

|                 |    |       |         |        |                   |
|-----------------|----|-------|---------|--------|-------------------|
| Mitt. POLLICHIA | 81 | 7-193 | 32 Abb. | 2 Tab. | Bad Dürkheim 1994 |
|                 |    |       |         |        | ISSN 0341-9665    |

Kirsten I. Grimm

# **Paläoökologie, Paläogeographie und Stratigraphie im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht während des Mittleren Rupeltons (Fischschiefer / Rupelium / Unteroligozän)\***

## **Kurzfassung**

GRIMM, K.I. (1994): Paläoökologie, Paläogeographie und Stratigraphie im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht während des Mittleren Rupeltons (Fischschiefer / Rupelium / Unteroligozän). – Mitt. POLLICHIA, 81: 7-193, Bad Dürkheim

Ausgehend vom Mainzer Becken wurde anhand der Foraminiferenfauna ausgewählter Bohrungen eine Gliederung des Fischschiefers aufgestellt, die dann auf den Oberrheingraben und die Hessische Senke übertragen werden konnte. Die Gliederung beruht auf Zonenforaminiferen und Häufigkeitsformen in Verbindung mit den Artenzahlen. Weiterhin wurde versucht, auch Profile aus der Leipziger Bucht und dem angrenzenden Tiefland in diese Gliederung einzuhängen. Ergänzend wurden die hangenden Horizonte des Unteren Rupeltons und der liegende Horizont des Oberen Rupeltons untersucht. Das Mainzer Becken, der Oberrheingraben und die Hessische Senke sind weitgehend korrelierbar, während die Gebiete des Nordseebeckens, wenn überhaupt, nur sehr schlecht eingehängt werden können. Die zur Ablagerungszeit des Fischschiefers vorhandene Meeresverbindung zwischen Nordseebecken und Tethys verlief über den Oberrheingraben, das Mainzer Becken und die Hessische Senke. Die unterschiedlich ausgeprägten Horizonte im Fischschiefer sind durch den Wechsel der Einflüsse von Nordsee und Tethys erklärbar. Ergänzend wurden an einigen Profilen Untersuchungen an stabilen  $\delta^{18}\text{O}$ - und  $\delta^{13}\text{C}$ - Isotopen, sowie röntgendiffraktometrische Untersuchungen durchgeführt. Im Mainzer Becken ergeben sich aufgrund der Sedimentmächtigkeiten und paläoökologischer Untersuchungen einige neue paläogeographische Aussagen. Die Paläogeographie des gesamten Arbeitsgebietes wird kurz erläutert.

---

\* D77, Dissertation am Fachbereich Geowissenschaften der Johannes Gutenberg-Universität Mainz

## Abstract

GRIMM, K.I. (1994): Paläoökologie, Paläogeographie und Stratigraphie im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht während des Mittleren Rupeltons (Fischschiefer / Rupelium / Unteroligozän)  
[Palaeoecology, palaeogeography and stratigraphy of the Fischschiefer (Middle Rupel Clay, Rupelian, Lower Oligocene) in the Mainz Basin, in the Rhine Graben, in the Hessian Basin and in the Leipzig Bay].- Mitt. POLLICHIA, 81: 7-193, Bad Dürkheim

Based on the foraminifer fauna of several chosen boreholes, it is possible to subdivide the Fischschiefer in the Mainz Basin. This subdivision is transferred of the Upper Rhine Graben and of the Hessische Senke. The subdivision is based on characteristic foraminifers and mass occurrence of some foraminifers in relation to the number of species. The author also tried to correlate the profiles to the bay of Leipzig and the adjacent lowlands with this subdivision. The upper part of the Unterer Rupelton and the lower part of the Oberer Rupelton are also examined. The connection between the North Sea and the Tethys during the Fischschiefer runs through the Upper Rhine graben, the Mainz Basin and the Hessische Senke. It is considered possible to correlate the Mainz Basin, the Upper Rhine graben and the Hessische Senke. It is barely, if at all, possible to correlate the North Sea Basin. The differently marked horizons in the Fischschiefer can be explained by the changes of the influence of the North sea and the Tethys. Complementing these are some examinations of stable  $\delta^{18}\text{O}$ - and  $\delta^{13}\text{C}$  isotopes and X-ray diffractometry of certain profiles. Based on the thickness of the sediments and the paleoecological examinations of the Mainz Basin, we can see some new paleogeographical statements. The paleogeography of the whole area of investigation is also discussed.

## Résumé

GRIMM, K.I. (1994): Paläoökologie, Paläogeographie und Stratigraphie im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht während des Mittleren Rupeltons (Fischschiefer / Rupelium / Unteroligozän)  
[Paléoécologie, paléogéographie et stratigraphie dans le bassin de Mayence, dans le fossé rhénan, dans la dépression de la Hesse et dans la baie de Leipzig pendant le Rupélien Moyen (Fischschiefer, Rupélien, Oligocène Inférieur)]. – Mitt. POLLICHIA, 81: 7-193, Bad Dürkheim

Le Fischschiefer du bassin de Mayence est subdivisé sur la base de la faune de foraminifères de quelques sondages choisis. Cette classification est transmise au fossé rhénan et à la dépression de la Hesse. La division est fondée sur les foraminifères de zone et les formes fréquentes en relation avec les nombres d'espèces. En plus l'auteur a essayé d'inclure dans cette classification les profils de la baie de Leipzig et son bas pays limitrophe. Les horizons sus-jacente du Rupélien Inférieur et les horizons sous-jacentes du Rupélien Supérieur sont aussi examinés. On peut établir une corrélation entre le bassin de Mayence, le fossé rhénan et la dépression de la Hesse, tandis que les régions du bassin de la mer du Nord ne peuvent être incluses que difficilement. Le détroit existant pendant la sédimentation du Fischschiefer entre la Téthys et le bassin de la mer du Nord s'étend du fossé rhénan, du bassin de Mayence et de la dépression de la Hesse jusqu'à la mer du Nord. Les horizons divers dans le Fischschiefer sont dus au changement des influences de la mer du Nord et de la Téthys. En outre, des analyses des isotopes  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^{13}\text{C}$  ainsi que des recherches radiofiffractionométriques sont faites à l'aide de quelques profils. Des épaisseurs des sédiments et de recherches paléogéographique de toute la région examinée est brièvement expliquée.



|                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>1. Einleitung</b> .....                                                                                                                  | 10 |
| 1.1. Aufgabenstellung .....                                                                                                                 | 10 |
| 1.2. Stand der Forschung .....                                                                                                              | 12 |
| 1.3. Untersuchungsmaterial und Methodik .....                                                                                               | 14 |
| 1.4. Geologisch-stratigraphischer Überblick .....                                                                                           | 17 |
| 1.4.1. Mainzer Becken .....                                                                                                                 | 17 |
| 1.4.2. Oberrheingraben .....                                                                                                                | 19 |
| 1.4.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke .....                                                                                 | 21 |
| 1.4.4. Leipziger Bucht .....                                                                                                                | 24 |
| <b>2. Unterer Rupelton (Foraminiferenmergel)</b> .....                                                                                      | 26 |
| 2.1. Mainzer Becken .....                                                                                                                   | 26 |
| 2.2. Oberrheingraben .....                                                                                                                  | 26 |
| 2.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke .....                                                                                   | 28 |
| 2.4. Vergleich des Foraminiferenmergels im Mainzer Becken, Oberrheingraben, der Hessischen Senke und der Hanau-Seligenstädter Senke .....   | 28 |
| <b>3. Mittlerer Rupelton (Fischschiefer)</b> .....                                                                                          | 28 |
| 3.1. Gliederung des Fischschiefers im Mainzer Becken .....                                                                                  | 31 |
| 3.1.1. Mächtigkeiten des Fischschiefers und seiner Horizonte .....                                                                          | 35 |
| 3.1.2. Gliederung der einzelnen Bohrungen im Mainzer Becken .....                                                                           | 36 |
| 3.2. Gliederung des Fischschiefers im Oberrheingraben .....                                                                                 | 43 |
| 3.2.1. Gliederung der einzelnen Bohrungen im Oberrheingraben .....                                                                          | 43 |
| 3.3. Gliederung des Fischschiefers in der Hessischen Senke und in der Hanau-Seligenstädter Senke .....                                      | 46 |
| 3.3.1. Gliederung der einzelnen Bohrungen in der Hessischen Senke und in der Hanau-Seligenstädter Senke .....                               | 47 |
| <b>4. Oberer Rupelton</b> .....                                                                                                             | 47 |
| 4.1. Mainzer Becken .....                                                                                                                   | 48 |
| 4.2. Oberrheingraben .....                                                                                                                  | 48 |
| 4.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke .....                                                                                   | 48 |
| 4.4. Vergleich des Oberen Rupeltons im Mainzer Becken, Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Hanau-Seligenstädter Senke ..... | 48 |
| <b>5. Leipziger Bucht und angrenzendes Tiefland</b> .....                                                                                   | 49 |
| 5.1. Tagebau Zwenkau .....                                                                                                                  | 49 |
| 5.2. Tagebau Cospuden .....                                                                                                                 | 50 |
| 5.3. Tagebau Amsdorf .....                                                                                                                  | 52 |
| <b>6. Vergleich des Rupeltons im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht</b> .....           | 54 |
| <b>7. Paläontologie</b> .....                                                                                                               | 60 |
| 7.1. Foraminiferen .....                                                                                                                    | 60 |
| 7.2. Begleitflora und -fauna .....                                                                                                          | 87 |
| <b>8. Isotopengeochemische Untersuchungen</b> .....                                                                                         | 91 |
| 8.1. Einleitung .....                                                                                                                       | 91 |
| 8.2. Probenauswahl .....                                                                                                                    | 91 |
| 8.3. Probenaufbereitung und Meßmethodik .....                                                                                               | 92 |
| 8.4. Ergebnisse .....                                                                                                                       | 92 |

|                                                                |            |
|----------------------------------------------------------------|------------|
| 8.5. Auswertung und Interpretation . . . . .                   | 94         |
| <b>9. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen . . . . .</b>   | <b>98</b>  |
| 9.1. Probenaufbereitung . . . . .                              | 98         |
| 9.2. Methodik und Messung . . . . .                            | 99         |
| 9.3. Auswertung . . . . .                                      | 99         |
| 9.4. Vergleich der Profile und Interpretation . . . . .        | 106        |
| <b>10. Paläogeographie und Paläoökologie . . . . .</b>         | <b>106</b> |
| 10.1. Mainzer Becken . . . . .                                 | 106        |
| 10.2. Oberrheingraben . . . . .                                | 113        |
| 10.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke . . . . . | 114        |
| 10.4. Leipziger Bucht und angrenzendes Tiefland . . . . .      | 115        |
| 10.5. Zusammenfassung . . . . .                                | 116        |
| <b>11. Zusammenfassung . . . . .</b>                           | <b>118</b> |
| <b>12. Danksagung . . . . .</b>                                | <b>120</b> |
| <b>13. Literaturverzeichnis . . . . .</b>                      | <b>121</b> |
| Anhang A. Tafeln 1-5 . . . . .                                 | 132        |
| Anhang B. Bohr- und Geländeprofile . . . . .                   | 142        |
| Anhang C. Anlage 1 - 26 Faunentabellen . . . . .               | 153        |
| Anlage 27 - 36 Artenzahlprofile                                |            |

## 1. Einleitung

### 1.1. Aufgabenstellung

In der vorliegenden Arbeit soll der oligozäne Rupelton, hauptsächlich der Mittlere Rupelton, der sogenannte Fischechiefer, im Mainzer Becken und Oberrheingraben biostratigraphisch untersucht werden. Vergleiche mit Profilen aus der Hessischen Senke und der Leipziger Bucht schlagen Brücken in das oligozäne Nordseebecken. Die Paratethys und die Molassesenke sind in den hier gemachten Betrachtungen nicht berücksichtigt worden. Dabei sollte die von GRIMM (1991) in einigen ausgewählten Gebieten des Mainzer Beckens durchgeführte biostratigraphische Unterteilung des Fischechiefers auf das gesamte Mainzer Becken ausgeweitet und der Versuch gemacht werden, diese Gliederung auf den Oberrheingraben zu übertragen. Um aber den gesamten Fischechiefer betrachten zu können, wurden die hangenden und liegenden Schichten z.T. in die Untersuchung mit einbezogen. Hierbei wurde im Hangenden nur der untere Schichtteil vom Oberen Rupelton untersucht, da die Grenze zwischen Fischechiefer und Oberem Rupelton deutlich ist. Im Liegenden des Fischechiefers wurde der Foraminiferenmergel umfassender untersucht, zumal einige Unterschiede zum Oberrheingraben erkennbar waren. Für die biostratigraphische Gliederung wurde - entsprechend der Zielsetzung - hauptsächlich die Foraminiferenfauna berücksichtigt, während die weitere Fauna nur nachgeordnet untersucht wurde. Die Dinoflagellaten und Mollusken sind Zielsetzung anderer zur Zeit laufender Arbeiten.

Für das Rupelium wird immer wieder eine Verbindung zwischen Nordmeer und Tethys über den Oberrheingraben postuliert (WENZ 1924, WAGNER 1925, 1938, W. WEILER 1956, GRAMANN 1966, DOEBL & TEICHMÜLLER 1979, ROTHAUSEN & SONNE 1984, SITTLER

1992). Im Hinblick auf die Hinterfragung dieser Theorie, wurden zunächst zwei Vergleichsprofile aus dem Bereich der Leipziger Bucht, einem Randbecken des Nordmeeres, untersucht, da Ähnlichkeiten mit dem Mainzer Becken angenommen wurden. Zusätzlich wurden im Bereich der angenommenen Verbindung zwischen Oberrheingraben und Nordmeer, nördlich des Mainzer Beckens weitere Profile aus der Hanau-Seligenstädter-Senke, der Hessischen Senke und ein Profil im angrenzenden Tiefland der Leipziger Bucht untersucht um Voraussetzungen für Aussagen zur Biostratigraphie, Paläogeographie und Paläoökologie zu erarbeiten.

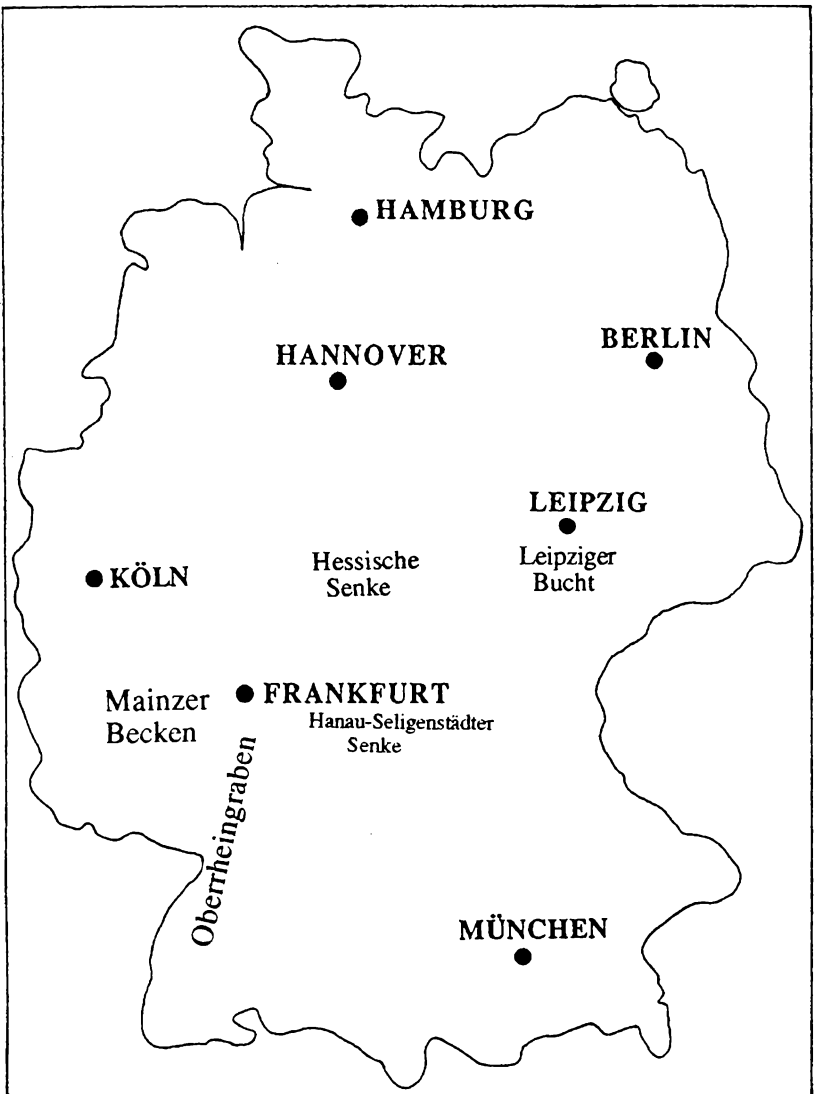


Abb. 1: Lage der Arbeitsgebiete in Deutschland

## 1.2. Stand der Forschung

Die folgenden Betrachtungen gehen immer zuerst vom Mainzer Becken aus, da das Mainzer Becken die Grundlage der Untersuchungen bildet.

Von den frühen Bearbeitern wird der Rupelton des Mainzer Beckens als Septarienthon bezeichnet und nicht unterteilt (REUSS 1853, WEINKAUFF 1860, STOLTZ 1905). SPANDEL (1909) trennte erstmals den Rupelton des Mainzer Beckens in die drei noch heute gültigen Einheiten: Foraminiferenmergel (=Unterer Rupelton), Fischschiefer (=Mittlerer Rupelton) und Oberen Rupelton. Während er den Unteren und den Oberen Rupelton nochmals in zwei bzw. drei Einheiten unterteilte, fehlt eine weitere Unterteilung des Mittleren Rupeltons ganz. Spätere Bearbeiter verwenden die von SPANDEL (1909) vorgegebenen Bezeichnungen und unterteilen den Fichschiefer ebenfalls nicht weiter.

THURSCHE (1956) hat den Unteren Rupelton des Mainzer Beckens biostratigraphisch bearbeitet. Er unterteilt den Foraminiferenmergel in eine untere foraminifernarme und eine obere foraminiferenreiche Abteilung. Die obere Abteilung wird nochmals dreigeteilt: ein *Spiroplectammina carinata carinata* - *Cibicides dutemplei* -Horizont im Liegenden, einen Zwischenhorizont mit *Rhabdammina annulata* darüber und im Hangenden einen *Cyclammina placenta placenta* -Horizont. Ob es sich bei der unteren Abteilung schon um Mittlere Pechelbronn-Schichten handelt, kann hier nicht geklärt werden.

VOLK (1956) teilt den Unteren Rupelton in eine untere fossilarme Lage und eine obere fossilreiche Lage mit den Charakterformen *Ammobaculites humboldti*, *Gaudryina chilostoma*, *Spiroplectammina carinata* und *Cibicides dutemplei*. Der mittlere Rupelton beginnt nach VOLK (1956) mit einer Bolivinen-Schicht, diese wird von einer Schicht mit *Globigerina concinna* überlagert. Im Hangenden folgt die zweite Bolivinen-Schicht, ein Horizont mit *Globigerina bulloides* und eine Schicht mit *Cyclammina placenta exigua*. Abschließend lagert ein Horizont mit *Bolivina beyrichi* und *Dentalina retrorsa* darüber. Der Obere Rupelton beginnt mit einer Schicht mit *Cibicides ungerianus*, *Spiroplectammina carinata attenuata*, *Rotaliatina offenbachensis* und *Reophax pilulifera*. Die obere Lage wird in einen liegenden *Dentalina*-Horizont und einen hangenden Teil mit *Uvigerina* -Arten unterteilt. Die von SPANDEL (1909) als oberste Lage des Oberen Rupeltons bezeichnete Schicht wird von VOLK (1956) zum Schleichsand gestellt. In der unveröffentlichten Dissertation VOLK (1956) sind viele Foraminiferen beschrieben, aber nicht abgebildet. Da für die Untersuchungen im Rahmen dieser Arbeit nur ein Durchschlag der Dissertation VOLK vorlag, kann nicht nachvollzogen werden, ob die Tippfehler der Synonymieliste in der Originalarbeit verbessert wurden und ob zu dem Original eventuell Abbildungen vorlagen. Hier wird jedoch alles auf das vorliegende Durchschlagsexemplar ohne Abbildungen bezogen.

Der Obere Rupelton wurde von SONNE (1988) genauer mikropaläontologisch definiert. Vorarbeiten hierzu leistete DOEBL (1954), der die Grenze Rupelton / Schleichsand im Mainzer Becken mikrofaunistisch bearbeitete. SONNE (1988) spricht von zwei marinen Teilbereichen, die von einer brackischeren Einschaltung geteilt werden. Typisch für die marinen Bereiche sollen *Spiroplectammina carinata intermedia*, *Cibicides ungerianus*, *Gyroldina girardana*, *Bolivina beyrichi*, *Pullenia* sp., *Sphaeroidina variabilis*, *Rotaliatina offenbachensis*, *Dentalina soluta*, *Pyrgosp.* und *Nonion affine* sein. In der brackischeren Einschaltung fehlen einige der genannten Arten und die Fauna ist deutlich ärmer.

