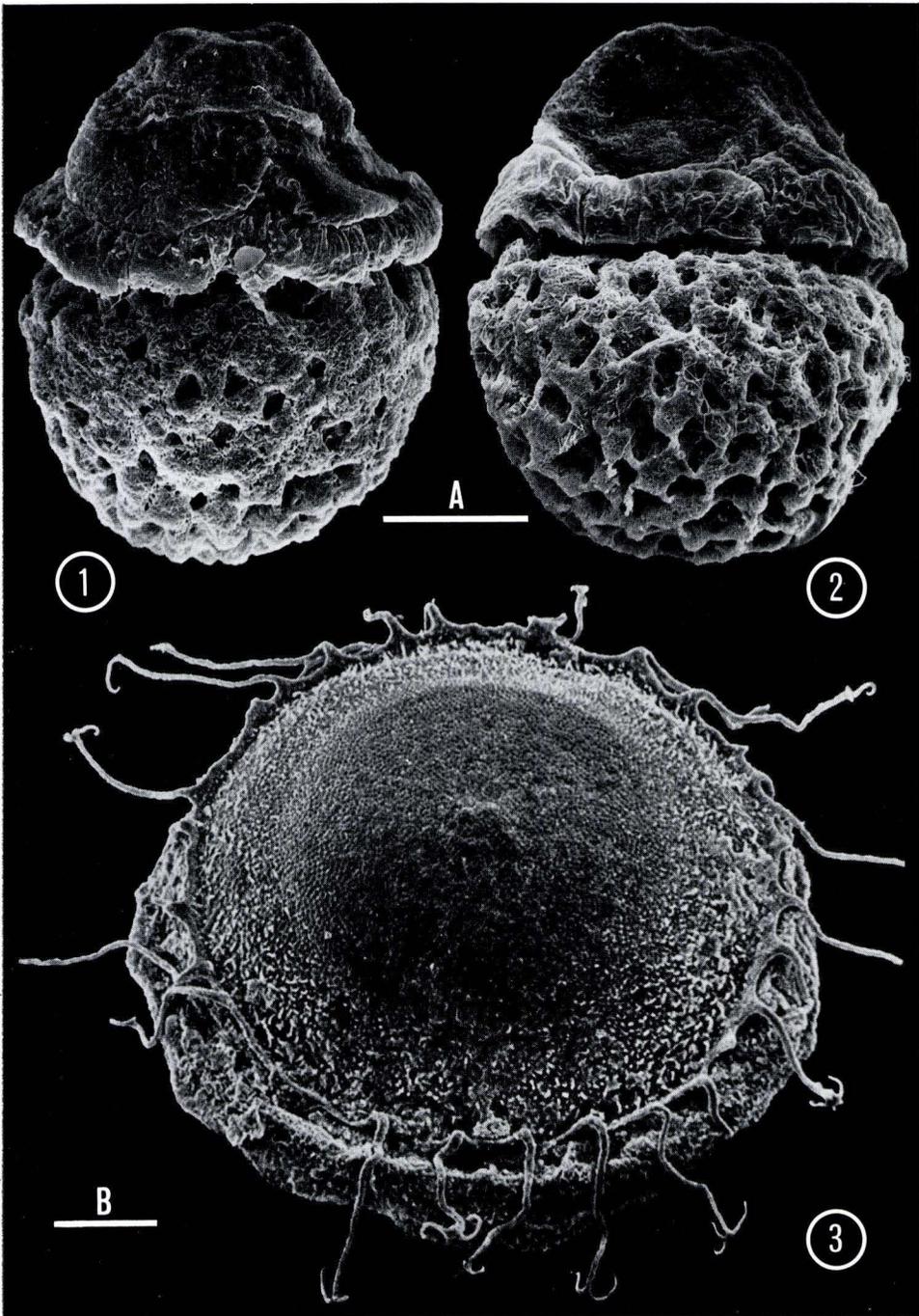


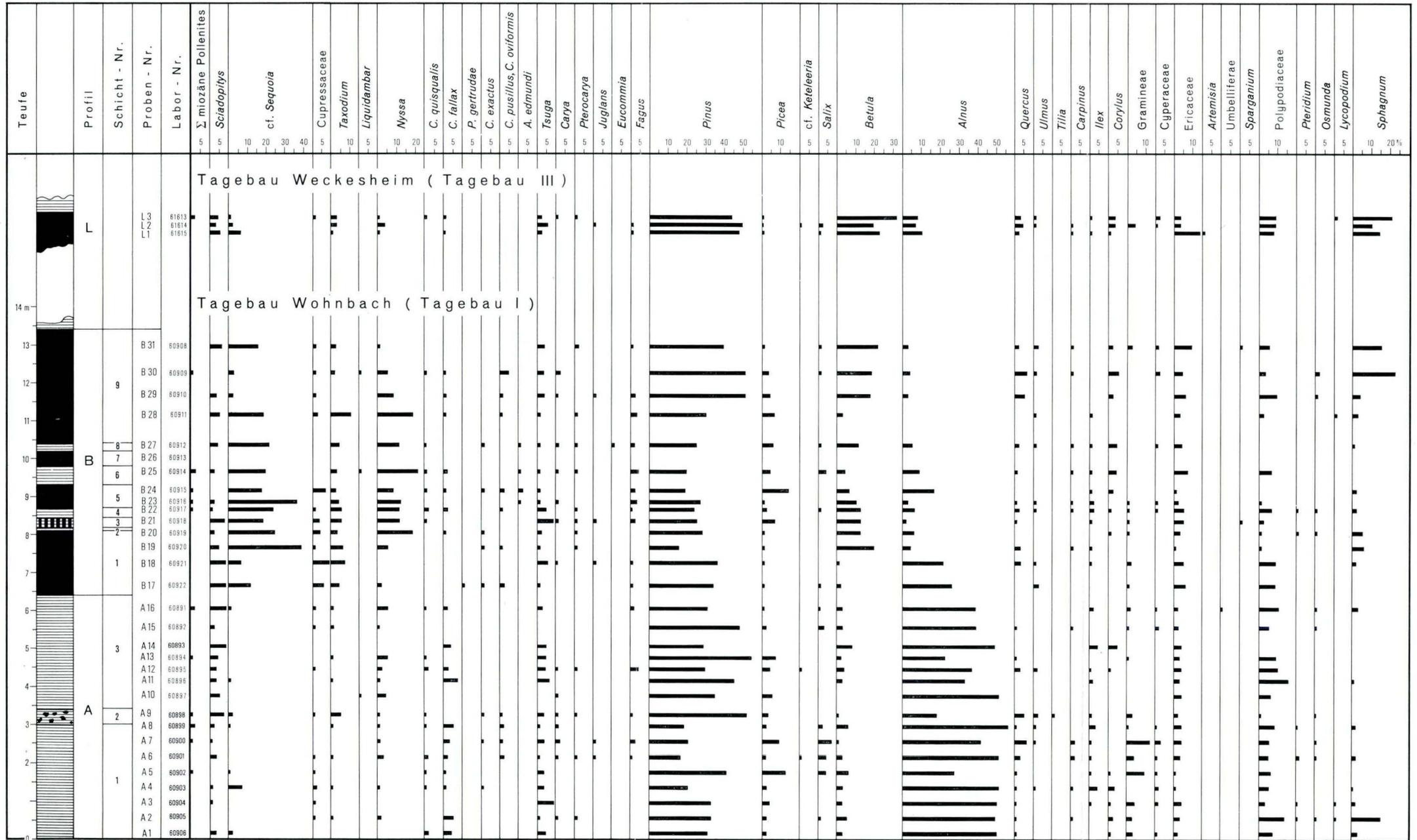
Tafel 5

Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen von *Azolla filiculoides* LAMARCK 1783 und *Cristatella mucedo* CUVIER aus dem mittelpleistozänen Interglazial von Berstadt. Maßstab A (Fig. 1 — 2) und Maßstab B (Fig. 3) jeweils 100 µm.