Weitere Untergliederungen des Mittleren Rupeltons fanden bis GRIMM (1991) nicht statt. Der Fischechiefer wird dort zunächst an Hand von Profilen im W und E des Mainzer Beckens in einen liegenden faunenreichen Bereich und einen hangenden faunenarmen Bereich unterteilt. Beide Bereiche werden nochmals dreigeteilt. Der unterste Horizont ist durch *Spiroplectinella deperdita* und *Palmula? obliqua* charakterisiert. Er wird von einem Horizont mit *Bolivina beyrichi* und *Nodosaria ewaldi* überlagert. Darüber existiert ein Horizont mit Durchläuferformen. Der faunenarme Bereich wird etwa in der Mitte durch einen Zwischenhorizont mit *Bathysiphon taurinesis* und Durchläuferformen unterbrochen.

Überregionale genaue Gliederungen existieren noch nicht. Nur die Nannoplanktonzonengrenze NP 23/ NP 24, die im Fischechiefer liegen soll, ist von MARTINI & MÜLLER (1971) definiert worden und hat die überregionale Position präzisiert. Der Mittlere Rupelton des Mainzer Beckens wurde außerdem von SPIEGLER (1965) in das Rupel 3 der von ihr aufgestellten gültigen Rupelgliederung für das Nordseebecken eingehängt.

Im Oberrheingraben, besonders im Elsaß wurden erste Untersuchungen im Oligozän durch ANDREAE (1890) durchgeführt. Dort gehören die untersuchten Schichten der Grauen Schichtenfolge an. Der Foraminiferenmergel, als tiefster Teil der Folge, wird vom Fischechiefer überlagert und dieser von den *Meletta*-Schichten (Abb. 18). Die späteren Untersuchungen beschränkten sich meistens auf spezielle Gebiete im Elsaß oder bei Wiesloch, so daß eine Verallgemeinerung für den Oberrheingraben schwierig ist. Eine Unterteilung des Fischechiefers fand auch hier nicht statt. Der Foraminiferenmergel wird von DOEBL ET AL. (1976), SITTLER ET AL. (1985) und WEISS (1988) zunächst zweigeteilt. Für die untere Abteilung sind *Spiroplectamina carinata* und *Cibicides dutemplei* charakteristisch. Der obere Horizont enthält *Cyclammina placenta acutidorsata*, *Ammodiscus incertus*, *Haplophragmium deformis*, *Bathysiphon taurinesis* und *Rhabdammina* sp. Lokal läßt sich der obere Horizont noch zweiteilen, wobei man einen unteren Teil mit *Bathysiphon* und *Rhabdammina* abtrennen kann. Der obere Teil enthält die übrigen oben genannten Formen.

In der Hessischen Senke führte LUDWIG (1855) erste Untersuchungen im Septarienton des nördlichen Vogelsbergs durch. BEYRICH (1854) beschäftigte sich dort mit dem Tertiär bei Ober- und Niederkaufungen. GRAMANN (1960) unterscheidet dort zwischen Oberem, Mittlerem und Unterem Rupelton, untergliedert aber nur den Oberen Rupelton weiter, in einen unteren *ungerianus*-Horizont und einen oberen *Uvigerina*-Horizont. Für den Unteren Rupelton erkennt GRAMANN (1960) eine Sandschalerfazies in einigen seiner Proben. RITZKOWSKI (1965, 1967) unterteilt den Unteren Rupelton in drei Horizonte. Der tiefste Horizont 1 führt als Charakterform *Bulimina alsatica* und als Häufigkeitsformen u.a. *Spiroplectamina carinata carinata* und *Cibicides dutemplei praecinctus*. Horizont 2 ist durch *Cyclammina placenta acutidorsata* charakterisiert. Dieser Horizont ist z.T. durch Verarmung gekennzeichnet. Darüber folgt wieder ein fossilreicher Abschnitt mit *Epistomina elegans* und *Dentalina retrorsa*. Wenn der Mittlere Rupelton als Fischechiefer und nicht in Grünsandfazies vorliegt, ist eine untere foraminiferenreiche und ein obere foraminiferenarme Abteilung zu unterscheiden. Der Obere Rupelton ist in RITZKOWSKI (1965, 1967) nicht weiter untergliedert worden. RITZKOWSKI (1967) ordnet dem Unteren Rupelton im nördlichen Hessen die Einheiten Rupel 1 und Rupel 2 der überregionale Gliederung zu, wobei Rupel 2 z.T. auch noch in den Fischechiefer hineinreicht, dem aber hauptsächlich Rupel 3 zugeordnet wird. Rupel 4 entspricht dem Oberen Rupelton.

Im Oligozän der Leipziger Bucht fand bereits CREDNER (1878) Foraminiferen. Auf Grund des Geheimnisschutzes in der ehemaligen DDR konnten in den letzten Jahrzehnten die hervorragenden Aufschlüsse in diesem Gebiet kaum untersucht werden. So hat nur BELLMANN (1974) einige zufällig gefundene Foraminiferen aus dem Leipziger Oligozän genauer beschrieben. Auch MÜLLER (1983) nennt Foraminiferen aus fast allen kalkigen Schichten, beschreibt sie aber nicht. Die Böhlen-Schichten, im Hangenden des Böhleener Oberflözes, werden durch einen Phosphoritknollenhorizont in die Unteren und die Oberen Böhlen-Schichten unterteilt. Die Böhlen-Schichten gehören dem Rupelium an. Die Ausbildung dieser Schichten ändert sich stark je nach Lage des Profils, ob es sich im ehemaligen Becken oder an der Küste befand. Beide Faziesbereiche verzahnen sich (1.4.4. Leipziger Bucht).

### 1.3. Untersuchungsmaterial und Methodik

Im Mainzer Becken ist der Fischschiefer selten aufgeschlossen, so daß für die Untersuchungen nur Bohrungen zur Verfügung standen. Bei den meisten Bohrungen handelt es sich um Spülbohrungen, die zur Grundwassererkundung oder als Kartierhilfe abgeteuft wurden. Diese Bohrungen stammen alle aus den Sammlungen des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz. Schon sehr bald ergab sich bei den Untersuchungen, daß für eine Gliederung ein durchgehendes Profil mit einem Probenabstand von 1 m oder kleiner benötigt wird. Nach diesem Kriterium und unter dem Aspekt, ein möglichst flächendekendes Netz mit Profilen über das Mainzer Becken zu legen, wurden die Bohrungen ausgesucht. Notfalls wurden auch Bohrungen mit einem Probenabstand von über 1 m oder mit Profillücken zur Untersuchung herangezogen.

Im Bereich des Oberrheingrabens liegt der untersuchte Profilbereich z.T. mehr als 1000 m tief unter der Erdoberfläche. Deshalb konnten hier nur die Erdölerkundungsbohrungen der Erdölgesellschaften benutzt werden. Diese haben allerdings häufig einen Probenabstand von 10 m oder mehr. Bei den schon von den Gesellschaften bearbeiteten Proben wurden durch die Firmenmitarbeiter nur einige der für die stratigraphische Einstufung wichtigen Foraminiferen ausgelesen, der Rückstand ist teilweise nicht mehr vorhanden oder für Bereiche von 100 m zusammengekippt und nur zu einem Bruchteil aufgehoben worden. Das bereitete Schwierigkeiten, weil der Fischschiefer im Oberrheingraben meistens 10 m oder weniger und nur selten maximal 30 m mächtig ist. Der Foraminiferenmergel erreicht dort Mächtigkeiten zwischen 10 und 15 m. Die noch zur Verfügung stehenden Kerne sind teilweise nicht mehr vollständig, so daß in einer Kernkiste gelegentlich bis zu 100 Bohrmeter zusammengekippt angetroffen wurden. Manchmal sind die Kerne auch durch Wassereinwirkung geschädigt. In diesem Fall haben sich mit dem Wasser aus in Gestein vorhandenem Pyrit und Kalk in Verbindung mit dem Sauerstoff Gips und Rost sowie schwefelige Säure gebildet. So sind dann nicht nur die hölzernen Kernkisten durch die schwefelige Säure geschädigt, sondern auch die kalkigen Foraminiferen schon zugunsten von Gips aufgelöst (siehe auch 5.3.). Im Bereich des Oberrheingrabens wurden deshalb alle zur Verfügung stehenden Bohrungen, auch Spülbohrungen bzw. kombinierte Kern-Spülbohrungen, mit einem Probenabstand von maximal 20 m untersucht, falls sie den Fischschiefer-Foraminiferenmergelbereich störungsfrei durchteuft haben.

Die Vergleichsprofile aus der Hessischen Senke und der Hanau-Seligenstädter-Senke wurden nach den für das Mainzer Becken gültigen Kriterien, wie durchgehendes Profil, Probenabstand kleiner 2 m aus dem Archiv des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung ausgewählt.

Sofern die Proben nicht schon aufbereitet und ausgelesen in Franke-Zellen vorlagen, wurden sie wie folgt bearbeitet: Kernbohrungen wurden möglichst dicht, alle 10 cm oder bei lithologischem Wechsel beprobt und sedimentologisch aufgenommen. Die Proben wurden mit einer Stahlbürste von außen gesäubert und dann wie die Proben der Spülbohrungen, die alle Meter genommen wurden, getrocknet. In trockenem Zustand wurden sie zerkleinert, ein geringer Anteil für die röntgenographische Untersuchung aufgehoben und mit heißem Wasser angesetzt. In einigen Fällen mußte für die Auflösung Wasserstoffperoxid ( $H_2O_2$ ) verwendet werden. Die Proben wurden dann durch ein Sieb mit  $63\text{ }\mu\text{m}$  Maschenweite geschlämmt. Nach dem Trocknen der Siebrückstände wurden diese mit Tetrachlorkohlenstoff ( $CCl_4$ ) versetzt. Die leichten Foraminiferengehäuse, Ostrakodenschalen etc. schwimmen dabei oben auf und können mit einem  $63\text{ }\mu\text{m}$ - Sieb leicht gewonnen und in Franke-Zellen überführt werden. Der bei der  $CCl_4$ -Trennung nicht aufschwimmende Rest wurde durch Sieben in die Fraktionen  $>1\text{mm}$ ,  $>0,5\text{mm}$ ,  $>0,2\text{mm}$ ,  $>0,1\text{mm}$  und  $>0,1\text{mm}$  unterteilt und soweit die Menge 10 Schalen pro Fraktion nicht überschritt alles ausgelesen, der verbleibende Rückstand in Probenröhrchen abgefüllt. Die Bearbeiter der schon vorliegenden Proben des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz sind genauso verfahren, z.T. wurde aber nur ein Teil des nicht aufschwimmenden Restes ausgelesen. Gleiches gilt für die Vergleichsprofile aus dem Hessischen Landesamt für Bodenforschung. Wieviel der schon bearbeiteten Proben der Erdölgesellschaften ausgelesen wurden, ist nicht genau nachvollziehbar. Hier wurden, falls vorhanden, die Rückstände nachträglich nochmals ausgelesen.

In den Braunkohletagebauen der Leipziger Bucht bieten sich hervorragende Aufschlüsse zur Probennahme an. Hier wurden zwei Profile in den Tagebauen Cospuden und Zwenkau genommen, die den gesamten Bereich der Böhlen-Schichten abdecken sollten. Der untere Teil der Böhlen-Schichten, unterhalb des Phosphoritknollenhorizontes ist z.B. in Cospuden weitgehend entkalkt (5.2. Tagebau Cospuden). Deshalb wurde dieser Bereich auch im Tagebau Zwenkau beprobt, da hier nach MÜLLER (1983) keine Entkalkung zu erwarten war (5.1. Tagebau Zwenkau), während dieser Teil im Tagebau Cospuden keine kalkige Fauna mehr enthalten sollte.

Im Tagebau Zwenkau wurden 34 Schlitzproben im halben Meterabstand genommen. Das Profil beginnt aufgrund der Geländegegebenheiten etwa 1 m über der Kohle und endet etwa 1 m unter dem Phosphoritknollenhorizont, der in Cospuden etwa in der Mitte des Profils liegt (5.1. Tagebau Zwenkau).

Im Tagebau Cospuden in der Leipziger Bucht wurden 91 Schlitzproben vom Böhlener Oberflöz im Liegenden bis zum Pleistozän genommen. Die Proben umfassen je einen halben Meter aber mindestens jeden Einzelhorizont (5.2. Tagebau Cospuden).

Im Labor wurden die getrockneten Proben genauso behandelt wie die Proben aus dem Mainzer Becken. Es war allerdings keine Verwendung von  $H_2O_2$  nötig. Außerdem wurden die Proben vollkommen ausgelesen. Aus dem entkalkten Bereich des Profils Cospuden wurden nur einige Stichproben bearbeitet.

Das Vergleichsprofil aus dem Tagebau Amsdorf (angrenzendes Tiefland der Leipziger Bucht) wurde vom Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt zur Verfügung gestellt, die unregelmäßige Probennahme (siehe Anhang: Bohr- und Geländeprofile) erfolgte durch Mitarbeiter des Geologischen Landesamtes Sachsen-Anhalt. Die Aufbereitung wurde wie oben beschrieben durchgeführt.

Nach dem Auslesen wurden für alle Profile Foraminiferenfaunenlisten angefertigt, die mit Ausnahme der Profile Cospuden, Zwenkau und Amsdorf, für alle Profile gleich sind. In diesen Listen wurde das Auftreten der Foraminiferenarten und die abgeschätzte Häufigkeit der einzelnen Arten für jede Schicht festgehalten. Genauer ließ sich dies auf Grund der unterschiedlichen Auslesemethoden nicht durchführen, so daß nur zwischen selten, häufig und massenhaft unterschieden werden kann. Auf der Auswertung dieser Faunentabellen beruht die biostratigraphische Gliederung, die hier vorgestellt wird.

Zusätzlich wurden sogenannte Artenzahlprofile der einzelnen Profile angefertigt. Hierzu wurden die absoluten Artenzahlen in einer Probe gegen die Teufe aufgetragen. Die Diversität konnte nicht berechnet werden, da hierzu neben der Artenzahl die Individuenzahl benötigt wird, die aber wie oben beschrieben meist nur abgeschätzt werden konnte.

Weiterhin sind einige Probleme zu nennen, die bei der Bearbeitung aufgetreten sind: Oft sind die untersuchten Bohrungen durch Nachfall während des Bohrens verunreinigt oder die Fauna wurde beim Aufbereiten der Proben verschleppt. Hinzu kommt der schon angesprochene z.T. zu große Probenabstand oder die Entnahme von Schlitzproben, sowie eine extreme Faunenarmut mancher Profile. Im Mainzer Becken muß speziell in den Randgebieten auch mit Rutschungen und Umlagerungen gerechnet werden, die auch schon synsedimentär erfolgen konnten.

Ein weiteres Problem der Bohrungen aus dem Oberrheingraben und dem Mainzer Becken ist die Erhaltung der Foraminiferen. Im Oberrheingraben sind meistens die kalkigen Formen weggelöst oder nur noch als Glaukonit-Steinkerne vorhanden. Gelegentlich sind die Hohlräume auch mit Pyrit ausgefüllt. Zudem sind die Foraminiferen oft verdrückt und erschweren so die Bestimmung oder machen sie ganz unmöglich. Anbohrungen und Anlösungen der kalzitischen Fauna treten im Mainzer Becken und Oberrheingraben ebenso wie in der Leipziger Bucht, wo die Anlösung z.T. stärker zu sein scheint, auf. An den Foraminiferen der Leipziger Bucht sind teilweise auch Kalzitrekristallisationen zu erkennen. Es sind aber keine Übergänge zwischen Gipskristallen und Foraminiferen erkennbar (9. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen).

Die phosphatische Fauna zeigt keine Veränderung. Die kieseligen Fossilreste sind im Mainzer Becken bestens erhalten, während in der Leipziger Bucht die Hohlräume mit Kieselsäure verfüllt wurden und die kieseligen Reste oft angelöst sind (GRIMM 1993).

Die Foraminiferen wurden in einem russischen MBC-10 Stereomikroskop mit Meßokular vermessen. Je nach Individuenzahl wurden zwischen 15 und 30 Exemplare einer Art gemessen. Die Zeichnungen wurden am selben Stereomikroskop mit Hilfe eines WILD-Zeichenspiegels angefertigt.

Für die Rasterelektronenaufnahmen wurden die Foraminiferengehäuse auf einem REM-Teller mit doppelseitigem Tesa-Kleband befestigt, mit Gold bedampft und dann am REM 250 MK 2 der Firma Cambridge im Anatomischen Institut der Universität Mainz aufgenommen.



Auf die Methodik und Probenaufbereitung für die Isotopen- und Röntgendiffraktometeruntersuchungen wird in den entsprechenden Kapiteln eingegangen (8. Isotopengeochemische Untersuchungen, 9. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen).

## 1.4. Geologisch-stratigraphischer Überblick

### 1.4.1. Mainzer Becken

Das Mainzer Becken stellt eine Hochscholle auf der westlichen Grabenschulter des Oberrheingrabens dar. Diese Hochscholle wird im Norden durch das Rheinische Schiefergebirge, im Osten von der Haupttrandverwerfung des Ortho-Oberrheingrabens und im Westen durch das Nahe-Bergland begrenzt. Im Süden läuft das Mainzer Becken an der westlichen Oberrheingraben-Haupttrandverwerfung aus, bedingt durch das Zusammenreffen der Ost- und Westbegrenzung der Hochscholle (ROTHAUSEN & SONNE 1988). Der Verlauf des Paragrabens nach NW wird durch die Westgrenze angedeutet (ORTLAM 1981, ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Der Alzey - Niersteiner Horst, eine Struktur, die dem Kern des Pfälzer Sattels entspricht, trennt das Mainzer Becken in einen nördlichen und südlichen Teil (ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Vom Eozän bis Untermiozäns wurden im Bereich des Mainzer Beckens marine und limnische, überwiegend jedoch brackische Sedimente abgelagert.

Die tertiären Ablagerungen begannen mit limnischen und terrestrischen Sedimenten, dem sogenannten Eozänen Basiston (Abb.2). Er wird von brackischen bis marinen Sedimenten des Unteroligozäns, den Mittleren Pechelbronn-Schichten überlagert.

Nach einer Sedimentationsunterbrechung verstärkte sich zu Beginn des Rupels die tektonische Riftbewegung des Orthograbens und begünstigte das Eindringen des Nordmeeres aus dem Nordseebecken über die Kasseler Bucht, die Hessische Senke, die Wetterau bis in den Oberrheingraben und damit auch bis in das Mainzer Becken. Eine flache Meeresverbindung bestand auch für kurze Zeit über die Raurachische Straße mit dem Molassebecken der Paratethys (W. WEILER 1956, ROTHAUSEN & SONNE 1984). Im Becken kam der Rupelton zur Ablagerung und im Küstenbereich der Untere Meeressand.

Mit dem Foraminiferenmergel (Unterer Rupelton) beginnen die Ablagerungen des Rupeltons im Beckenbereich. Je nach den tektonischen und paläogeographischen Bedingungen überlagert er die Pechelbronn-Schichten sowie präpaläogene Schichten. Das Meer des Unteren Rupeltons unterscheidet sich jedoch durch seine Küstenlinie von den Gewässern der Pechelbronn-Schichten (SONNE 1970, ROTHAUSEN & SONNE 1984). Die hellgrauen Tonmergel des Unteren Rupeltons sind äußerst reich an Mikrofossilien, was auch mit dem Namen Foraminiferenmergel deutlich wird. Die Mikrofossilien zeigen ein normal marines Milieu an (SPANDEL 1909, SONNE 1982). Der je nach den tektonischen und paläogeographischen Bedingungen bis zu 38 m mächtige, meist jedoch nur weniger als 10 m mächtige Foraminiferenmergel ist fast nur aus Bohrungen bekannt.

Im Mittleren Rupelton überflutete das Meer auch die prätertiär angelegten Höhenrücken im Mainzer Becken, so daß von der Schwellenregion des Alzey-Niersteiner Horstes nur noch die Niersteiner Insel übrig blieb. Der Mittlere Rupelton wird auch als Fischiefer bezeichnet, da die dunklen, fast schwarzen, stark bitumenführenden Tonmergel sehr viele Fischreste führen. Im Nordostteil des Beckens sank der Udenheim-Bodenheimer Graben

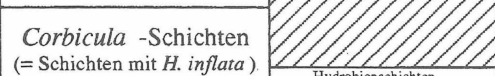
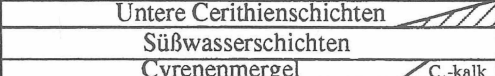
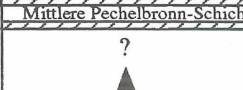
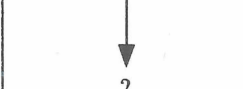
| Serie                                                   | Stufe |                                                                                     | Schichtenfolge im Mainzer Becken                                                    |  |  |                                                                                     |
|---------------------------------------------------------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                         |       |                                                                                     | Korrelation im Miozän<br>nach Nannoplankton   nach Säugern                          |  |  |                                                                                     |
| 1,7 Ma<br>Pliozän                                       | O.    | Piacenzium                                                                          | arvernensis -Schotter                                                               |  |  |                                                                                     |
|                                                         | U.    | Zancleum                                                                            | Gundersheim -1                                                                      |  |  |                                                                                     |
| 4,8 Ma<br><br><br><br><br><br><br>Miozän                |       | Messinium                                                                           | Dorn-Dürkheim-Schichten                                                             |  |  |                                                                                     |
|                                                         | O.    | Tortonium                                                                           |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       | Serravallium                                                                        |    |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       | Langhium                                                                            |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       | Burdigalium                                                                         |    |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       | Aquitanium                                                                          |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |    |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
| 23,3 Ma<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>Oligozän | O.    | Chattium                                                                            | Obere Cerithienschichten                                                            |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | M. Cerithienschichten / Landschneckenkalk                                           |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Untere Cerithienschichten                                                           |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Süßwasserschichten                                                                  |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Cyrenenmergel                                                                       |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Schleichsand                                                                        |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Oberer Rupelton                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Fischschiefer                                                                       |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Foraminiferenmergel                                                                 |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     | Mittlere Pechelbronn-Schichten                                                      |  |  |                                                                                     |
| 36,6 Ma<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>Eozän    | O.    | Priabonium                                                                          |  |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       | Bartonium                                                                           |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       | Lutetium                                                                            |  |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       | Ypresium                                                                            |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |  |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |  |                                                                                     |  |  |                                                                                     |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |  |
|                                                         |       |                                                                                     |                                                                                     |  |  |                                                                                     |

Abb. 2: Stratigraphische Tabelle des Paläogens und Neogens im Mainzer Becken (nach ROTHHAUSEN & SONNE 1988, geändert nach BERGGREN et al. 1985, STEININGER, BERNOR & FAHLBUSCH 1990, ENGESSER et al. 1993).

stärker ab (SONNE 1970). Der Fischechiefer erreicht in diesem Bereich fast 80 m Mächtigkeit, in den übrigen Gebieten ist er durchschnittlich nur 45 m mächtig. In der Ingelheimer Grabenzone, bei Hackenheim und St. Johann sind ebenfalls stärkere Absenkungsbewegungen zu verzeichnen, die durchschnittliche Absenkung des Beckens beträgt während des Fischechiefers etwa 47 m (SONNE 1970). In den dunklen Tonmergeln, deren Ölgehalt bei bis zu 16 l pro Tonne Gestein liegen soll (SONNE 1972), treten häufig Gipskristalle auf.

Der Obere Rupelton überlagert nicht nur den Fischechiefer, sondern oft auch das Rotliegende, da sich das Meer noch weiter ausbreitete. Die Ausdehnung erstreckte sich im SW bis in das Gebiet um Sobernheim (ROTHAUSEN & SONNE 1984). Die grauen bis graublauen schwach feinsandhaltigen Tonmergel, die maximal 15 m mächtig sind, zeigen eine reiche marine Mikrofauna und -flora.

Anschließend setzt im Mainzer Becken mit dem Schleichsand - Cyrenenmergel - Komplex (SONNE 1988) eine Verbrackung ein, die sich bis zur vollständigen Aussüßung fortsetzte, die in den oberoligozänen Süßwasserschichten dokumentiert ist. Die Unteren und Mittleren Cerithienschichten bzw. der tiefere Landschneckenkalk belegen im Oberoligozän erneute Transgressionen (KADOLSKY 1988, ROTHAUSEN ET AL. 1988). Die Kalke und Mergel des Oberoligozän bis Untermiozän, die Oberen Cerithien-, *Corbicula*- und Hydrobienschichten, zeigen starke Salinitätsschwankungen (SCHÄFER 1984, SCHÄFER 1988, AFAJ 1983, ROTHAUSEN ET AL. 1988). Im Miozän traten Sedimentationsunterbrechung und Erosion ein und im mittleren Obermiozän, Pliozän und Pleistozän entstehen die Ablagerungen des neogenen und quartären Rheinsystems.

In der hier benutzten Tabelle (Abb.2) ist das Oligozän nach den neuen stratigraphischen Richtlinien (HEDBERG 1976, BERGGREN et al. 1985, PREMOLI-SILVA, COCCIONI & MONTANARI 1988, JANSSEN 1992) nur noch in Unter- und Oberoligozän unterteilt, wobei das Rupelium und Lardorfium dem Unter- und das Chattium dem Oberoligozän zugeordnet wurden. Die Mittleren Pechelbronn-Schichten sind hier in das Unteroligozän eingeordnet worden. Bis zur vollständigen Klärung des Lardorf-Problems und damit mit der Übertragung des Massignano-Stratotyps auf das Nordseebecken erscheint dies die sinnvollste Lösung.

#### 1.4.2. Oberrheingraben

Der Oberrheingraben ist Teil eines großen europäischen Riftsystems, der Mittelmeer-Mjösen-Zone nach STILLE (1925). Die Mittelmeer-Mjösen Zone beginnt im Rhônegraben, setzt sich über den Bressegraben und Oberrheingraben fort und weiter durch die Wetterau und Hessische Senke einerseits und über die Niederheinische Bucht und Viking-Graben andererseits in den Central-Graben der Nordsee (PFLUG 1982). Der Oberrheingraben reicht von Basel im Süden bis auf die Höhe von Mainz im Norden. Die Längserstreckung erreicht etwa 300 km, die Breite schwankt zwischen 35 und 40 km. Die Südbegrenzung des Oberrheingrabens wird durch das Tafeljura von Montbliard gebildet. Im Westen wird der Oberrheingraben von S nach N von den Vogesen, der Haardt und dem Pfälzer Bergland begrenzt, bis er in das Mainzer Becken übergeht. Die Ostflanke bildet im S der Schwarzwald, dann der Kraichgau und im N der Odenwald. Nördlich des Mainzer Beckens setzt sich der Graben nach NE (Orthograbens, ORTLAM 1981) in die Hessische Senke fort. Der Oberrheingraben wurde schon im Mittleren Jura als Riftzone angelegt, die

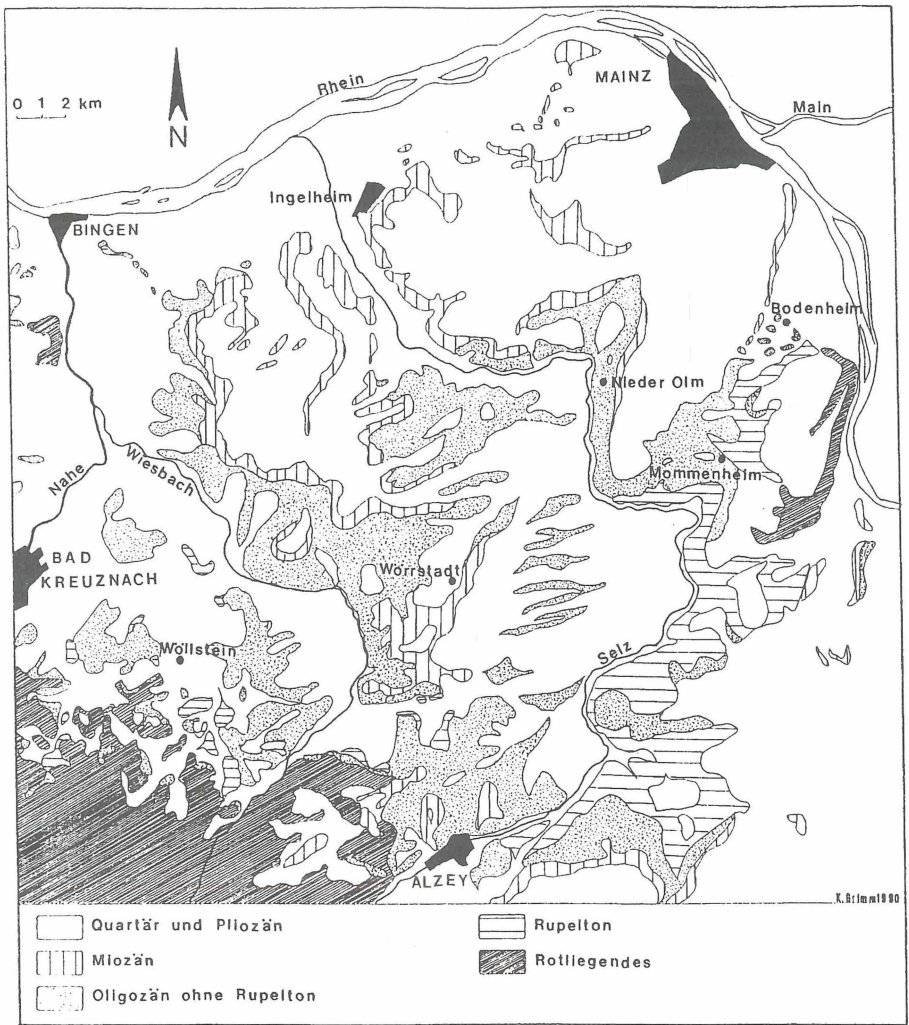


Abb. 3: Geologische Übersichtskarte des Mainzer Beckens, umgezeichnet nach FALKE (1960).

eigentliche Taphrogenese begann aber erst im Mitteleozän (ILLIES 1977). Im Oberoligozän schwenkte die Richtung der Taphrogenese nördlich des Mainzer Beckens nach NW und verlief über das Mittelrheintal und das Neuwieder Becken in die Niederrheinische Bucht und das Nordmeer (Paragrafen, ORTLAM 1981). Die Riftbildung setzt sich bis ins Unteriozän fort, wobei sich das Riftzentrum nach Norden verlagerte und sich im Süden eine Krustenaufwölbung bildete. Hier begann dann Vulkanismus, während die Riftbildung vorerst zum Erliegen kam. Im Oberpliozän wurde aus der Oberrheingrabenstruktur eine sinistrale Scherzone, deren Kräfte noch heute anhalten. Die Füllung des Grabens besteht überwiegend aus tertiären Sedimenten, die bis zu 3500 m mächtig sein können (DOEBL 1958).

Im Mitteleozän begann die Sedimentation mit kontinentalen, fluviatilen und lakustrinen Ablagerungen. Im Obereozän gelangte das Meer von Süden erstmals in den Bereich des Oberrheingrabens. Während des Oligozäns verstärkte sich die Absenkung des Grabens und es kam zur Ablagerung von Evaporiten (SITTLER 1992). Bei einem erneuten Eindringen des Meeres von Norden wurden die Sedimente der Grauen Schichtenfolge abgelagert.

Die Graue Schichtenfolge beginnt mit dem 10 bis 20 m mächtigen Foraminiferenmergel, der meist grau und ungeschichtet vorliegt, aber massenhaft Foraminiferen enthält (DOEBL 1958). Er wird von dem gutgeschichteten bräunlichgrauen bituminösen Fischschiefer überlagert. Der Fischschiefer hat eine Mächtigkeit von 10 bis 15 m und ist durch eine artenarme, aber lagenweise individuenreiche Mikrofauna gekennzeichnet (DOEBL 1958).

Die im Hangenden folgenden *Meletta*-Schichten bestehen aus Wechsellagerungen von feinkörnigen, mergeligen Sandsteinen, Tonmergeln und Mergeln mit grauer und hellgrauer Farbe. Hier treten sowohl Rupelton-Foraminiferen, sowie umgelagerte Kreide-Foraminiferen auf (DOEBL 1958). Die *Meletta*-Schichten sind von den hangenden Cyrenenmergeln schwer zu trennen. Deshalb wird die Mächtigkeit von 350 m und mehr auch für beide Schichten zusammen angegeben (DOEBL 1958).

Im unteren Chatt riß die Meersverbindung wieder ab und in dem allmählich aussüßenden Binnensee wurden die Bunten Niederroedern-Schichten abgelagert (DOEBL & TEICHMÜLLER 1979). Die Cerithienschichten (entsprechen den Unteren Cerithienschichten im Mainzer Becken) belegen eine erneute brackisch marine Transgression. Während der *Corbicula*-Schichten (entsprechen den Mittleren Cerithienschichten im Mainzer Becken) kommt es durch zeitweiliges Austrocknen der Lagune in einigen Gebieten zu Salzbildungen, bis zur Zeit der Unteren Hydrobienschichten (entsprechen den Oberen Cerithienschichten im Mainzer Becken) das Meer von Süden wieder vorstieß (DOEBL & TEICHMÜLLER 1979). Im Aquitan wurde der Brackwassersee, ein Relikt des Meeresvorstoßes im höheren Chatt, allmählich ausgesüßt, es wurden brackische und limnische Sedimente abgelagert (DOEBL & TEICHMÜLLER 1979). Danach folgte eine Sedimentationslücke und kontinentale sowie vulkanische Ablagerungen. Bis zum Quartär sind dann nur noch kontinentale, lakustrine und fluviatile Ablagerungen entstanden. Es sind dabei naturgemäß fazielle Unterschiede in der Sedimentationsabfolge in der Grabenmitte und am Grabenrand zu erkennen.

#### 1.4.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter-Senke

Die Hessische Senke ist die nördliche Fortsetzung der Orthograbenstruktur des Oberrheingrabens innerhalb der Mittelmeer-Mjösen-Zone. In der praeoligozänen Zeit fand im Bereich der Hessischen Senke nur limnische Sedimentation statt. Dabei kam es auch zur Bildung von Braunkohle. Mit dem Einsinken des gesamten Grabenkomplexes begann vom Eozän bis Unter-Miozän das Absinken entlang der Trogachse des Buntsandsteinbeckens (MEIBURG 1980). Zu Beginn des Rupeliums (wahrscheinlich schon Latdorfium) öffnete sich die Meeresstraße zwischen Nordmeer und Tethys (RITZKOWSKI 1967, 1969, ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Die Transgression von Norden gelangte in Folge einer Absenkung des Untermaingebietes (GOLWER 1968) auch in den Bereich der Hessischen Senke und der Wetterau. Im

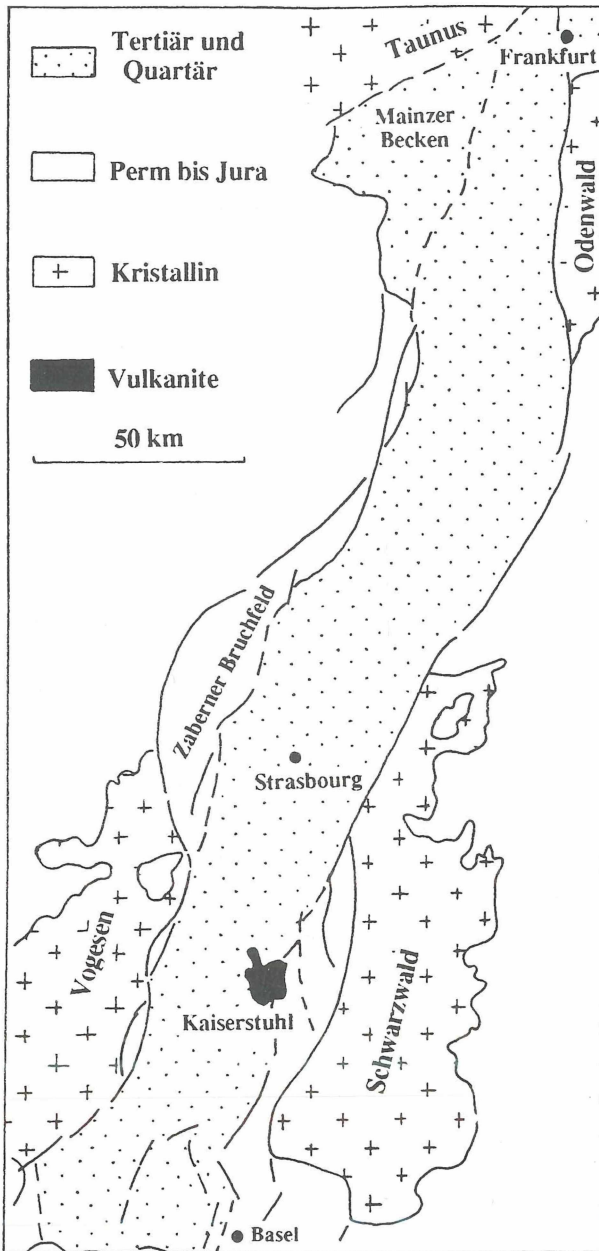


Abb. 4: Geologische Übersichtskarte des Oberrheingrabens nach PFLUG (1982).

Rupelium drang das Meer auch in das Hanauer Becken, östlich von Offenbach, zwischen Odenwald, Spessart und Vogelsberg ein. Der Untere, der Mittlere und der Obere Rupelton, wurden vergleichbar dem nördlichen Oberrheingraben oder dem Mainzer Becken abgelagert. Im Oberen Rupelton kam es durch eine erneute Absenkung zu einer zweiten



Ingression (GOLWER 1968), mit der sich das Meer auch südlich von Offenbach ausbreitete. Da die größte östliche Meeresausbreitung für das Rupelium während des Oberen Rupeltons stattfand, fehlen in diesen Randgebieten oft die Schichten des Unteren und Mittleren Rupeltons. Dies erklärt GOLWER (1968) dadurch, daß es, zur Zeit des Unteren und Mittleren Rupeltons im Gebiet von Offenbach - Bad Vilbel, mehrere Inseln gab (10.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke). Die oberoligozäne Nordsee erreicht nur noch den Nordteil der Hessischen Senke mit den Flachmeerablagerungen des Kasseler Meeressandes.

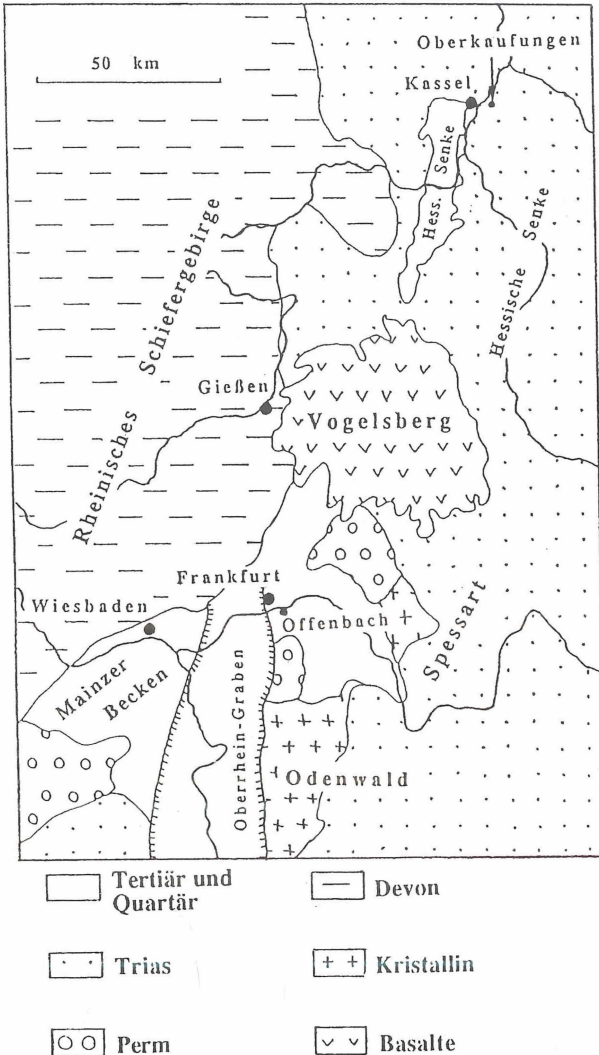


Abb. 5: Geologische Übersichtskarte von Hessen. Die untersuchten Profile liegen in der Hessischen Senke im SE von Kassel und in der Hanau-Seligenstädter Senke im E von Frankfurt (nach Hessen Geologische Strukturen 1: 2 Mio, 1992).

Ein weiterer Meeresvorstoß ist im Reinbekium (Mittelmiozän) zu verzeichnen. Ab diesem Zeitpunkt war die Hessische Senke in eine großräumige epirogenetische Hebung einbezogen (MEIBURG & KAEVER 1986). Mit dieser Hebung waren vulkanische Aktivitäten verbunden, wie z.B. die basaltischen Ergüsse des im Miozän entstandenen Vogelsberges (GOMM & HUCKRIEDE 1973), die heute im südlichen Teil der Hessischen Senke die tertiären Sedimente überdecken. Im Pliozän kam es nur lokal zur Sedimentation und diese blieb meistens auf fluviatile Ablagerungen beschränkt (MEIBURG & KAEVER 1986).

#### 1.4.4. Leipziger Bucht

Die Leipziger Bucht wurde als Randgebiet der tertiären Nordsee zunächst von der ersten großen Transgression im Obereozän erreicht. Die dort abgelagerten vollmarinen Schichten sind heute entkalkt.

Dann fiel der Bereich der Leipziger Bucht wieder trocken und es kam zu Moorbildungen. Hieraus entstanden durch Diagenese dann die Braunkohleflöze der Leipziger Bucht, die durch terrestrische Sedimenteinschaltungen unterbrochen werden.

In Folge der großen oligozänen Transgression wurden in der Leipziger Bucht mächtige marine Sedimente abgelagert. Die Begrenzung der Leipziger Bucht bilden im Westen und Nordwesten die Leipziger Grundgebirgsaufwölbungen. Im Osten und Südosten ist die Grenze durch die ehemalige Küstenlinie festgelegt (MÜLLER 1983). Das Grundgebirge stellte zur Sedimentationszeit Inseln oder submarine Schwellen dar (MÜLLER 1983). In den oligozänen Böhlen-Schichten, die ins Rupelium gehören, kann man zwischen einer sandigeren Randfazies und einer schluffig-tonigeren küstenferneren Fazies unterscheiden. Die Randfazies verzahnt sich mit den fluviatilen Ablagerungen der Hinterlandsedimentation. Die hier abgelagerten Sedimentfolge ist zwischen 30 und 50 m mächtig (EISSMANN 1968).