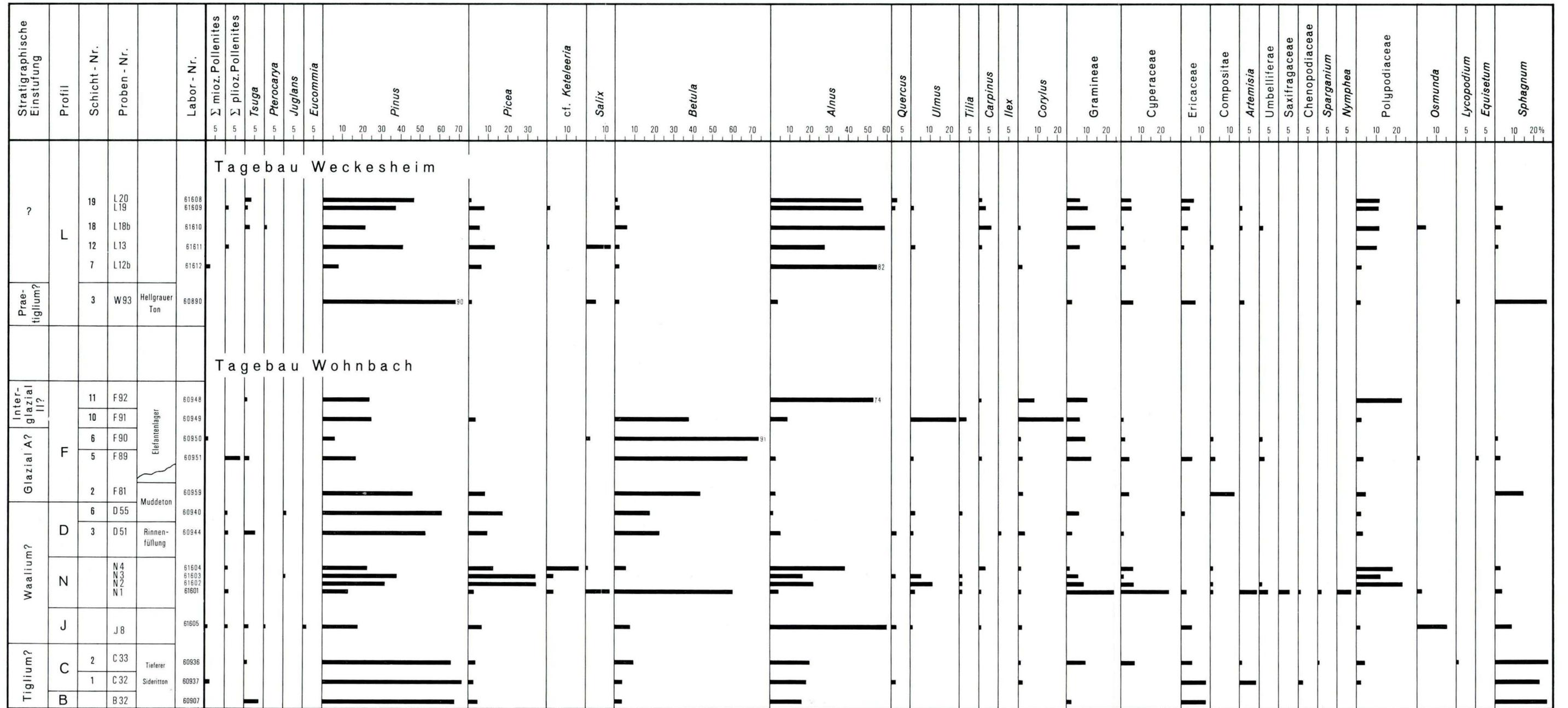
Fig. 1 — 2. Megasporen von *Azolla filiculoides* in Seitenansicht. GIK 756.