Dem Böhlener Oberflöz ist der meist entkalkte, etwa 2 bis 5 m mächtige „Basissand“ aufgelagert, der mit einer Geröllage beginnt und so die beginnende Transgression widerspiegelt. Gelegentlich liegt zwischen Flöz und „Basissand“ der „Weiße Sand“, wenn er nicht durch die Transgression ausgeräumt wurde (FREESS 1991). Ihm folgt im Hangenden der „Braune Schluff“, lokal auch der maximal 0,5 m mächtige „Grüne Schluff“. Der „Braune Schluff“ erreicht eine Mächtigkeit von 3–4 m. Beide werden vom 2 bis 4 m mächtigen „Glaukonitschluff“ überlagert, dieser geht in den etwa gleich mächtigen „Grauen Sand“ über.

Die Schichtenfolge der meist entkalkten Unteren Böhlen-Schichten wird am Top von einem Phosphoritknollenhorizont begrenzt. Dieser erreicht eine Mächtigkeit von maximal 0,3 m. Viele der Phosphorit-Konkretionen enthalten Fossilreste. Mit dem 4 bis 6 m mächtigen „Muschelschluff“ beginnt darüber die Abfolge der Oberen Böhlen-Schichten. Im „Muschelschluff“ sowie im überlagernden „Muschelsand“, in den dieser kontinuierlich übergeht, sind kalkige Fossilreste, wie Muscheln und Foraminiferen, sowie auch Fischreste anzutreffen. In diesem 4 bis 6 m mächtigen Horizont sind Schillbänke nicht selten. Der bis 3 m mächtige Zwenkauer Horizont und der „Graue Formsand“ (ca. 15 m mächtig) schließen die Oberen Böhlen-Schichten nach oben ab. Die unterschiedlichen Mächtigkeiten ergeben sich u.a. durch großräumige epirogenetische Krustenbewegungen (EISSMANN 1968).



Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

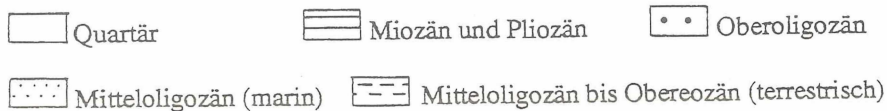
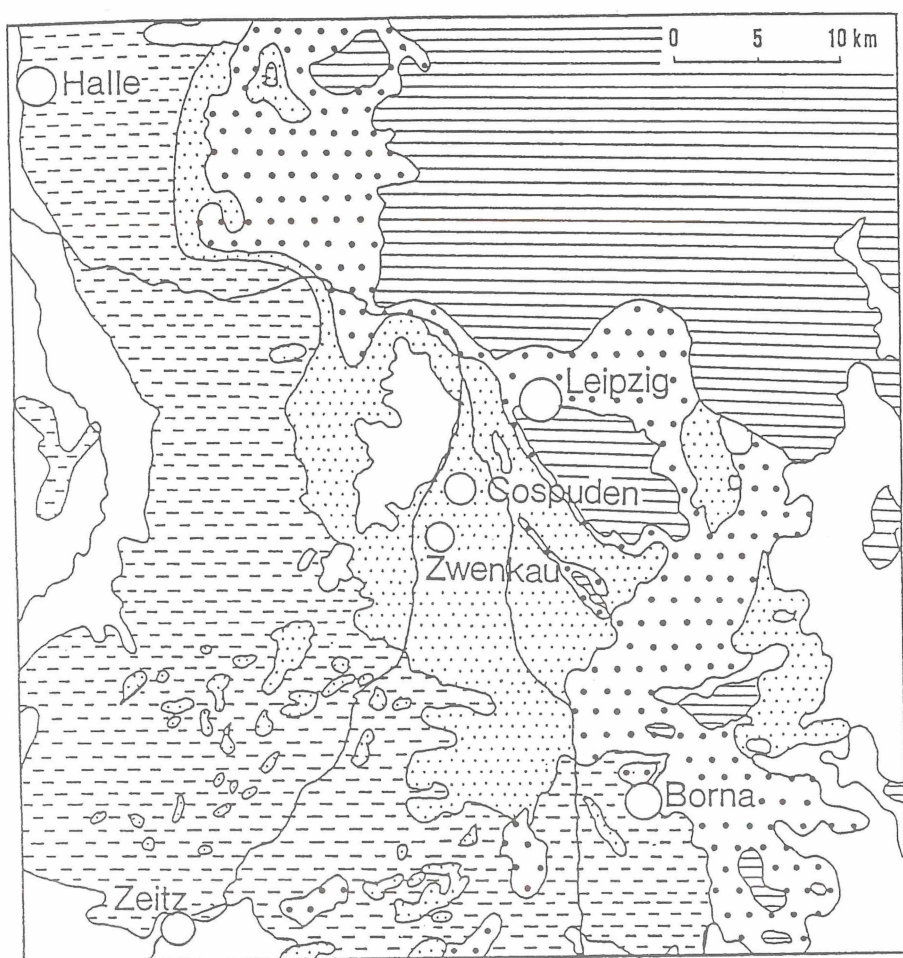


Abb. 6: Geologische Übersichtskarte der Leipziger Bucht nach EISSMANN (1970).

Den Unteren und den Oberen Böhlen-Schichten wird jeweils eine marine Transgressionsphase zugewiesen (MÜLLER 1983, FREESS 1991).

Nachdem im Oberoligozän das Meer nach einer kurzen Regression nochmals bis in die Leipziger Bucht vorstieß kam es in diesem Gebiet nur noch zu Abtragung und festländischer Sedimentation.

## 2. Unterer Rupelton (Foraminiferenmergel)

Der Untere Rupelton wird auch Foraminiferenmergel genannt. Es wurden nur die hangenden Bereiche, also der Übergang zum Fischschiefer untersucht. Dabei handelt es sich um die Horizonte, die im Oberrheingraben von DOEBL ET AL. (1976) und SITTLER ET AL. (1985) als Unterer und Oberer Foraminiferenmergel bezeichnet werden. Hier werden sie mit FM 2 und FM 3 abgekürzt.

### 2.1. Mainzer Becken

Der meist etwa 10 m mächtige Foraminiferenmergel zeigt im Mainzer Becken eine arten- und individuenreiche Foraminiferenfauna mit einem hohen Sandschaleranteil. Es treten Foraminiferen wie *Spiroplectinella carinata*, *Heterolepa dutemplei* und *Ammobaculites agglutinans* als Charakterformen auf. Des weiteren sind hier *Ammodiscus incertus*, *Spiroloculina dorsata* und *Karrieriella chilostoma* anzutreffen. Auch die Durchläuferformen *Cyclammina placenta*, *Bolivina beyrichi*, *Nodosaria ewaldi* und *Hansenisca soldanii* fehlen nicht. Gelegentlich findet man auch vereinzelt *Bathysiphon taurinensis* und *Spiroplectinella deperdita*.

Die im Foraminiferenmergel des Mainzer Beckens auftretenden Foraminiferen entsprechen der Vergesellschaftung des FM 2. Da die Vergesellschaftung des FM 3 meist nicht auftritt, fehlt dieser Teil des Foraminiferenmergels im Mainzer Becken weitgehend. Eine Ausnahme bilden die Profile, die am Beckenrand, am Übergang zum Graben liegen, es handelt sich um die Bohrungen Bodenheim 28 und Bodenheim 65, sowie um die Bohrung Boehringer 50/51. In diesen drei Profilen ist in dem zwischen 1 und 17 m mächtigen Foraminiferenmergel 3 eine Foraminiferenvergesellschaftung anzutreffen, die aus *Spiroloculina dorsata*, *Ammodiscus incertus*, *Karrieriella chilostoma*, *Cyclammina placenta*, *Bathysiphon taurinensis*, *Hansenisca soldanii* und *Spiroplectinella deperdita* besteht. Charakteristisch für FM 3 ist das Fehlen von *Spiroplectinella carinata* und *Heterolepa dutemplei*. THURSCHE (1956) kann FM 3 nochmals in einen *Cyclammina placenta placenta*-Horizont im Hangenden und einen *Rhabdammina annulata*-Horizont im Liegenden unterteilen. FM 3 entspricht so dem gesamten Oberen und einem Teil des Mittleren Foraminiferenmergels nach THURSCHE (1956).

### 2.2. Oberrheingraben

In den untersuchten Profilbereichen aus dem Oberrheingraben sind die Horizonte FM 2 und FM 3 vorhanden. FM 3 wird durch das Auftreten von *Spiroloculina dorsata*, *Ammodiscus incertus* und *Karrieriella chilostoma* charakterisiert. Im FM 2 kommen dann noch *Ammobaculites agglutinans*, *Spiroplectinella carinata* und *Heterolepa dutemplei* hinzu. Dies entspricht den Einteilungen von DOEBL ET AL. (1976) und SITTLER ET AL. (1985). Die von DOEBL ET AL. (1976) durchgeführte Zweiteilung des Oberen Foraminiferenmergels, also des FM 3, kann bei den untersuchten Profilen nicht nachvollzogen werden. Dies liegt möglicherweise auch an dem zu großen Probenabstand der untersuchten Bohrungen aus diesem Bereich. Hinzu kommt, daß die Foraminiferen durch die große Teufe, in der der Foraminiferenmergel im Oberrheingraben anzutreffen ist, oft verdrückt und nur als Steinkern vorliegen.

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

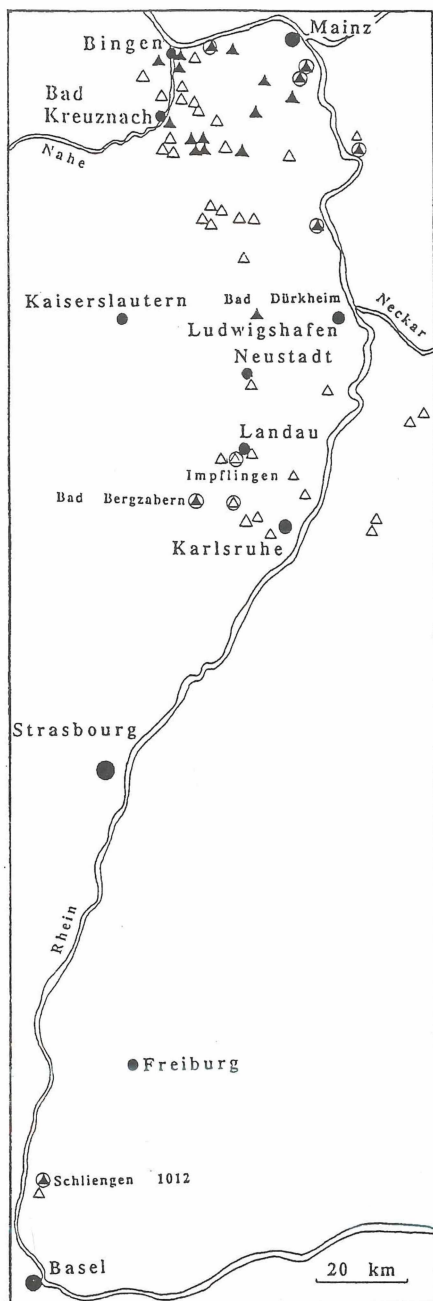


Abb. 7: Lage der Bohrungen (Dreiecke) im Oberrheingraben und Mainzer Becken. Dreiecke in Kreisen stehen für Bohrungen in denen der FM 3 angetroffen wurde.

### 2.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke

Von den drei untersuchten Bohrungen im Bereich der Hessischen Senke und der Hanau-Seligenstädter Senke ist der Foraminiferenmergel nur in der Bohrung Deponie Steinertfeld angetroffen worden. Hier ist FM 2 und FM 3 vorhanden. RITZKOWSKI (1965) konnte in seinen untersuchten Profilen den Horizont 2 des Foraminiferenmergels (entspricht hier dem FM 3) teilweise feststellen. Er bezeichnet diesen Horizont wegen des hohen Sandschaleranteils als Sandschalerzone. Das Aussetzen des FM 3 ist wahrscheinlich auf paläogeographische Gründe zurückzuführen. GRAMANN (1960) kann zwar den Übergang der typischen artenreichen Fauna des Unteren Rupeltons in die Sandschalerfazies beobachten, kann diese beiden aber nicht trennen.

Nach GOLWER (1968) tritt unter dem Mittleren und Oberen Rupelton östlich von Frankfurt Unterer Meeressand auf. Teilweise ist dieser Meeressand auch als Kalksand ausgebildet, dann wird er auch als „Meereskalk“ (KINKELIN 1885, KÜMMERLE 1983) bezeichnet. Im Fall der Bohrung Kaiser-Friedrich-Quelle bei Offenbach tritt unter dem Oberen Rupelton dieser „Meereskalk“ auf.

### 2.4. Vergleich des Foraminiferenmergels im Mainzer Becken, Oberrheingraben, der Hessischen Senke und in der Hanau-Seligenstädter Senke

Während im Oberrheingraben FM 1 bis FM 3 auftreten, fehlt FM 3 in den meisten Profilen des Mainzer Beckens. Hier werden FM 1 und FM 2 direkt vom Fischschiefer überlagert. FM 3 tritt im Mainzer Becken nur in den grabennahen Bohrungen auf, so z.B. bei Bodenheim und auch im N des Mainzer Beckens bei Ingelheim. Entweder wurde diese Schicht nur an den tiefen Stellen des Meeres abgelagert, und nicht in dem zu dieser Zeit relativ flachen Mainzer Becken oder weite Teile des Mainzer Beckens waren zu dieser Zeit nicht vom Meer bedeckt bzw. sind später erodiert worden (10.1. Mainzer Becken). Im Bereich der Hessischen Senke scheint der FM 3 gelegentlich aufzutreten, aber nicht immer. Wahrscheinlich hängt dies auch hier von der damaligen paläogeographischen Situation ab (10.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke).

## 3. Fischschiefer

Tabelle 1:      Untersuchte Bohrungen und Profile (in Abb. 8 und 13 durch ausgefüllte und unausgefüllte Dreiecke dargestellt).

#### Mainzer Becken und Oberrheingraben:

| Archiv Nr.   | Name                           | verwendete Abkürzung      |
|--------------|--------------------------------|---------------------------|
| 6012/133-195 | Waldlaubersheim, Bhg. 10-, 20  | Waldlaubersheim 10-13, 20 |
| 6012/218-235 | Waldlaubersheim, Grube Geier   | Waldlaubersheim Geier     |
| 6013/13-42   | Dietersheim Nahebrücke 2       | Dietersheim               |
| 6013/115-129 | Münster-Sarmsheim Bhg. 5       | Münster-Sa 5              |
| 6013/219-247 | Geisenheim Rheinbrücke Bhg. 41 | Geisenheim 41             |
| 6013/346-476 | Bingen Gaulsheim Trasse A 60   | Bingen-Gaulsheim          |

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

|                |                                          |                    |
|----------------|------------------------------------------|--------------------|
| 6013/752-792   | Fachhochschule Bingen                    | FH Bingen          |
| 6014/20-118    | Ingelheim Boehringer 1950/51             | Boehringer 50/51   |
| 6015/22-79     | Nieder-Olm Bhg.2                         | NO 2               |
| 6015/1071-1163 | Tiefbohrung 1965 Bodenheim               | Bo 65              |
| 6015/6368-6571 | Bodenheim Bhg.28, Kernbhg.3              | Bo 28              |
| 6015/6657-6665 | Blatt Mainz Bhg.31                       | Mz 31              |
| 6015/6666-6689 | Blatt Mainz Bhg.32                       | Mz 32              |
| 6015/6775-6783 | Blatt Mainz Bhg.38                       | Mz 38              |
| 6112/72-94     | Waldböckelheim Oligozän-<br>Exkursion    | Waldböckelheim     |
| 6113/113-151   | Bretzenheim/Nahe Baugrube                | Bretzenheim        |
| 6113/197-290   | Hackenheim Kernbohrung                   | Hackenheim         |
| 6113/372-393   | Autobahntrasse Rheinhessen               | Trasse Rheinhessen |
| 6113/463-472   | Ippesheim Weinbergrutsch                 | Ippesheim          |
| 6113/797-867   | Erkundungsbhg. Bad Kreuznach<br>14/85    | Kh 14              |
| 6113/884-893   | Gensingen Rumpfmühle                     | Gensingen          |
| 6114/1-17      | Gau-Bickelheim, Malzfabrik               | Gau-Bickelheim     |
| 6115/515-564   | Udenheim Tiefbohrung                     | Udenheim           |
| 6115/1151-1207 | Mommenheim Bhg. 9                        | Mommenheim         |
| 6116/520-542   | Stockstadt W 1                           | Stockstadt         |
| 6213/856-862   | Frei-Laubersheim P16                     | P 16               |
| 6213/249-299   | Erkundungsbhg. Kriegsfeld 3/85           | Kf 3               |
| 6213/319-345   | Erkundungsbhg. Kriegsfeld 5/85           | Kf 5               |
| 6213/414-420   | Erkundungsbhg. Kriegsfeld 9/85           | Kf 9               |
| 6213/497-574   | Erkundungsbhg. Kriegsfeld 13/85          | Kf 13              |
| 6213/588-617   | Erkundungsbhg. Kriegsfeld 15/85          | Kf 15              |
| 6213/625-655   | Erkundungsbhg. Kriegsfeld 16/85          | Kf 16              |
| 6213/714-745   | Eckelsheim Vers.-Bhg.1                   | Eh 1               |
| 6214/1809-1817 | Lonsheim Bhg.78                          | Lonsheim           |
| 6214/2211-2261 | Albig-Versuchsbhg.1972                   | Albig              |
| 6216/326-365   | Erdölbhg. Biebesheim 2                   | Biebesheim 2       |
| 6314/1-9       | Harxheim im Pfrimmtal                    | Harxheim           |
| 6314/21-75     | Wachenheim Bhg.1                         | Wachenheim         |
| 6314/614-697   | Bolander Tal Bhg.IV                      | Bolander Tal       |
| 6314/ 979-1103 | Heuberger Mühle Bhg.III                  | Heuberger Mühle    |
| 6314/1564-1677 | Pfrimmtal SW Albisheim                   | Albisheim          |
| 6314/1739-1745 | Autobahntrasse Bhg.52 etc.               | Trasse 52 etc.     |
| 6316/336-353   | Erdölbhg. Worms 3                        | Worms 3            |
| 6414/705-724   | Lautersheim Bhg.1                        | Lautersheim        |
| 6514/61-94     | Bad Dürkheim Hauptbhg.II<br>Borntal 1979 | Borntal            |
| 6614/11-14     | Neustadt 4                               | N 4                |
| 6616/ DEA      | Dudenhofen 2                             | Dud 2              |
| 6717/1-18      | Rot 3                                    | Rot 3              |

|              |                              |                 |
|--------------|------------------------------|-----------------|
| 6718/1-11    | Tongrube Frauenweiler        | Frauenweiler    |
| 6814/232-245 | Landau 74                    | Landau 74       |
| 6814/DEA     | Impflingen 1                 | Impf. 1         |
| 6814/DEA     | Impflingen 2                 | Impf. 2         |
| 6814/415-483 | Winden 4                     | Winden 4        |
| 6815/1-107   | Rülzheim 2                   | Rülzheim 2      |
| 6815/DEA     | Rheinzabern 2                | Rheinzabern 2   |
| 6913/64-78   | Thermalbhg. Bad Bergzabern 2 | Bad Bergzabern  |
| 69147DEA     | Minfeld 1                    | Minfeld 1       |
| 6914/DEA     | Minfeld 2                    | Minfeld 2       |
| 6915/28-226  | Maximiliansau                | Max.            |
| 6917/DEA     | Weingarten N2a               | Weingarten 2    |
| 6917/DEA     | Weingarten N3                | Weingarten 3    |
| 8211/1-39    | Schliengen 1012              | Schliengen 1012 |
| 8211/40-55   | Schliengen 1001              | Schliengen 1001 |

## Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke:

|           |                            |                         |
|-----------|----------------------------|-------------------------|
| 4723/HLfB | Deponie Enka               | Enka                    |
| 4723/HLfB | Deponie Steinertfeld       | Steinertfeld            |
| 5818/HLfB | Kaiser-Friedrich-Quelle IV | Kaiser-Friedrich-Quelle |

## Leipziger Bucht und angrenzendes Tiefland:

|             |                  |    |
|-------------|------------------|----|
| 4740/57-146 | Tagebau Cospuden | Co |
| 4740/25-56  | Tagebau Zwenkau  | Zw |
| 4536/1-26   | Tagebau Amsdorf  | Am |

Tabelle 2: Ungliederbare Bohrungen, Abkürzungen wie in Tab.1 (in den Abbildungen 8 und 13 durch unausgefüllte Dreiecke dargestellt).

| Archiv Nr.     | Name                      | Grund                                        |
|----------------|---------------------------|----------------------------------------------|
| 6012/133-195   | Waldlaubersheim 10-13, 20 | zu kurze Profilabschnitte                    |
| 6012/218-235   | Waldlaubersheim Geier     | zu arme Fauna, keine Charakterformen         |
| 6013/346-476   | Bingen Gaulsheim          | zu kurze Profilabschnitte, wenig Fauna.      |
| 6015/6657-6665 | Mz 31                     | große Profileile fehlen                      |
| 6015/6666-6689 | Mz 32                     | große Profileile fehlen                      |
| 6015/6775-6783 | Mz 38                     | große Profileile fehlen                      |
| 6112/72-94     | Waldböckelheim            | nur <i>Bathysiphon</i> und <i>Cyclammina</i> |
| 6113/113-151   | Bretzenheim               | nur <i>Bathysiphon</i> und <i>Cyclammina</i> |
| 6113/372-393   | Trasse Rheinhessen        | mehrere sehr kurze Profile                   |
| 6113/463-472   | Ippenheim                 | stark verunreinigt, Profil zu kurz           |
| 6113/884-893   | Gensingen                 | nur oberer Profilabschnitt des FS            |
| 6114/1-17      | Gau-Bickelheim            | Probenabstand zu groß                        |

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

|                |                    |                                           |
|----------------|--------------------|-------------------------------------------|
| 6116/520-542   | Stockstadt         | Probenabstand zu groß                     |
| 6213/856-862   | P16                | unterer Profilteil fehlt                  |
| 6213/414-420   | Kf 9               | Profil nicht vollständig, FS A fehlt      |
| 6213/588-617   | Kf 15              | Profil nicht vollständig                  |
| 6214/1809-1817 | Lonsheim           | stark verunreinigt, großer Probenabstand  |
| 6314/1-9       | Harxheim           | Probenabstand zu groß                     |
| 6314/21-75     | Wachenheim         | Probenabstand zu groß                     |
| 6314/614-697   | Bolander Tal       | Profil nicht vollständig                  |
| 6314/ 979-1103 | Heuberger Mühle    | starker Nachfall                          |
| 6314/1564-1677 | Albisheim          | viel Nachfall, Profil nicht vollständig   |
| 6314/1739-1745 | Trasse Bhg.52 etc. | viel Nachfall, zu kurze Profile           |
| 6414/705-724   | Lautersheim        | zu faunenarm                              |
| 6614/11-14     | N 4                | Kernbereich zu kurz (nur 1 m)             |
| 6616/ DEA      | Dud 2              | Probenabstand zu groß                     |
| 6717/1-18      | Rot 3              | nur FM                                    |
| 6718/1-11      | Frauenweiler       | nur kleiner Profilteil war aufgeschlossen |
| 6814/DEA       | Impf. 1            | Probenabstand zu groß                     |
| 6814/DEA       | Impf. 2            | Probenabstand zu groß                     |
| 6814/232-245   | Landau 74          | zu kurzer Profilabschnitt                 |
| 6814/415-483   | Winden 4           | Probenabstand zu groß                     |
| 6815/1-107     | Rülzheim 2         | Probenabstand zu groß                     |
| 6815/DEA       | Rheinzabern 2      | Probenabstand zu groß                     |
| 69147DEA       | Minfeld 1          | Probenabstand zu groß                     |
| 6914/DEA       | Minfeld 2          | Probenabstand zu groß                     |
| 6915/28-226    | Max.               | Probenabstand zu groß                     |
| 6917/DEA       | Weingarten 2       | Spülproben mit 30 m Abstand               |
| 6917/DEA       | Weingarten 3       | Spülproben mit 30 m Abstand               |
| 8211/40-55     | Schliengen 1001    | nur unterer Profilteil und FM             |

### 3.1. Gliederung des Fischschiefers im Mainzer Becken

Der Fischschiefer im Mainzer Becken wurde anhand von 41 Bohrungen untersucht (Tabelle 1, Abb.8). Leider sind die Proben der meisten Bohrprofile stark verunreinigt, nicht vollständig oder in einem zu großen Abstand entnommen, so daß eine Untergliederung des Fischschiefers nur in 18 Bohrungen durchgeführt werden konnte.

Der Fischschiefer läßt sich in einen oberen faunenarmen und einen unteren faunenreichen Bereich unterteilen. Der untere Bereich wird als Fischschiefer A (FS A) bezeichnet. Der obere Bereich wird Fischschiefer B (FS B) genannt (GRIMM 1991).

Beide Bereiche wurden im Hinblick auf Zonenforaminiferen untersucht. Es treten aber nur selten eindeutige Zonen- oder Charakterforaminiferen auf, so daß auch Arten mit Massenaufreten (Häufigkeitsformen) zur Gliederung herangezogen werden mußten.

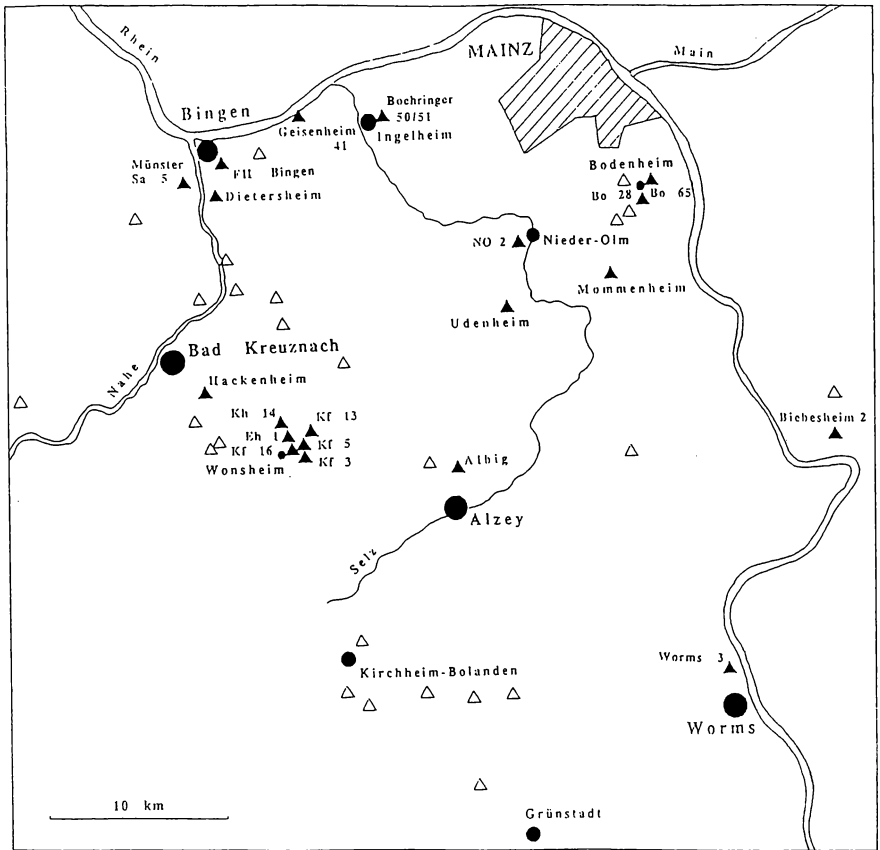


Abb. 8: Lage der untersuchten Bohrungen im Mainzer Becken. Ausgefüllte Dreiecke bedeuten gliederbare, nicht ausgefüllte Dreiecke nicht gliederbare Bohrungen (Tabelle 2).

Fischschiefer A läßt sich in die Horizonte FS 1, FS 2 und FS 3 unterteilen (GRIMM 1991). Der Horizont FS 1 ist durch das Auftreten von *Palmula obliqua* charakterisiert (Abb.9), die zwar nicht in jeder Bohrung auftritt, aber nur dort vorkommt. Des weiteren ist auch *Spiroplectinella deperdita* anzutreffen, die aber schon im Liegenden von FS 1 auftritt und ebenfalls nicht in allen Bohrungen vorkommt (Abb.9). Außerdem kommen in FS 1 auch Durchläuferformen wie *Bathysiphon taurinensis*, *Cyclammina placenta*?, *Bolivina beyrichi*, *Nodosaria ewaldi* und *Hansenisca soldanii* vor.

*Planorbulina difformis* ist wie *Palmula obliqua* und *Spiroplectinella deperdita* nicht immer anzutreffen, wenn sie aber auftritt dann charakterisiert sie FS 2 (Abb.9). Die Durchläuferforaminiferen *Bolivina beyrichi* und *Nodosaria ewaldi* bilden in FS 2 ein Massenvorkommen (Abb.9). Aber auch andere Durchläuferformen wie *Hansenisca soldanii*, *Bathysiphon taurinensis* und *Cyclammina placenta*? sind hier teilweise nicht selten. *Pygmaeo-seistrion hispidum* tritt sowohl in FS 2 als auch in FS 3 auf (Abb.9). Aus diesem Grund, sowie mangels einer Zonenforaminifere für FS 3 ist es oft schwierig FS 2 und FS 3 zu trennen, besonders dann, wenn auch die häufigen Formen von FS 2 entweder noch in FS 3 häufig auftreten oder auch in FS 2 selten sind. FS 3 enthält die üblichen Durchläuferfor-



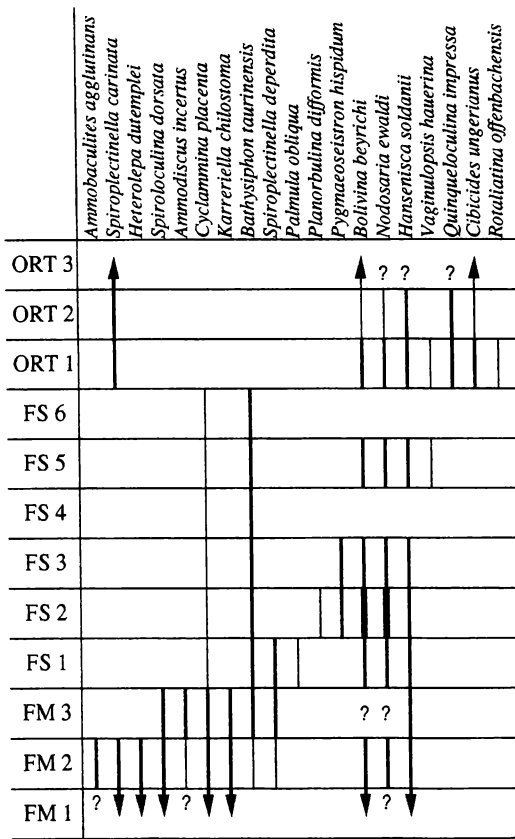


Abb. 9: Auftreten einiger wichtiger Foraminiferenarten in den einzelnen Zonen des Fischeschiefers und den angrenzenden Schichten.

men wie *Cyclammina placenta*?, *Bathysiphon taurinensis*, *Bolivina beyrichi*, *Nodosaria ewaldi* und *Hansenisca soldanii*.

Der faunenarme Bereich FS B lässt sich in FS 4 bis FS 6 dreiteilen. FS 4 ist durch eine allgemeine Faunenarmut gekennzeichnet (Abb.9). Nur gelegentlich sind die Durchläuferformen *Bathysiphon taurinensis* und *Cyclammina placenta* ? anzutreffen.

FS 5 zeigt wieder eine reichere Foraminiferenfauna. Neben den beiden schon für FS 4 genannten Durchläuferarten, treten in FS 5 wiederum die Durchläufer *Bolivina beyrichi*, *Nodosaria ewaldi* und *Hansenisca soldanii* auf (Abb.9). Gelegentlich ist hier auch schon die eigentlich für den Oberen Rupelton typische *Vaginulopsis hauerina* vertreten.

Der hangende Horizont FS 6 ist abermals extrem faunenarm, selten treten hier *Cyclammina placenta* und *Bathysiphon taurinensis* auf (Abb.9). Bei den Spülbohrungen sind in diesem Niveau häufig - durch Nachfall verursacht - Arten des Oberen Rupelton zu finden.

Die Gliederung des Fischeschiefers über die Zonen- und Häufigkeitsarten lässt sich leider nicht immer durchführen, da manchmal die Zonenfossilien fehlen oder die Fauna insge-

|                                          |                                                                                                                                                 |      |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| faunenarmer<br><br>Bereich<br><br>FS B   | faunenarmer Horizont                                                                                                                            | FS 6 |
|                                          | Zwischenhorizont mit <i>Bathysiphon taurinensis</i> und "Durchläuferformen"                                                                     | FS 5 |
|                                          | faunenarmer Horizont mit <i>Bathysiphon taurinensis</i>                                                                                         | FS 4 |
| faunenreicher<br><br>Bereich<br><br>FS A | oberer faunenreicher Horizont mit "Durchläuferformen"                                                                                           | FS 3 |
|                                          | mittlerer faunenreicher Horizont mit <i>Planorbulina difformis</i> und Massenvorkommen von <i>Bolivina beyrichi</i> und <i>Nodosaria ewaldi</i> | FS 2 |
|                                          | unterer faunenreicher Horizont mit <i>Spiroplectinella deperdita</i> und <i>Palmula obliqua</i>                                                 | FS 1 |

Abb. 10: Gliederungsschema des Fischschiefers im Mainzer Becken (nach GRIMM 1991).

samt sehr arm ist. In diesen Fällen kann man zur Gliederung auch die Artenzahl heranziehen.

Für die Artenzahl wird in ein Diagramm (Anlagen 27-36) die Anzahl der Arten pro Bohrmeter bzw. pro Schicht eingetragen. Die einzelnen Werte werden miteinander verbunden und man erhält eine Kurve mit charakteristischen Peaks. Sehr deutlich läßt sich hier die Grenze FS A / FS B erkennen, da FS B durch eine allgemeine Faunenarmut (geringe Individuenzahl und geringe Artenzahl) gekennzeichnet wird. Innerhalb FS B ist FS 5 mit einer erhöhten Artenzahl so gut wie immer deutlich erkennbar, damit ist FS B optimal über die Artenzahl gliederbar. Innerhalb von FS A treten allerdings gelegentlich Schwierigkeiten bei dieser Gliederung auf. FS 1 entspricht dem untersten Peak in FS A, meistens ist an der Grenze zu FS 2 ein Einschnitt im Artenzahlprofil zu erkennen. Die Grenze zwischen FS 2 und FS 3 liegt in den meisten Fällen vor dem obersten großen Peak in FS A. Oft sind aber auch beide Horizonte nicht zu trennen (siehe oben).

Beide Gliederungsmethoden allein bereiten manchmal Schwierigkeiten in der Durchführung, eine optimale Gliederung wird aber erreicht, wenn beide Methoden, also über

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

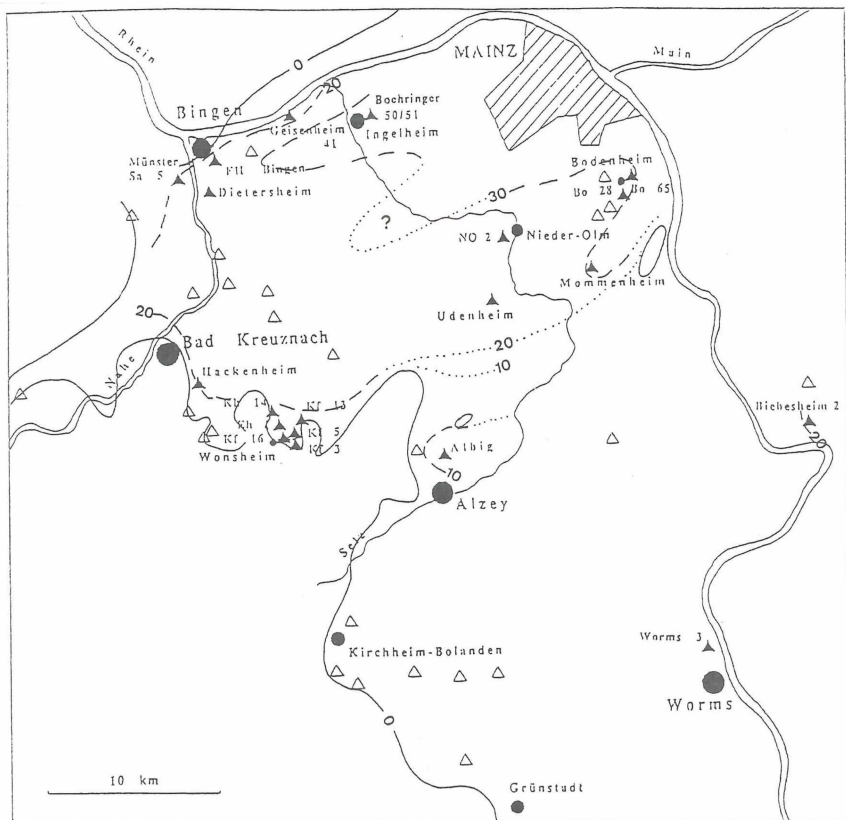


Abb. 11: Linien gleicher Mächtigkeit des FS A im Mainzer Becken (m-Angaben). 0- Linie entspricht der Land-/ Meergrenze.

Zonen- und Häufigkeitsforaminiferen mit der Gliederung über die Artenzahlen gekoppelt werden.

### 3.1.1. Mächtigkeit des Fischeschiefers und seiner Horizonte

Die Gesamtmächtigkeit des Fischeschiefers schwankt. Im Norden des Mainzer Beckens bei Bingen liegt sie um 40 m, südlich und westlich von Mainz wird die größte Mächtigkeit mit ca. 60 bis 80 m erreicht. In der Mitte des Beckens ist eine Mächtigkeit zwischen 25 und 40 m zu verzeichnen.

Ebenso wie die Gesamtmächtigkeit schwanken auch die Mächtigkeiten von FS A (Abb.11) und FS B (Abb.12) bzw. die Mächtigkeiten der einzelnen Horizonte. Für das Verhältnis der Mächtigkeiten von FS A und FS B lassen sich keine einheitlichen Tendenzen angeben. Häufig sind beide Bereiche gleich mächtig, im Süden des Beckens ist FS B wesentlich mächtiger als FS A, ansonsten sind FS A und FS B abwechselnd mächtiger.

FS 1 ist innerhalb von FS A mit meist bis 3 m Mächtigkeit der geringmächtigste Horizont. Die Mächtigkeiten von FS 2 und 3 schwanken, häufig ist FS 2 mächtiger als FS 3. Auch für die Mächtigkeiten der Horizonte innerhalb FS B lassen sich keine einheitlichen

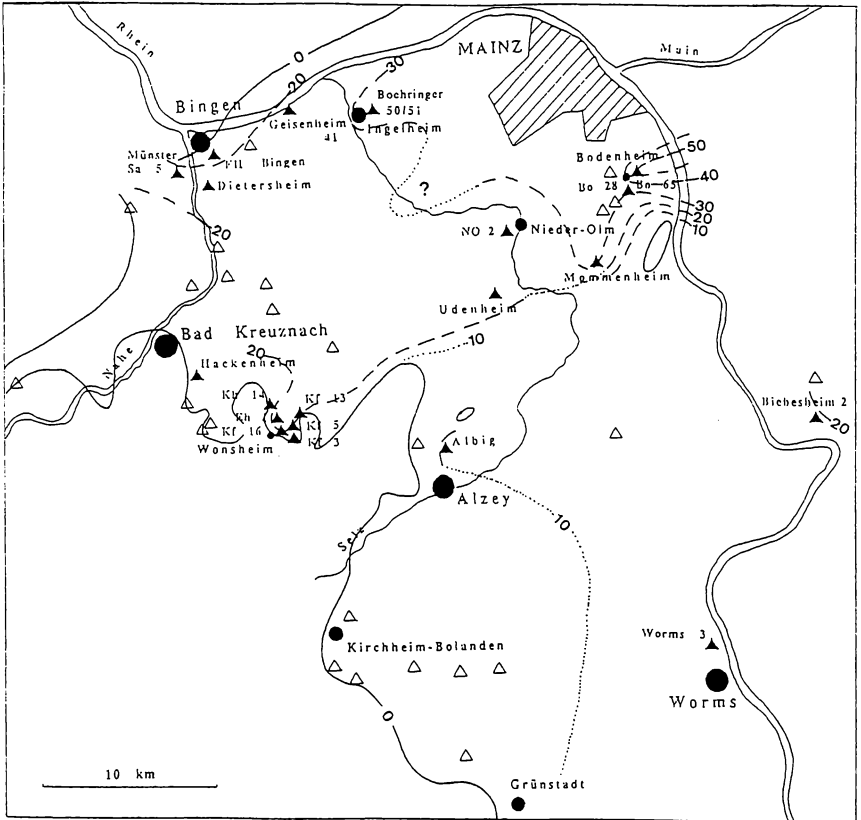


Abb. 12: Linien gleicher Mächtigkeit des FS B im Mainzer Becken (m-Angaben). 0- Linie entspricht der Land-/ Meergrenze.

Aussagen treffen. FS 5 ist dort am geringmächtigsten, in den meisten Fällen um 1 m und maximal 5 m mächtig.

### 3.1.2. Gliederungen der einzelnen Bohrungen im Mainzer Becken

Die Profile der einzelnen Bohrungen mit der genauen geographischen Lage, sowie den hangenden und liegenden Schichten sind im Anhang zu finden. Die im folgenden angegebene Gesamtartenzahl ist die Anzahl der im gesamten Fischechieferbereich einer Bohrung auftretenden Foraminiferenarten.

#### 3.1.2.1. Bohrung FH Bingen (Anlagen 1 und 27)

Die 52 m tiefe, im Dezember 1987 abgeteufte Spülbohrung durchfuhr unter dem Nahe-Terrassenschotter den gesamten Fischechiefer bis zur Endteufe. Dieser ist hier 44 m mächtig. FS 1 ist 2 m mächtig, von den typischen Vertretern tritt hier nur *Spiroplectinella deperdita* auf. Der 18 m mächtige FS 2-Horizont wird durch *Planorbulina difformis* charakterisiert. FS 3 ist 7 m mächtig, hier ist keine Charakterform anzutreffen. In den 8 m mächtigen FS 4 streut FS 5 weit hinein. FS 5 (4 m mächtig) enthält nur Durchläufer-

formen. FS 6 hat 5 m Mächtigkeit. Die Gesamtartenzahl beträgt 25. Häufig sind in dieser Bohrung *Hansenisca soldanii*, *Bolivina beyrichi* und *Globigerina bulloides*. Die Gliederung ist in der Verbindung von Charakterformen und Artenzahl möglich. Auch Fischreste und Molluskenbruch treten auf.