Fig. 3. Statoblast von *Cristatella mucedo*. GIK 757.





Pollendiagramm 1: Liegendton und Braunkohle.



Pollendiagramm 2: Tonig-schluffige Hangendschichten.

Anteil der Cyperaceae in Probe Nr. N 1 = 61 %, Anteil der Polypodiaceae in Probe Nr. N 2 = 118 %, Anteil der Polypodiaceae in Probe Nr. F 92 = 182 %.

- 29: BAUER, G., u. a.: Beitrag zur Geologie der Mittleren Siegener Schichten. 1960. 363 S., 85 Abb., 10 Tab., 22 Taf., DM 36,-.
- 30: BURRE, O.: Untersuchungen über die Berechnung der dem Grundwasser von den Niederschlägen zugehenden Wassermengen aus den Bewegungen des Grundwasserspiegels. 1960. 68 S., 1 Abb., 8 Tab., 5 Taf., DM 8,60.
- 31: RÖDER, D. H.: Ulmen-Gruppe in sandiger Fazies (Unter-Devon, Rheinisches Schiefergebirge). 1960. 66 S., 4 Abb., 1 Tab., 7 Taf., DM 8,-.
- 32: ZAKOSEK, H.: Durchlässigkeitsuntersuchungen an Böden unter besonderer Berücksichtigung der Pseudogleye. 1960. 63 S., 12 Abb., 1 Tab., 2 Taf., DM 11,-.
- 33: KREBS, W.: Stratigraphie, Vulkanismus und Fazies des Oberdevons zwischen Donsbach und Hirzenhain (Rheinisches Schiefergebirge, Dill-Mulde). 1960. 119 S., 21 Abb., 7 Tab., 11 Taf., DM 14,80.
- 34: STOPPEL, D.: Geologie des südlichen Kellerwaldgebirges. 1961. 114 S., 21 Abb., 2 Tab., 4 Taf., DM 14,-.
- 35: MATTHESS, G.: Die Herkunft der Sulfat-Ionen im Grundwasser. 1961. 85 S., 3 Abb., 31 Tab., DM 7,60.
- 36: STENGER, B.: Stratigraphische und gefügetektonische Untersuchungen in der metamorphen Taunus-Südrand-Zone (Rheinisches Schiefergebirge). 1961. 68 S., 20 Abb., 4 Tab., 3 Taf., DM 9,-.
- 37: ZAKOSEK, H.: Zur Genese und Gliederung der Steppenböden im nördlichen Oberrheintal. 1962. 46 S., 1 Abb., 19 Tab., DM 6,80.
- 38: ZIEGLER, W.: Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. 1962. 166 S., 18 Abb., 11 Tab., 14 Taf., DM 22,60.
- 39: MEISCHNER, KL.-D.: Rhenaer Kalk und Posidonienkalk im Kulm des nordöstlichen Rheinischen Schiefergebirges und der Kohlenkalk von Schreufa (Eder). 1962. 47 S., 15 Abb., 2 Tab., 7 Taf., DM 11,60.
- 40: HOLTZ, S.: Sporen-stratigraphische Untersuchungen im Oligozän von Hessen. 1962. 46 S., 1 Abb., 6 Taf., DM 9,-.
- 41: WALLISER, O. H.: Conodonten des Silurs. 1964. 106 S., 10 Abb., 2 Tab., 32 Taf., DM 12,-.
- 42: KUTSCHER, F.: Register für die Notizblatt-Bände der 5. Folge, Hefte 1—20, erschienen 1916—1939. 1963. 58 S., 1 Taf., DM 7,60.
- 43: EINSELE, G.: Über Art und Richtung der Sedimentation im klastischen rheinischen Oberdevon (Faunne). 1963. 60 S., 8 Abb., 7 Tab., 5 Taf., DM 7,60.
- 44: JACOBSHAGEN, E., HUCKRIEDE, R. & JACOBSHAGEN, V.: Eine Faunenfolge aus dem jungpleistozänen Löß bei Bad Wildungen. 1963. 105 S., 9 Abb., 2 Tab., 14 Taf., DM 12,-.
- 45: KÜMMERLE, E.: Die Foraminiferenfauna des Kasseler Meeressandes (Oberoligozän) im Ahnetal bei Kassel (Bl. Nr. 4622 Kassel-West). 1963. 72 S., 1 Abb., 2 Tab., 11 Taf., DM 9,40.
- 46: SCHENK, E.: Die geologischen Erscheinungen der Subfusions des Basaltes. 1964. 31 S., 6 Abb., 2 Tab., 16 Taf., DM 7,60.
- 47: HÖLTING, B. & STENGEL-RUTKOWSKI, W.: Beiträge zur Tektonik des nordwestlichen Vorlandes des basaltischen Vogelsberges, insbesondere des Amöneburger Beckens. 1964. 37 S., 2 Taf., DM 5,60.
- 48: DIEDERICH, G., LAEMMLEN, M. & VILLWOCK, R.: Das obere Biebental im Nordspessart. Neugliederung des Unteren Buntsandstein, Exkursionsführer und geologische Karte. 1964. 34 S., 2 Abb., 5 Tab., 4 Taf., 1 Kte., DM 7,20.
- 49: KUTSCHER, F.: Register für die Notizblatt-Bände der 4. Folge, Hefte 1—35, erschienen 1880—1914. 1965. 56 S., 1 Taf., DM 6,60.
- 50: ZAKOSEK, H., u. a.: Die Standortkartierung der hessischen Weinbaugebiete. 1967. 82 S., 1 Abb., 17 Tab., 1 Atlas, DM 10,-.
- 51: MATTHESS, G.: Zur Geologie des Ölschiefervorkommens von Messel bei Darmstadt. 1966. 87 S., 11 Abb., 10 Tab., DM 10,-.
- 52: BERG, D. E.: Die Krokodile, insbesondere *Asiatosuchus* und aff. *Sebecus*?, aus dem Eozän von Messel bei Darmstadt/Hessen. 1966. 105 S., 11 Abb., 6 Taf., DM 11,20.
- 53: HÖLTING, B.: Die Mineralquellen in Bad Wildungen und Kleinern (Landkreis Waldeck, Hessen). 1966. 59 S., 7 Abb., 9 Tab., DM 7,-.
- 54: SOLLE, G.: Hederelloidea (Cyclostomata) und einige ctenostome Bryozoen aus dem Rheinischen Devon. 1968. 40 S., 1 Tab., 5 Taf., DM 5,-.
- 55: SCHNEIDER, J.: Das Ober-Devon des nördlichen Kellerwaldes (Rheinisches Schiefergebirge). 1969. 124 S., 24 Abb., 1 Taf., DM 15,-.
- 56: HORST-FALKE-Festschrift. 1970. 228 S., 71 Abb., 10 Tab., 23 Taf., 1 Bild, DM 14,-.
- 57: MEISL, S.: Petrologische Studien im Grenzbereich Diagenese-Metamorphose. 1970. 93 S., 70 Abb., 2 Tab., DM 11,-.