### 3.1.2.2. Bohrung Geisenheim 41 (Anlagen 2 und 28)

Für eine Brückenpfeileruntersuchung wurde diese 45 m tiefe Bohrung auf der Fulder Aue im Rhein abgeteuft. Unter der quartären Bedeckung wurde bis zur Endteufe nur der mindestens 39 m mächtige Fischschiefer angetroffen. FS 1 wurde nicht mehr durchteuft, möglicherweise fehlt im Bohrprofil sogar noch ein Teil des hier schon 10 m mächtigen FS 2. Charakterformen treten - wie auch im 8 m mächtigen FS 3 - nicht auf. Nur die Häufigkeitsformen wie *Bolivina beyrichi*, *Hansenisca soldanii*, *Nodosaria ewaldi* und *Globigerina bulloides* sind häufig. FS 4 ist 11 m und FS 5 ist 6 m mächtig. Letzterer enthält neben *Bathysiphon taurinensis* hauptsächlich *Hansenisca soldanii*. FS 6, in dem gelegentlich auch *Bathysiphon taurinensis* auftritt, ist 4 m mächtig. Die Gesamtartenzahl beträgt 19. Da die Charakterformen fehlen ist die Gliederung nur über die Artenzahl möglich, leider sind FS 6 und FS 4 nicht ganz so arm an Foraminiferen, sondern entweder durch Nachfall bzw. anthropogen verunreinigt. Fischreste und auch die für den Fischschiefer typischen „Fischeier“ (7.2.8. Pisces-Reste) treten über das gesamte Profil verteilt auf.

### 3.1.2.3. Münster-Sarmsheim, Bohrung 5 (Anlagen 3 und 27)

Die 53 m tiefe Bohrung durchteufte unter der quartären Bedeckung nur den hier 48 m mächtigen Fischschiefer. Der Probenabstand beträgt in dieser Bohrung zwischen 2 und 5 m. FS 1 ist 4 m mächtig. FS 2 und FS 3 sind nicht zu trennen und sind gemeinsam 14 m mächtig. FS 4 ist 20 m mächtig. FS 5 scheint 5 m mächtig zu sein (durch 5 m Probenabstand undeutlich), und FS 6 ist 5 m mächtig. Ob ein Teil von FS 6 im Quartär abgetragen wurde, ist nicht nachweisbar. Über das ganze Profil treten keine Zonenforaminiferen auf, die Häufigkeitsformen sind ebenfalls selten, die Gesamtartenzahl beträgt 8. Die Gliederung kann nur über die Artenzahl erfolgen. Durch den großen Probenabstand und das Fehlen der Charakterformen, sowie die allgemeine Foraminiferenarmut in dieser Bohrung, ist die Gliederung schwierig und nicht befriedigend. Fischreste sind im ganzen Profil zu finden.

### 3.1.2.4. Bohrung Dietersheim (Anlagen 4 und 27)

Diese 65 m tiefe Bohrung, die für den Bau der Autobahnbrücke über die Nahe abgeteuft wurde, durchfährt unter der quartären Bedeckung nur den 59 m mächtigen Mittleren Rupelton. Der Probenabstand in dieser Bohrung beträgt 2 m. *Spiroplectinella deperdita* tritt im gesamten FS A auf. Die Charakterform *Pygmaeoseistron hispidum* tritt in FS 2 und FS 3 auf. Die Häufigkeitsformen *Bolivina beyrichi*, *Hansenisca soldanii* und *Globigerina bulloides* sind im gesamten FS A stark vertreten. FS 1 ist etwa 3 m mächtig, FS 2 ist 22 m und FS 3 ist 10 m. FS 4 erreicht eine Mächtigkeit von 8 m, FS 5 von 4 m und FS 6 ist hier besonders mächtig mit 12 m. Bei der Betrachtung dieser Bohrung fällt auf, daß viele Arten nicht nur in den typischen Horizonten auftreten, sondern auch in höheren und tieferen Niveaus. Während ein Großteil der Formen durch Nachfall beim Abteufen der Bohrung

in tiefere Horizonte verschleppt werden konnte, ist eine Verschleppung in höhere Niveaus nicht möglich. Ob solche Effekte in dieser Bohrung durch Erosion älterer Horizonte und Umlagerung hervorgerufen wurden ist nicht entscheidbar. Trotzdem ist eine Gliederung über die Artenzahl möglich. Die Gesamtartenzahl beträgt 28. „Fischeier“ sind vereinzelt in FS A anzutreffen.

#### 3.1.2.5. Bohrung Boehring 50/51 (Anlagen 5 und 28)

Die insgesamt 210 m tiefe Bohrung durchteufte im Hangenden des Fischeiers jüngerer Tertiär und im Liegenden älteres Tertiär, sowie Rotliegendes. Der Fischeier ist in dieser Bohrung, in der Proben im Abstand von 1m entnommen wurden, 66 m mächtig. FS 1 ist 4 m, FS 2 ist 12 m und FS 3 ist 15 m mächtig. FS 4 ist 26 m mächtig, FS 5 nur 3 m und FS 6 erreicht eine Mächtigkeit von 6 m. Die Bohrung erscheint aufgrund der durchgesehenen Schlammrückstände faunenarm, die Häufigkeitsarten sind nur in geringer Anzahl anzutreffen, die Gesamtartenzahl beträgt jedoch 17. Die Charakterformen fehlen. Die Gliederung ist auf Grund der Charakterarten nicht möglich, auf Grund der Artenzahl durch die Faunenarmut besonders im FS A schwierig.

Bemerkung: Diese Bohrung wurde schon 1956 von THURSCHE untersucht. Leider sind die Zellen aus dem Fischeierbereich mit den ausgelesenen Foraminiferen verschollen. Die oben genannten Angaben beziehen sich auf die Fauna, die bei der Durchsicht der noch vorhandenen Schlammrückstände ausgelesen wurde.

#### 3.1.2.6. Bohrung Bodenheim 28 (Anlagen 6 und 29)

Die 122 m tiefe Bohrung Bo 28 wurde 1983 im Rahmen der Kartierung von Blatt Mainz abgeteuft. Der 52 m mächtige Fischeier wird von Quartär und jüngerem Tertiär überlagert, im Liegenden des Fischeiers ist noch der Foraminiferenmergel anzutreffen. Der 4 m mächtige FS 1 ist durch die Charakterformen *Spiroplectinella deperdita* und *Palmula obliqua* gekennzeichnet. Im 9 m mächtigen FS 2 tritt *Planorbulina difformis* als Charakterform auf. FS 2 und der 16 m mächtige FS 3 enthalten auch die Charakterform *Pygmaeosestron hispidum*. FS 4 ist 15 m mächtig und durch das Auftreten von *Bathysiphon taurinensis* geprägt. FS 5 ist nur 1 m und FS 6 ist 6 m mächtig, wobei die obersten Meter durch den Nachfall aus dem Oberen Rupelton verunreinigt sind. Die Gesamtartenzahl beträgt 40. Diese Bohrung lässt sich hervorragend mit Hilfe der Charakterformen und Häufigkeitsformen gliedern, die Artenzahlgliederung kann zur Kontrolle herangezogen werden. Fischreste, „Fischeier“ und Molluskenbruch sind über das ganze Profil verteilt anzutreffen.

#### 3.1.2.7. Bohrung Bodenheim 65 (Anlagen 7 und 28)

Die 196 m tiefe Bohrung wurde 1965 für die Wasserversorgung der Gemeinde Bodenheim abgeteuft. Quartär und Oberer Rupelton überlagern den hier 79 m mächtigen Fischeier. Unterlagert wird er vom Foraminiferenmergel, den Mittleren Pechelbronn-Schichten und dem Eozänen Basiston. FS 1 ist 2 m mächtig und durch *Palmula obliqua* charakterisiert. FS 2 ist 17 m und FS 3 ist 9 m mächtig. Beide Horizonte enthalten die Charakterform *Pygmaeosestron hispidum*. Der 21 m mächtige FS 4 ist stark durch Nachfall verunreinigt. *Bathysiphon taurinensis* ist hier besonders häufig anzutreffen. FS 5 ist 3 m

mächtig und enthält neben Nachfall aus dem Oberen Rupelton hauptsächlich die Häufigkeitsformen. FS 6 ist mit 27 m sehr mächtig und ebenfalls durch Nachfall verunreinigt. Leider wurden bei der Profilnahme in diesem Bereich (FS 6) von 21,5 - 28,0 m, von 29,0 - 35,5 m und von 36 - 42 m nur Sammelproben genommen. Folglich ist eine genaue Auswertung des FS 6 nicht möglich. Die Gliederung mit Hilfe der Charakterformen ist in Verbindung mit der Artenzahl gut durchführbar. Die Gesamtartenzahl beträgt 40. Über das ganze Profil verteilt sind Fischreste, „Fischeier“ und Molluskenbruch anzutreffen.

#### 3.1.2.8. Bohrung Nieder-Olm 2 (Anlagen 8 und 29)

Zur Wassererschließung wurde 1964 in der Gemarkung Nieder-Olm eine 190 m tiefe Bohrung abgeteuft. Außer Quartär und jüngerem Tertiär wurden hier der 36 m mächtige Fischschiefer und die Mittleren Pechelbronn-Schichten durchteuft und das Rotliegende erreicht. Der Foraminiferenmergel wurde hier nicht abgelagert. Der Probenabstand der Bohrung schwankt hier zwischen 1 und 2 m, im Bereich von 60,0 - 83,5 m liegt aber nur eine Sammelprobe vor. Die Gesamtartenzahl liegt bei 12. Durch die Faunenarmut und die Sammelprobe im unteren Profilbereich ist FS A nicht weiter unterteilbar. Zudem treten keine Charakterformen, sondern nur Häufigkeitsformen auf, besonders häufig ist *Cyclamina placenta*?. FS A scheint 26,5 m mächtig zu sein. FS 4 ist 5 m und FS 5 ist 2 m mächtig. FS 6 hat noch etwa 2,5 m Mächtigkeit. Eine Gliederung des Fischschiefers ist nur noch über die Artenzahl möglich, und dies ist durch die extreme Faunenarmut noch erschwert. Fischreste und „Fischeier“ sind gelegentlich im Profil anzutreffen.

#### 3.1.2.9. Bohrung Hackenheim (Anlagen 9 und 29)

Die 1968-1969 abgeteufte Kernbohrung erreicht eine Endteufe von 194 m. Quartär, Schleichsand und Oberer Rupelton überlagern den 48 m mächtigen Fischschiefer. Er wird von Unterem Rupelton und Rotliegendem unterlagert. Der Probenabstand schwankt zwischen 1 und 10 m. FS 1 ist mit 5 m verhältnismäßig mächtig und durch *Spiroplectinella deperdita* charakterisiert. FS 2 und FS 3 sind nicht trennbar und zusammen ca. 18 m mächtig. Es treten hauptsächlich die Häufigkeitsformen auf. FS 4, der 6 m mächtig ist, ist schwach durch Nachfall verunreinigt. In dem 4 m mächtigen FS 5 sind einige Häufigkeitsformen anzutreffen. FS 6 ist stark durch Nachfall aus dem Oberen Rupelton verunreinigt und wahrscheinlich 15 m mächtig. Die Gesamtartenzahl beträgt 24. Durch den Mangel an Charakterformen und den Nachfall wird die Gliederung erschwert. Die Artenzahlgliederung scheitert an den großen Probenabständen. Fischreste sind im gesamten Profil vertreten, „Fischeier“ gelegentlich, und im unteren Profilverteil treten zusätzlich Spiculae und Diatomeen auf.

#### 3.1.2.10. Bohrung Bad Kreuznach 14 (Anlagen 10 und 30)

Die 75 m tiefe Erkundungsbohrung wurde 1985 abgeteuft. Unter Quartär, Oberem, Mittlerem und Unterem Rupelton wurde noch Rotliegendes angetroffen. Der Probenabstand im 36 m mächtigen Fischschiefer beträgt 1 m. FS 1 ist 5 m mächtig und durch das Auftreten von *Spiroplectinella deperdita* und *Palmula obliqua* charakterisiert. Im 11 m mächtigen FS 2 ist die Charakterform *Planorbulina difformis* anzutreffen. *Pygmaeoseistron hispidum* charakterisiert FS 2 und FS 3, letzterer ist hier 4 m mächtig. Allgemein scheint

die Fauna hier nach unten „verrutscht“ zu sein (Nachfall). FS 4 mit 8 m Mächtigkeit ist durch Nachfall verunreinigt. FS 5 ist sehr gering mächtig mit 1 m, aber durch die Häufigkeitsformen eindeutig zuzuordnen. Der 7 m mächtige FS 6 scheint wiederum durch etwas Nachfall aus dem Oberen Rupelton nicht ganz foraminiferenfrei. Die Gesamtartenzahl beträgt 40. Die Gliederung über die Charakterformen ist gut durchführbar, die Gliederung über die Artenzahl eine gute Kontrollmöglichkeit. Schwammnadeln und „Fischeier“ treten in FS A auf, Fischreste sind dort besonders häufig, aber auch im oberen Profilteil zu finden. In FS A sind auch vereinzelt Ostrakoden anzutreffen.

#### 3.1.2.11. Bohrung Mommenheim (Anlagen 11 und 30)

1970 wurde diese 95 m tiefe Bohrung zur Wasserversorgung abgeteuft. Unter dem Quartär wurde der 59 m mächtige Fischechiefer und dann direkt das Unteroligozän durchteuft, der Foraminiferenmergel wurde hier wahrscheinlich nicht abgelagert. Der Probenabstand beträgt 1 m. FS 1 ist 5 m mächtig und ohne Charakterformen. Auch für den 15 m mächtigen FS 2 fehlen die Charakterformen ebenso wie im 9 m mächtigen FS 3. Im FS A sind hauptsächlich die Häufigkeitsformen vertreten. *Bathysiphon taurinensis* tritt im 17 m mächtigen FS 4 als einzige Form auf. FS 5 mit den Häufigkeitsformen ist 2 m mächtig und wird vom verunreinigten 10 m mächtigen FS 6 überlagert. Da die Charakterformen weitgehend fehlen, muß die Gliederung über die Artenzahl erfolgen. Die Gesamtartenzahl beträgt 26. Die obersten 9 m von FS 6 sind stark verunreinigt. Hierbei muß es sich nach der Fauna um Nachfall aus dem Oberen Rupelton handeln, der aber an dieser Stelle nicht ansteht (SONNE 1970). Vielleicht hat hier eine spätere Umlagerung der Fauna des ORT durch Rutschungen oder quartäre Aufarbeitung stattgefunden. Außerdem wird in dieser Bohrung der Fischechiefer anscheinend direkt von Mittleren Pechelbronn-Schichten unterlagert (mündl. Mitt. GRIESSEMER 1993), denn es tritt keine typische Foraminiferenfauna des Foraminiferenmergels auf, sondern die Ostrakodenfauna spricht schon für Mittlere Pechelbronn-Schichten (mündl. Mitt. GRIESSEMER 1993). Der Foraminiferenmergel fehlt also hier entweder durch tektonische oder durch paläogeographische Einflüsse (10. Paläogeographie). Möglicherweise ist der Foraminiferenmergel hier auch nur sehr gering mächtig, so daß er bei der Bohrung nicht erfaßt wurde oder durch den Nachfall aus dem Fischechiefer nicht mehr erkennbar ist. Eine Überlagerung von FM 2 und / oder FM 3 durch Nachfall aus dem Fischechiefer ist bei der für FM 2 und FM 3 typischen Foraminiferenfauna kaum denkbar, allerdings ist eine Überlagerung des FM 1 gut möglich. Fischreste und Molluskenbruch sind im gesamten Profil anzutreffen, „Fischeier“ nur im Bereich von FS A.

#### 3.1.2.12. Bohrung Udenheim (Anlagen 12 und 30)

Diese Tiefbohrung von 1960 durchteuft unter Quartär, Schleichsand und Oberem Rupelton den 47 m mächtigen Fischechiefer. Danach folgen Foraminiferenmergel, Mittlere Pechelbronn-Schichten und Eozäner Basiston bis zur Endteufe von 243 m. Der Probenabstand beträgt 1 m. FS 1 ist nur 1 m mächtig, *Spiroplectinella deperdita* tritt schon im obersten Meter des Foraminiferenmergels auf, was möglicherweise durch Nachfall verursacht wird. Der 16 m mächtige FS 2 ist genauso wie der 9 m mächtige FS 3 durch keine Charakterform gekennzeichnet. FS 4 ist 6 m mächtig und stark durch Nachfall verunreinigt. Der 2 m



mächtige FS 5 führt nur Häufigkeitsformen. FS 6 ist 13 m mächtig und stark durch den Nachfall aus dem Oberen Rupelton verunreinigt. Der Nachfall zeigt sich auch darin, daß *Spiroplectinella carinata* im gesamten Fischschieferprofil anzutreffen ist. Die Gesamtartenzahl beträgt 30. Die Gliederung über die Charakterformen ist durch deren weitgehendes Fehlen und den starken Nachfall nicht möglich. Die Artenzahlgliederung ist durch den Nachfall erschwert, aber mit Hilfe der Häufigkeitsformen möglich. Fischreste und „Fischeier“ treten vereinzelt im gesamten Profil auf, ebenso wie Characeen, die wahrscheinlich durch den Nachfall in diesen Profildbereich gelangt sind.

### 3.1.2.13. Bohrung Kriegsfeld 3 (Anlagen 13 und 31)

Die 1985 abgeteufte 54 m tiefe Erkundungsbohrung durchteuft Quartär, Oberen Rupelton, den 26 m mächtigen Fichschiefer und erreicht eventuell das Rotliegende. Der Probenabstand beträgt 1 m. *Spiroplectinella deperdita* tritt im 6 m mächtigen FS 1 auf und ist das einzige Charakterfossil dieser Bohrung, das zur Gliederung herangezogen werden kann. *Planorbulina difformis* ist nämlich über den ganzen FS A verteilt. FS 2 ist ebenfalls 6 m mächtig, FS 3 nur 5 m. FS 4 erreicht mit 2 m eine nur sehr geringe Mächtigkeit. FS 5 ist durch die Häufigkeitsformen geprägt und nur 1 m mächtig. Der 6 m mächtige FS 6 ist im oberen Teil stark durch Nachfall aus dem Oberen Rupelton beeinträchtigt, so ist auch das Auftreten von *Vaginulopsis hauerina* in FS 2 zu erklären. Die Gesamtartenzahl beträgt 26. Die Gliederung über die Charakterformen ist nur für FS 1 möglich, der übrige Profildteil läßt sich über die Häufigkeitsformen und die Artenzahl gliedern. Fischreste sind im gesamten Profil, Molluskenreste hauptsächlich in FS B anzutreffen. Wie bereits bei der Bohrung Dietersheim ist in den Bohrungen bei Kriegsfeld mit einem Einschwemmen umgelagerter Formen zu rechnen (Randnähe, Nähe zum Meeressand), was wahrscheinlich das Auftreten von *Planorbulina difformis* im gesamten FS A erklärt.

### 3.1.2.14. Bohrung Kriegsfeld 5 (Anlagen 14 und 31)

Die 39 m tiefe Erkundungsbohrung wurde 1985 zur Kartierhilfe abgeteuft. Unter Quartär, dem Oberen Rupelton und dem 29 m mächtigen Fichschiefer erreicht sie noch Rotliegendes. Der Probenabstand liegt bei 1 m. Der 5 m mächtige FS 1 wird durch *Spiroplectinella deperdita* gekennzeichnet. Die für FS 2 typische *Planorbulina difformis* tritt in diesem Horizont auf, der 6 m mächtig ist. *Pygmaeoseistron hispidum* ist im gesamten FS A anzutreffen. FS 3 ist 4 m, FS 4 ist 5 m und FS 5 ist 2 m mächtig. Mit 8 m ist FS 6 der mächtigste Horizont dieser Bohrung. Die Gliederung über die Charakter- und Häufigkeitsformen ist gut möglich, die Artenzahlgliederung dient der Kontrolle. Die Gesamtartenzahl beträgt 40. Fisch- und Molluskenreste treten im gesamten Profil auf.

### 3.1.2.15. Bohrung Kriegsfeld 13 (Anlagen 15 und 31)

Die 84 m tiefe Erkundungsbohrung von 1985 durchteufte Quartär, Schleichsand, Oberen Rupelton und Fichschiefer bis zum Rotliegenden. Der Fichschiefer ist 24 m mächtig, der Probenabstand liegt bei 1 m. Als einzige Charakterform tritt in dieser Bohrung *Spiroplectinella deperdita* auf, allerdings nur einmal im FS 2 (Umlagerung?, vgl. Kriegsfeld 3). FS 1 ist 5 m und FS 2 ist 8 m mächtig. FS 3 und FS 4 sind jeweils 2 m und FS 5 ist 1 m mächtig. Der 6 m mächtige FS 6 ist nur gering von Nachfall belastet, häufig ist jedoch

*Bathysiphon taurinensis* anzutreffen. Die Gesamtartenzahl beträgt 20. Die Gliederung erfolgt über die Häufigkeitsformen und die Artenzahl. Fischreste sind ebenso wie Schwammnadeln, Mikroskleren und „Fischeier“ in FS A anzutreffen.

### 3.1.2.16. Bohrung Kriegsfeld 16 (Anlagen 16 und 32)

Die 50 m tiefe Erkundungsbohrung von 1985 durchteuft Quartär, Oberen Rupelton und den 30 m mächtigen Fischeier. Der Probenabstand beträgt 1 m. Der 5 m mächtige FS 1 ist durch *Spiroplectinella deperdita* und *Palmula obliqua* gekennzeichnet, letztere reicht bis in den 10 m mächtigen FS 2. *Planorbulina difformis* charakterisiert zwar FS 2, ist aber auch noch in FS 3 anzutreffen. *Pygmaeosestron hispidum* tritt im gesamten FS A auf. FS 4 ist 3 m mächtig und durch *Bathysiphon taurinensis* charakterisiert. FS 5 ist mit den Häufigkeitsformen 2 m mächtig. FS 6 ist 7 m mächtig. Die Gliederung über die Charakter- und Häufigkeitsformen ist gut durchführbar und über die Artenzahl kontrollierbar. Die Gesamtartenzahl beträgt 49. Gelegentlich treten im unteren Profilbereich Schwamm- und Echinodermerreste, sowie „Fischeier“ auf. Fisch- und Molluskenreste sind über das gesamte Profil verteilt.

### 3.1.2.17. Bohrung Eckelsheim 1 (Anlagen 17 und 32)

Die 101 m tiefe Bohrung von 1978 durchfährt unter dem Quartär den Oberen Rupelton, den 31 m mächtigen Fischeier und dann den Unteren Meeressand und reicht bis zum Rotliegenden. Der Probenabstand beträgt 1 m. Der 3 m mächtige FS 1 wird durch *Palmula obliqua* charakterisiert, die allerdings noch bis in FS 2 hineinreicht. Die für den 4 m mächtigen FS 2 typische *Planorbulina difformis* tritt auch noch in FS 3 auf. FS 2 und der 3 m mächtige FS 3 werden durch das Auftreten von *Pygmaeosestron hispidum* gekennzeichnet. FS B wird durch Nachfall aus dem Oberen Rupelton geprägt. Im 11 m mächtigen FS 4 tritt so schon *Vaginulopsis hauerina* auf. Der 2 m mächtige FS 5 enthält die Häufigkeitsformen. Viel Nachfall aus dem Oberen Rupelton enthält der 11 m mächtige FS 6. Die Gesamtartenzahl beträgt 34. Die Gliederung ist nach dem Artenzahlprofil in Verbindung mit der Untersuchung der Charakter- und Häufigkeitsformen gut durchführbar, trotz des relativ starken Nachfalls. Molluskenreste sind selten, Fischreste und „Fischeier“ über das gesamte Profil verteilt. Im unteren Profilteil treten auch Echinodermerreste auf.

### 3.1.2.18. Bohrung Albig (Anlagen 18 und 32)

Die 110 m tiefe Bohrung durchteufte Quartär und Mitteloligozän bis zum Rotliegenden. Der Fischeier erreicht eine Mächtigkeit von 31 m. Der Probenabstand beträgt 1 m. FS 1 ist nur 1 m mächtig und durch *Spiroplectinella deperdita* und *Palmula obliqua* charakterisiert. *Pygmaeosestron hispidum* tritt im gesamten Profil auf. Im 6 m mächtigen FS 3 sind hauptsächlich Häufigkeitsformen zu finden. *Bathysiphon taurinensis* tritt im stark durch Nachfall verunreinigten, 8 m mächtigen FS 4 auf. FS 5 ist 2 m mächtig und enthält Häufigkeitsformen. FS 6 ist wiederum stark durch den Nachfall beeinträchtigt, so daß die Mächtigkeit mit 4 m nur vermutet werden kann. Die Gesamtartenzahl beträgt 24. Die Gliederung über die Charakterformen ist nur teilweise möglich. Durch Zuhilfenahme der Häufigkeitsformen und der Artenzahl ist allerdings eine Gliederung möglich. Fischreste

und Molluskenreste sind über das Profil verteilt, „Fischeier“ selten im unteren Teil anzutreffen.

### 3.2. Gliederung des Fischschiefers im Oberrheingraben

Im Bereich des Oberrheingrabens wurden 21 Bohrprofile untersucht (Abb.13). Auch im Oberrheingraben läßt sich der Fischschiefer in die Bereiche FS A und FS B unterteilen. Eine genauere Gliederung ist nur bei 5 Bohrprofilen möglich, da die Probenabstände der Bohrungen in diesem Bereich oft zu groß sind und die Fauna durch die große Teufe diagenetisch bedingt in einem schlechten Erhaltungszustand ist. Bei optimalen Voraussetzungen ist aber ebenfalls eine Untergliederung in FS 1 bis FS 6, auch in Verbindung mit der Artenzahl, möglich (Anlagen 33 und 34).

Im nördlichen Oberrheingraben ist der Fischschiefer 34 bis 40 m mächtig, nach S hin nimmt die Mächtigkeit ab, bei Bad Bergzabern ist er noch 19 m und in Schliengen nur noch 2,6 m mächtig. Mit Ausnahme der Bohrung Schliengen 1012 und der Bohrung Biebesheim 2, in der FS A und FS B gleich mächtig sind, ist FS B im Oberrheingraben mächtiger als FS A. Aussagen zu den Mächtigkeiten der Horizonte FS 1 bis FS 6 lassen sich u.a. wegen des großen oder wechselnden Probenabstands nicht machen.

#### 3.2. 1. Gliederung der einzelnen Bohrungen im Oberrheingraben

##### 3.2.1.1. Bohrung Biebesheim 2 (Anlagen 19 und 33)

In dieser Tiefbohrung ist die Graue Schichtenfolge stark gestört, so daß zwischen 1670 und 1800 m Teufe immer wieder Teile des Foraminiferenmergels auftreten. Der 44 m mächtige Fischschieferabschnitt scheint aber ungestört vorzuliegen. Der Probenabstand beträgt im Profilbereich von 1756 bis 1800 m 2 m. FS 1 ist nur 4 m mächtig und durch *Spiroplectinella deperdita* charakterisiert. Im 8 m mächtigen FS 2 und im 10 m mächtigen FS 3 sind keine Charakterformen anzutreffen, die Häufigkeitsformen treten zwar auf, aber nicht in Massen. Der 10 m mächtige FS 4 ist stark durch Nachfall verunreinigt. FS 5 führt mit 4 m Mächtigkeit die Häufigkeitsformen. FS 6 ist 8 m mächtig und ebenfalls stark von Nachfall beeinflusst. Die Gesamtartenzahl beträgt 29. Die Gliederung über die Charakterformen ist nur für FS 1 möglich. Die weitere Gliederung des Profils erfolgt über die Häufigkeitsformen in Verbindung mit der Artenzahl. Erschwert wird die Gliederung durch den Probenabstand von 2 m, der eigentlich für eine genaue Gliederung schon zu groß ist, hinzu kommt die Verunreinigung durch den Nachfall. Zudem ist die Fauna in dieser großen Teufe deformiert und dadurch schwer bestimmbar. Fischreste, „Fischeier“, Molluskenbruch und Ostrakoden sind über das gesamte Profil verteilt zu finden.

##### 3.2.1.2. Bohrung Worms 3 (Anlagen 20 und 33)

Die 1623 m tiefe Bohrung durchteufte Jungtertiär, Miozän und Oberoligozän, Bunte Niederroedern-Schichten, die Graue Schichtenfolge, die Pechelbronn-Schichten und erreichte schließlich das Rotliegende. Im Bereich des 34 m mächtigen Fischschiefers beträgt der Probenabstand 2 m. FS 1 ist etwa 2 m mächtig und durch *Spiroplectinella deperdita* charakterisiert, die allerdings auch noch im höheren Profilbereich auftritt. FS 2 und FS 3 sind durch Charakterformen nicht trennbar und zusammen 16 m mächtig. Hier treten fast nur die Häufigkeitsformen auf. Der 8 m mächtige FS 4 ist stark durch Nachfall geprägt.

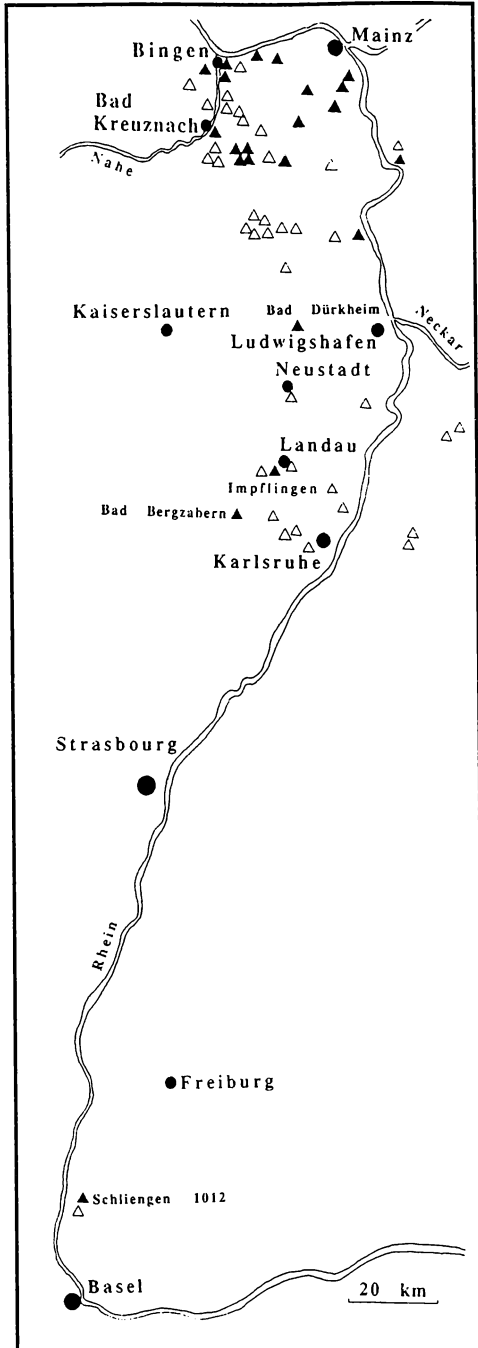


Abb. 13: Lage der Bohrungen im Oberrheingraben. Ausgefüllte Dreiecke bedeuten gliederbare Bohrungen, nicht ausgefüllte Dreiecke nicht gliederbare Bohrungen.

FS 5 ist 2 m mächtig, führt die Häufigkeitsformen und auch die für den Oberen Rupelton typische *Vaginulopsis hauerina*. FS 6 ist 6 m mächtig und durch Nachfall aus dem Oberen Rupelton stark verunreinigt. Die Charakterformengliederung ist nur für FS 1 und FS 5 möglich. Eine Verbindung von Häufigkeitsformengliederung und Artenzahlgliederung für den übrigen Profilverteil ist nur bedingt möglich, da der starke Nachfall (siehe auch 7.2.1. Characeen und 7.2.6. Crustaceen) und der große Probenabstand eine Gliederung beeinträchtigen. Die Gesamtartenzahl beträgt 17. „Fischeier“, Ostrakoden und Characeen sind fast durchgehend im gesamten Profil anzutreffen.

### 3.2.3. Bohrung Borntal bei Bad Dürkheim (Anlagen 21 und 33)

Die 64 m tiefe Brunnenbohrung durchteufte Quartär, Oberen Rupelton, den 38 m mächtigen Fischeiefer und den Meeressand bis zum Oberrotliegenden. Der Probenabstand liegt zwischen 0,5 und 5 m. Da der Probenabstand im unteren Profilverteil besonders groß ist, erscheint FS 1 sehr mächtig mit 13 m. Im gesamten Profil treten keine Charakterformen auf und die Häufigkeitsformen sind recht selten. FS 2 ist 12 m und FS 3 ist 3 m mächtig. Der 4 m mächtige FS 4 enthält geringen Nachfall ebenso wie der 2 m mächtige FS 6. FS 5 ist nur 1 m mächtig. Das ganze Profil ist sehr artenarm, besonders FS A, dadurch fällt natürlich auch der Nachfall in FS B stark ins Gewicht. Die Gesamtartenzahl beträgt nur 8. Die Gliederung über Charakter- und Häufigkeitsformen ist wegen der Faunenarmut fast nicht möglich, in Verbindung mit der Artenzahl kann man eine annehmbare Gliederung erhalten. Fischreste sind im oberen Profilverteil, „Fischeier“ über das ganze Profil verteilt, besonders aber in FS 3 anzutreffen. In FS 2 und FS 3 treten vereinzelt Ostrakodenreste auf.

#### 3.2.1.4. Bohrung Bad Bergzabern (Anlagen 22 und 34)

Diese 93 m tiefe Thermalbohrung durchteufte unter dem Quartär und den *Meletta*-Schichten den 20 m mächtigen Fischeiefer, den Foraminiferenmergel, dann älteres Tertiär, Trias und erreichte das Perm. Der Probenabstand beträgt 1 bis 3 m. Außer *Spiroplectinella deperdita* treten im Fischeiefer keine Charakterformen auf. Die Häufigkeitsformen sind z.T. selten. Insgesamt ist dieses Profil recht faunenarm. FS 1 ist 3 m mächtig. FS 2 und FS 3 sind nicht trennbar und zusammen 5 m mächtig. FS 4 ist etwa 8 m mächtig. Der 1 m mächtige FS 5 wird vom 3 m mächtigen FS 6 überlagert. Die Gesamtartenzahl beträgt 16. Die Gliederung ist mit Ausnahme von FS 1 nur über die Artenzahl in Verbindung mit den Häufigkeitsformen möglich, aber durch den wechselnden Probenabstand nicht befriedigend. Fischreste sind im gesamten Profil anzutreffen, Molluskenreste treten nur einmal in FS 4 auf.

#### 3.2.1.5. Bohrung Schliengen 1012 (Anlagen 23 und 34)

Diese Erdölbohrung durchteufte unter den *Meletta*-Schichten den 2,6 m mächtigen stark kondensierten Fischeiefer, dann den Foraminiferenmergel und weiteres Tertiär. Im Fischeiefer- und im Foraminiferenmergelbereich wurden Kerne gezogen. Diese wurden alle 10 cm beprobt. Die Untergrenze des Fischeiefer ist sehr deutlich durch das Aussetzen der Unteren Rupelton - Arten gekennzeichnet. Im Fischeiefer treten keine Charakterformen auf. Die Gesamtartenzahl beträgt 17. Das Artenzahlprofil ist nur wenig differenziert und erlaubt ebenfalls kaum eine Gliederung. Die Gliederung kann nur über Häufigkeits-

formen erfolgen. FS A ist nicht gliederbar und etwa 1,30 m mächtig. FS 4 ist 30 cm, FS 5 ist 20 cm und FS 6 ist 80 cm mächtig, somit erreicht FS B auch 1,30 m Mächtigkeit. „Fischeier“ und Fischreste sind vor allem in FS B anzutreffen. Molluskenreste sind in diesem Profil selten.

### 3.3. Gliederung des Fischeierschiefers in der Hessischen Senke und in der Hanau-Seligenstädter Senke

In den meisten Teilen der Tertiärgebiete von Hessen tritt kein Mittlerer Rupelton auf, da dort zu dieser Zeit entweder eine kalkige bis sandige Küstenfazies abgelagert wurde oder das Gebiet sich unter terrestrischem Einfluß befand (10. Paläogeographie).

Durch die besonderen paläogeographischen Verhältnisse in der Hessischen Senke, und dem damit verbundenen lokalen Fehlen einiger Schichtkomplexe, ist eine Gliederung des Fischeierschiefers oft schwierig. Im allgemeinen läßt sich aber zumindest eine obere faunenarme Zone (FS B) von einer unteren faunenreichen Zone (FS A) abtrennen. Die Grenze zwischen FS 2 und FS 3 ist meist undeutlich, die übrigen Horizonte sind aber erkennbar.

SPANDEL (1909) untersucht nur den Mittleren Rupelton von Flörsheim im Profil, ein Gebiet des Mainzer Beckens, das zur Hanau-Seligenstädter Senke und zur Hessischen Senke hin vermittelt. Er zerlegt das Profil aber willkürlich in 4 Abteilungen zu je 3 m Mächtigkeit. Er scheint damit nur den höheren Teil des Fischeierschiefers erfaßt zu haben, denn in seiner obersten Abteilung sind zwar *Rhabdammina annulata* (= *Bathysiphon taurinensis*) und *Cyclammina acutidorsata* häufig, die übrige Fauna aber fehlt oder ist selten. Dies entspricht wahrscheinlich ungefähr FS 6. In der zweiten Abteilung nach SPANDEL (1909) sind *Polymorphina problema*, *Bolivina beyrichi*, *Anomalina weinkauffi* und *Rotalia soldanii* selten anzutreffen. Häufig ist hier nur „*Orbulina bituminosa*“, bei der es sich aber nicht um eine Foraminifere, sondern wahrscheinlich um ein „Fischei“ handelt (7.2.8. Pisces-Reste). Diese Abteilung repräsentiert in etwa FS 5. In der folgenden Abteilung von SPANDEL (1909) ist nur dieses „Fischei“ häufig, die übrige Foraminiferenfauna fehlt. Dieser Bereich entspricht ungefähr FS 4. Erst mit der unteren Abteilung von SPANDEL (1909) kommt das Profil in den Bereich von FS A, hier ist wahrscheinlich nur FS 3 aufgeschlossen. In diesem Profilteil treten auch erstmals einige Foraminiferen häufiger auf, wie z.B. *Rotalia soldanii* und *Turritina alsatica*.

Spätere Bearbeiter untergliedern den Mittleren Rupelton in der Hessische Senke zunächst nicht weiter, oder es fehlt wie bei GRAMANN (1960) einfach ein durchgehendes Profil in diesem Bereich. Erst RITZKOWSKI (1965) gliedert den Mittleren Rupelton im nördlichen Hessen in eine foraminiferenreiche und eine foraminiferenarme Abteilung, die FS A und FS B entsprechen. Als Charakterform für die foraminiferenreiche Abteilung nennt RITZKOWSKI (1965) *Bolivina beyrichi*. Als Häufigkeitsformen sollen hier *Nodosaria ewaldi*, *Nodosaria exilis*, *Dentalina retrorsa*, *Nonion umbilicatum*, *Gyroidina soldanii* und *Sphaeroidina bulloides* auftreten. Das entspricht mit kleinen Ausnahmen dem Fauneninhalt von FS A. RITZKOWSKI (1965) unterteilt beide Abteilungen nicht weiter.

Man kann also für den Fischeierschiefer in der Hessischen Senke zumindest eine Unterteilung in FS A und FS B durchführen, bei einem guten Profil aber auch noch eine weitere Gliederung vornehmen.

### 3.3.1. Gliederung der einzelnen Bohrungen in der Hessischen Senke und in der Hanau-Seligenstädter Senke

#### 3.3.1.1. Deponie Enka

Hier wurde wahrscheinlich nur der Obere Rupelton durchteuft, Mittlerer Rupelton konnte nicht nachgewiesen werden.

#### 3.3.1.2. Deponie Steinertfeld (Anlagen 24 und 35)

In dieser Bohrung wird der nur 12 m mächtige Fischschiefer von Oberem Rupelton überlagert. Im Liegenden folgen der Foraminiferenmergel 3 (FM 3), der hier ca. 5 m mächtig ist und der Mittlere Foraminiferenmergel (FM 2).

An Charakterformen des Fischschiefers 1 treten *Spiroplectinella deperdita* und *Palmula obliqua* auf. Weitere Charakterformen fehlen, die Gliederung muß über die Häufigkeitsformen und die Artenzahl erfolgen. Dadurch läßt sich zwar der etwa 2 m mächtige FS 1 abtrennen, aber zwischen FS 2 und FS 3 ist nicht zu unterscheiden. Beide sind zusammen etwa 6 m mächtig. FS 4 ist wie der etwa 2,5 m mächtige FS 6 stark durch Nachfall überprägt und ca. 2 m mächtig. FS 5 ist mit den Häufigkeitsformen etwa 1 m mächtig. Die Gesamtartenzahl beträgt 24.

#### 3.3.1.3. Kaiser-Friedrich-Quelle (Anlagen 24 und 35)

In diesem Profil ist wahrscheinlich nur ein Teil des Mittleren Rupeltons aufgeschlossen, da - neben dem Unteren Rupelton - möglicherweise auch ein Teil des Mittleren Rupeltons durch den Meereskalk ersetzt werden (2.3. Unterer Rupelton und 10. Paläogeographie). Die Bohrung ist durch starken Nachfall aus dem Oberen Rupelton gekennzeichnet. Erschwerend für die Gliederung sind auch die Probenabstände von 10 m. Es treten keine Charakterformen auf. Die Häufigkeitsformen sind zwar vorhanden, aber eine Gliederung ist bei diesem großen Probenabstand fast unmöglich. Nach GOLWER (1968) ist der Mittlere Rupelton in diesem Bereich etwa 34 m mächtig. Wahrscheinlich ist, daß FS B zusätzlich von Nachfall aus dem ORT überlagert und somit nicht erkannt wurde.