- 58: MATTHES, G.: Beziehungen zwischen geologischem Bau und Grundwasserbewegung in Festgesteinen. 1970. 105 S., 20 Abb., 18 Tab., 4 Taf., DM 12,-.
- 59: SOLLE, G.: *Brachyspirifer* und *Paraspirifer* im Rheinischen Devon. 1971. 163 S., 1 Diagr., 20 Taf., DM 30,-.
- 60: HEINZ-TOBIEN-Festschrift. 1971. 308 S., 58 Abb., 12 Tab., 32 Taf., 1 Bild, DM 24,-.
- 61: WIRTZ, R.: Beitrag zur Kenntnis der Paläosole im Vogelsberg. 1972. 159 S., 2 Abb., 21 Tab., DM 19,-.
- 62: BUGGISCH, W.: Zur Geologie und Geochemie der Kellwasserkalke und ihrer begleitenden Sedimente (Unteres Oberdevon). 1972. 68 S., 19 Abb., 6 Tab., 13 Taf., DM 16,-.
- 63: THEWS, J.-D.: Zur Typologie der Grundwasserbeschaffenheit im Taunus und Taunusvorland. 1972. 42 S., 27 Abb., 7 Tab., 2 Taf., DM 12,-.
- 64: STEPHAN-HARTL, R.: Die altmiozäne Säugetierfauna des Nordbassin und der Niederräder Schleusen-kammer (Frankfurt/M., Hessen) und ihre stratigraphische Stellung. 1972. 97 S., 16 Abb., 11 Tab., 24 Taf., DM 21,-.
- 65: BOY, J. A.: Die Branchiosaurier (Amphibia) des saarpfälzischen Rotliegenden (Perm, SW-Deutschland). 1972. 137 S., 70 Abb., 2 Tab., 2 Taf., DM 17,-.
- 66: BARTH, H.: Petrologische Untersuchungen im Felsberg-Zug (Bergsträßer Odenwald). 1972. 85 S., 16 Abb., 11 Tab., 8 Taf., DM 12,-.
- 67: KUSTER-WENDENBURG, E.: Die Gastropoden aus dem Meeressand (Rupelium) des Mainzer Tertiärbeckens. 1973. 170 S., 8 Taf., DM 21,-.
- 68: NEUFFER, FR. O.: Die Bivalven des Unteren Meeressandes (Rupelium) im Mainzer Becken. 1973. 113 S., 13 Taf., DM 25,-.
- 69: WALTER, H.: Hydrogeologie und Wasserhaushalt im oberen Horlofftal (westlicher Vogelsberg). 1974. 104 S., 13 Abb., 17 Tab., 2 Taf., DM 25,-.
- 70: AZIMI, M. A., HILALI, E.-A., HUSCHMAND, A., KRÜGER, H., PICKEL, H.-J., SCHARPFF, H.-J., SCHEWE, L., WAGNER, H.-R.: Beiträge zur Hydrogeologie von Hessen. 1974. 198 S., 60 Abb., 37 Tab., 2 Taf., DM 35,-.
- 71: BAHLO, E.: Die Nagetierfauna von Heimersheim bei Alzey (Rheinessen, Westdeutschland) aus dem Grenzbereich Mittel-/Oberoligozän und ihre stratigraphische Stellung. 1975. 182 S., 43 Abb., 11 Tab., DM 25,-.
- 72: MATHEIS, J.: Kartographische Bearbeitung geologischer und bodenkundlicher Karten. Von der Manuskriptkarte zur Druckvorlage. 1975. 68 S., 22 Abb., 3 Taf., 5 Beil., DM 24,-.
- 73: GOLWER, A., KNOLL, K.-H., MATTHES, G., SCHNEIDER, W., WALLHÄUSSER, K. H.: Belastung und Verunreinigung des Grundwassers durch feste Abfallstoffe. 1976. 131 S., 23 Abb., 34 Tab., 2 Taf., DM 20,-.

Geologische Abhandlungen Hessen

- 74: SOLLE, G.: Oberes Unter- und unteres Mitteldevon einer typischen Geosynklinal-Folge im südlichen Rheinischen Schiefergebirge. Die Olkenbacher Mulde. 1976. 264 S., 11 Abb., 2 Taf., 1 Kt., DM 45,-.
- 75: BOENIGK, W., et al.: Jungtertiär und Quartär im Horloff-Graben/Vogelsberg. 1977. 80 S., 17 Abb., 6 Tab., 8 Taf.
- 76: MOAYEDPOUR, E.: Geologie und Paläontologie des tertiären „Braunkohlenlagers“ von Theobaldshof/Rhön (Miozän). [In Druckvorbereitung]