## 4. Oberer Rupelton

Der Obere Rupelton soll in dieser Arbeit nur kurz angesprochen werden. Für die Problemstellung war der liegende Teil, die Untergrenze des Oberen Rupeltons und der Übergang vom Mittleren zum Oberen Rupelton von Bedeutung. Hier werden die Bezeichnungen Oberer Rupelton 1 bis 3 (ORT 1 bis 3) verwendet, wobei ORT 1 dem hier relevanten Oberen Rupelton (untere Zone) nach DOEBL (1954) entspricht. ORT 2 ist danach äquivalent dem Oberen Rupelton (obere Zone) und mit ORT 3 ist die Übergangszone vom Oberen Rupelton zum Schleichsand nach DOEBL (1954) gemeint. Die Untersuchungen im Bereich des Oberen Rupeltons erheben demnach keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

#### 4.1. Mainzer Becken

Die Grenze vom Mittleren zum etwa 15 m mächtigen Oberen Rupelton ist deutlich, da nach dem faunenarmen Bereich des Fischschiefers jetzt wieder ein foraminiferenreicherer Bereich einsetzt. Einige der Arten, die schon im Mittleren und Unteren Rupelton als Durchläufer auftreten, sind auch hier nicht selten, so z.B. *Bolivina beyrichi*, *Nodosaria ewaldi*, *Hansenisca soldanii*. Andere Arten setzten erst mit dem Oberen Rupelton ein. Hier sind *Cibicides ungerianus*, *Rotaliatina offenbachensis*, *Quinqueloculina impressa*, *Vaginulopsis hauerina* und *Spiroplectinella carinata* (hauptsächlich Formen mit schmalem Kiel) zu nennen. Während *Spiroplectinella carinata* und *Cibicides ungerianus* in allen Horizonten des Oberen Rupeltons anzutreffen sind, allerdings in unterschiedlicher Häufigkeit, sind *Vaginulopsis hauerina* und *Rotaliatina offenbachensis* auf ORT 1 beschränkt. *Quinqueloculina impressa* scheint nur in ORT 1 und ORT 2 aufzutreten. Um genauere Aussagen hierzu machen zu können, müßte dieser Profilbereich näher untersucht werden. Im gesamten Oberen Rupelton des Mainzer Beckens ist eine artenreiche, großwüchsige Foraminiferenfauna anzutreffen.

Eine genauere Bearbeitung dieser Schichten wurde von DOEBL (1954) durchgeführt.

#### 4.2. Oberrheingraben

Im Oberrheingraben wird der Fischschiefer von den *Meletta*-Schichten überlagert, die eine Mächtigkeit von 150 m erreichen. Im liegenden Teil dieser Schichten tritt eine dem Oberen Rupelton vergleichbare Foraminiferenfauna auf. Darüber tritt nach DOEBL (1958, 1970) eine Fauna mit umgelagerten Kreide-Foraminiferen auf. In den untersuchten Profilen wurden in den *Meletta*-Schichten folgende Formen festgestellt: *Spiroplectinella carinata*, *Cibicides ungerianus*, *Quinqueloculina impressa*, *Vaginulopsis hauerina*, *Rotaliatina offenbachensis*, sowie die Durchläuferformen *Bolivina beyrichi*, *Hansenisca soldanii* und *Nodosaria ewaldi*.

#### 4.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke

Bei den Vergleichsprofilen aus Hessen wurde nur der Profilabschnitt Foraminiferenmergel und Fischschiefer ausgewertet. Nach GRAMANN (1960) kann man den Oberen Rupelton am Nordrand des Vogelsberges in einen unteren *ungerianus*-Horizont, einen nicht so deutlichen Übergangsbereich mit *Dentalina retrorsa* und einen überlagernden Uvigerinenhorizont gliedern. Das entspricht in groben Zügen der Gliederung im Mainzer Becken. RITZKOWSKI (1967) nennt als Charakterformen für den Oberen Rupelton im nördlichen Hessen *Spiroplectammina carinata attenuata* und *Cibicides ungerianus*. Beide Foraminiferen sind auch für den Oberen Rupelton im Mainzer Becken und Oberrheingraben typisch. Im untersuchten Profil Enka treten ebenfalls diese Foraminiferenarten auf.

#### 4.4. Vergleich des Oberen Rupeltons im Mainzer Becken, Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Hanau-Seligenstädter Senke

Für den Vergleich des Oberen Rupeltons sollen hier nur die direkten Grenzsichten vom Fischschiefer zum Oberen Rupelton herangezogen werden. Im Mainzer Becken und Oberrheingraben wurden in diesem Bereich die gleichen Foraminiferen gefunden (Abb.8), obwohl der Obere Rupelton im Oberrheingraben den *Meletta*-Schichten als einem umfas-



senderen und mächtigeren Schichtkomplex angehört. Nach GRAMANN (1960), GRAMANN (1966), RITZKOWSKI (1967) sind auch im Oberen Rupelton der Hessischen Senke die gleichen Foraminiferenarten wie im Mainzer Becken und Oberrheingraben vertreten.

Dies kann an einem Profil aus der Hanau-Seligenstädter Senke bestätigt werden. In diesem Profil aus einer Spülbohrung bei Karben wurden diese typischen Foraminiferen des Oberen Rupeltons gefunden. Unterlagert wird der Obere Rupelton hier von Rotliegendem, überlagert vom Schleichsand (10. Paläogeographie).

## 5. Leipziger Bucht und angrenzendes Tiefland

In der Leipziger Bucht wurden die mitteloligozänen Böhlen-Schichten untersucht. Es wurde versucht aufgrund der Foraminiferenfauna eine Korrelation zwischen den untersuchten Schichten des Mainzer Beckens, des Oberrheingraben und der Hessischen Senke mit den hier angetroffenen Schichten durchzuführen.

Weiterhin wurde ein Profil des Rupeliums aus dem Tagebau Amsdorf zum Vergleich herangezogen. Der Tagebau Amsdorf liegt in der Röblinger Braunkohlenmulde im nordwestlich angrenzenden Tiefland der Leipziger Bucht.

### 5.1. Tagebau Zwenkau (Anlagen 25 und 36)

Es wurden 34 Schlitzproben über je einen halben Meter genommen. Mit der Beprobung konnte wegen der Steilheit des Geländes erst etwa 1 m oberhalb der Kohle begonnen werden. Im Top wurde leider nicht der Phosphoritknollenhorizont erreicht, da hier die Aufschlußwand von einer befahrbaren Sohle mit aufgeschüttetem Material unterbrochen wird. Der Phosphoritknollenhorizont, ein Leithorizont, der im Profil Cospuden etwa in der Mitte aufgeschlossen ist, liegt etwa 1 m im Hangenden des aufgenommenen Profils Zwenkau. Die stratigraphische Einhängung des letzteren Profils ist aus diesen Gründen nur ungefähr möglich. Aufgrund von Literaturdaten (MÜLLER 1983) wurde keine Entkalkung dieses Basisbereichs erwartet (1.3. Untersuchungsmaterial und Methodik). Leider ist der Profilabschnitt an dieser Lokalität aber doch entkalkt, und es treten nur verkieselte Reste auf. Die Fossilreste sind zudem oft stark angelöst und daher kaum bestimmbar. Die Entkalkung ist sekundär, denn nach MÜLLER (1983) sind im Tagebau Zwenkau auch Profile im gleichen stratigraphischen Niveau nachgewiesen, in denen der ursprüngliche Kalkgehalt erhalten geblieben ist und die eine vollmarine Fauna zeigen. Die Entkalkung findet nach BELLMAN, PILOT & RÖSLER (1977) durch die Lösung der Karbonatanteile mit CO<sub>2</sub>-haltigen Wässern im Hangenden der Kohleflöze in Beckenrandlage statt. Die für den Hangendbereich von Kohlen typischen Humussäuren sollen dann zur lokalen Ausfällung von Karbonat und damit zur Bildung von Karbonatkonkretionen auf Kosten des Karbonatgehaltes der umgebenden Schichten führen.

Nach MÜLLER (1983) liegt der Bereich Zwenkau in der Zone der tiefsten Absenkung und die Sedimentationsabfolge ist hier am vollständigsten entwickelt. Die Sedimentologie des Profils Zwenkau (Abb.15) zeigt eine coarsening upwards -Tendenz, die typisch für eine Verflachung des Sedimentationsraums ist. Sobald der Feinsand in Mittelsand übergeht und der Siltanteil sinkt, ab Probe 20, sinkt auch rapide der Glaukonit- und Gipsgehalt.

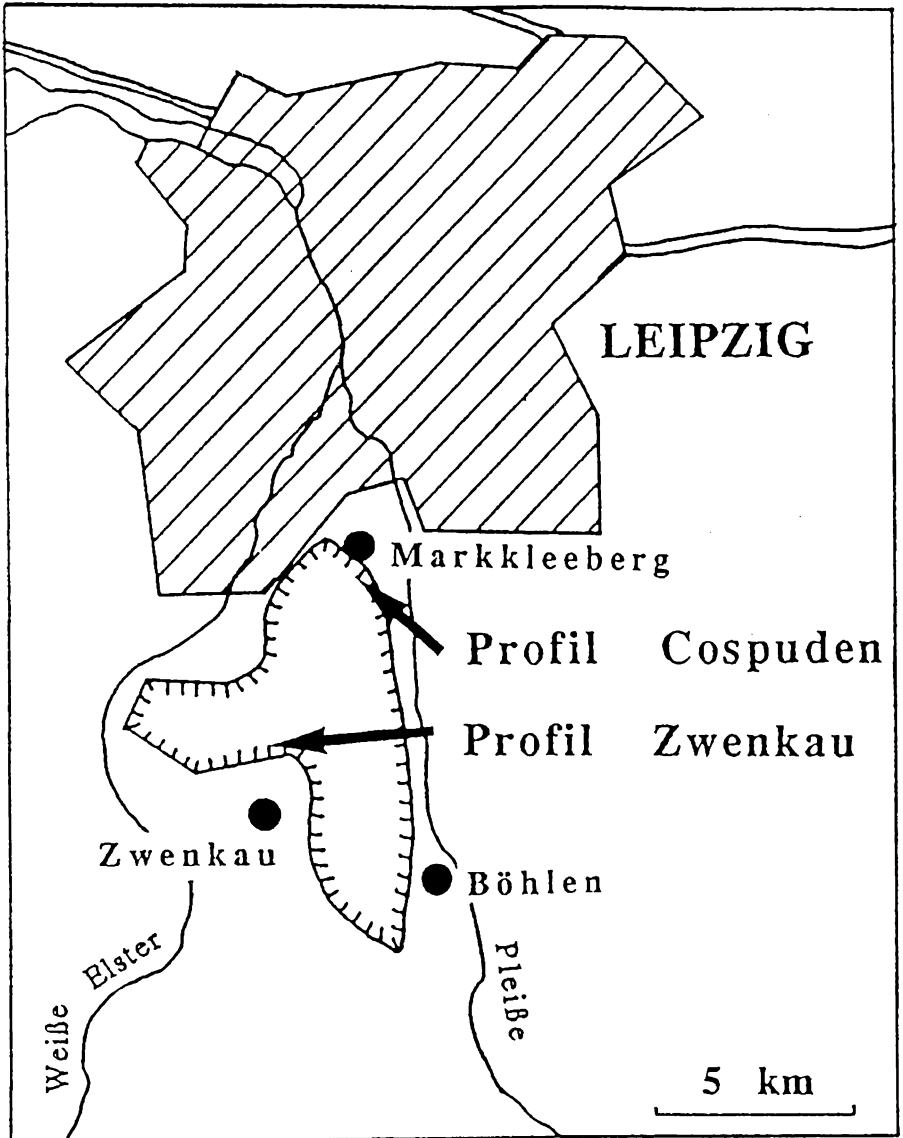


Abb. 14: Lage der Profile Cospuden und Zwenkau in den Tagebauen südlich von Leipzig

Da keine stratigraphisch verwertbare Foraminiferenfauna angetroffen wurde, konnte eine Untergliederung des Profils nicht durch Zonen- oder Häufigkeitsformen stattfinden. Das Artenzahlprofil läßt ebenfalls keine Aussage zu.

## 5.2. Tagebau Cospuden (Anlagen 26 und 36)

Im Tagebau Cospuden (Abb.16) wurden die Böhlen-Schichten im Hangenden des Böhleiner Oberflözes (Borna-Schichten) bis ins Pleistozän beprobt. Im Tagebau wurden 90

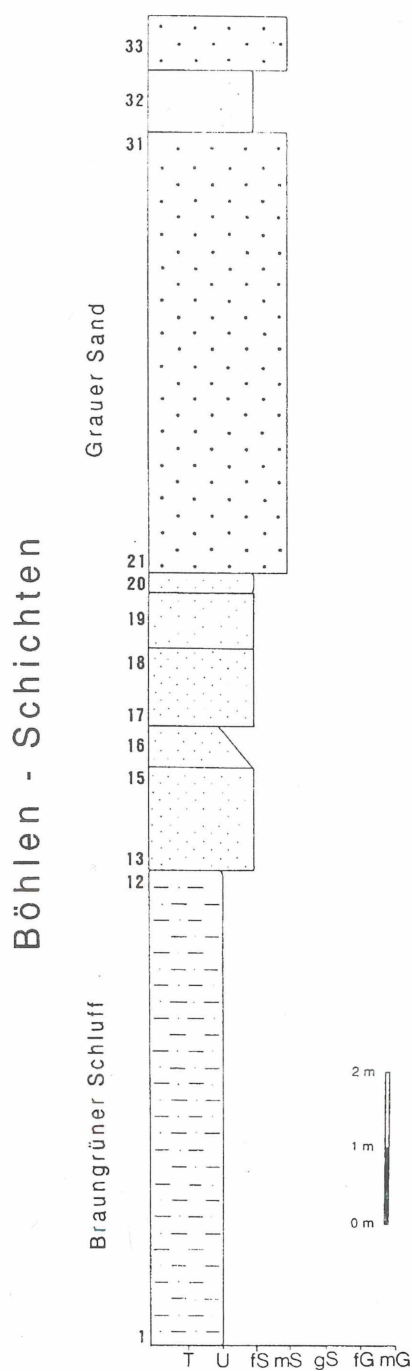


Abb. 15: Profil der Böhlen-Schichten im Tagebau Zwenkau, Probennummern links neben dem Profil.

Schlitzproben über je einen halben Meter oder für jede Einzelschicht genommen. Im unteren Teil erfolgte zunächst eine dichtere Beprobung, aber die große Mächtigkeit der einzelnen Schichten führte dann zu größeren Probenabschnitten. Lithologisch handelt es sich zumeist um Fein- oder Mittelsande. Charakteristische Horizonte sind neben dem Oberflöz, der Phosphoritknollenhorizont und eine Kalkbank. Dadurch ist eine optimale Einhängung des Profils möglich. Von der Basis bis zum Phosphoritknollenhorizont fehlen durch Entkalkung sämtliche kalkigen Fossilreste. Die meisten kalkigen Reste sind im Bereich zwischen Phosphoritknollenhorizont und Kalkbank zu finden. Die hier angetroffenen Foraminiferen sind weitgehend bestimmbar.

Im Tagebau Cospuden treten einige Arten auf, die auch für den Fischechiefer im Mainzer Becken typisch sind, wie z.B. *Bolivina beyrichi* und *Hansenisca soldanii*. Von der Kalkbank bis zur Probe 81 (Abb.16) ist eine andere Fauna entwickelt. Ein besonders krasser Faunenschnitt zeigt sich ab Probe 81 bis zum Top, hierbei handelt es sich wohl nicht mehr um eine autochthone oligozäne Fauna, sondern um umgelagertes Tertiär im Übergang zu den quartären Deckschichten.

Der nicht entkalkte Bereich, zwischen Phosphoritknollenhorizont und Probe 81 (Abb.16), läßt sich mit Hilfe der Artenzahl und den Häufigkeitsformen *Bolivina beyrichi* und *Nodosaria ewaldi* gliedern. FS 1 erreicht danach eine Mindestmächtigkeit von 4 m, wenn man die Grenze Unterer / Mittlerer Rupelton gleich der Grenze zwischen dem entkalkten und dem nicht entkalkten Bereich (Phosphoritknollenhorizont) setzt. FS 1 ist durch den Anstieg der Foraminiferenarten gekennzeichnet. FS 2 ist 4,5 m mächtig und durch die Häufigkeitsformen abzutrennen. Der 2,5 m mächtige FS 3 zeigt wieder weniger Foraminiferenarten. Noch weniger Fauna enthält der 4 m mächtige FS 4. In FS 5, der 2 m mächtig ist, steigen die Artenzahlen wieder. In FS 6 mit ebenfalls 4 m Mächtigkeit sinken sie aber dann wieder. Die Gesamtartenzahl beträgt 18.

### 5.3. Tagebau Amsdorf (Anlagen 25 und 36)

In diesem Tagebau wurden vom Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt im Rupelton Proben aus bestimmten Horizonten genommen, so daß ein nicht ganz durchgehendes Profil vorlag (Anhang: Bohr - und Geländeprofile). In diesem Profil konnte die Dreiteilung des Rupeltons in den Unteren, Mittleren und Oberen Rupelton durchgeführt werden. In der Probe 9 tritt eine Foraminiferenfauna auf, die dem Unteren Rupelton, genauer dem FM 2, aus dem Oberrheingraben und dem Mainzer Becken entspricht. Hier treten die Charakterformen *Spiroplectinella carinata*, *Heterolepa dutemplei*, *Ammodiscus incertus* und *Karrieriella chilostoma* auf. Darüber folgt ein sehr faunenarmer Bereich, in dem hauptsächlich Mikro- und Megaskleren auftreten und einmal ein sogenanntes „Fischei“ (7.2.8. Pisces-Reste). In Probe 21 ist dann eine Fauna mit *Spiroplectinella carinata* anzutreffen, die dem Oberen Rupelton im Mainzer Becken und Oberrheingraben entspricht. Der mittlere extrem faunenarme Bereich entspricht demnach wahrscheinlich dem Fischechiefer im Mainzer Becken und Oberrheingraben.

Im Profil Amsdorf scheint, wie im Mainzer Becken und in Teilen der Hessischen Senke, der Foraminiferenmergel 3 zu fehlen, zumindest gibt es keinen Beleg für sein Vorhandensein (10. Paläogeographie).

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

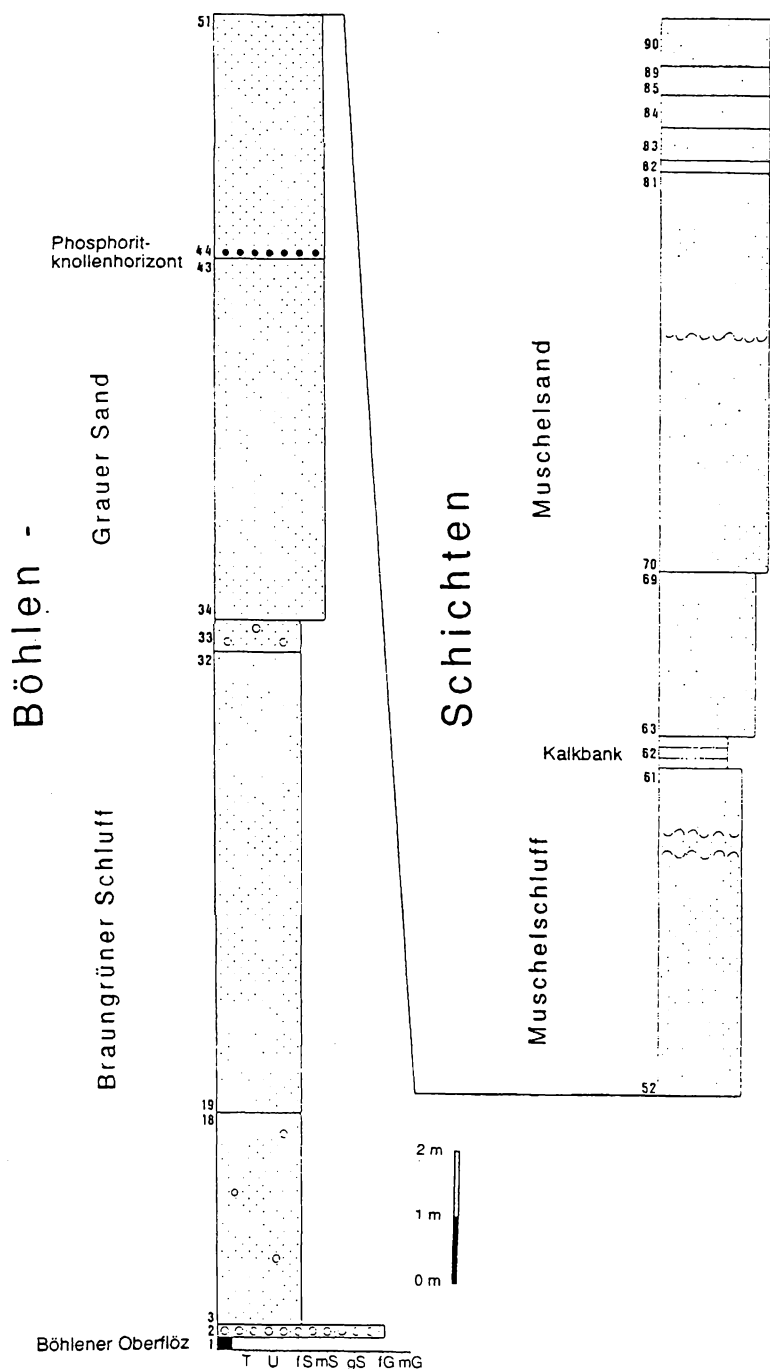


Abb. 16: Profil der Böhlen-Schichten im Tagebau Cospuden, Probennummern links neben dem Profil.

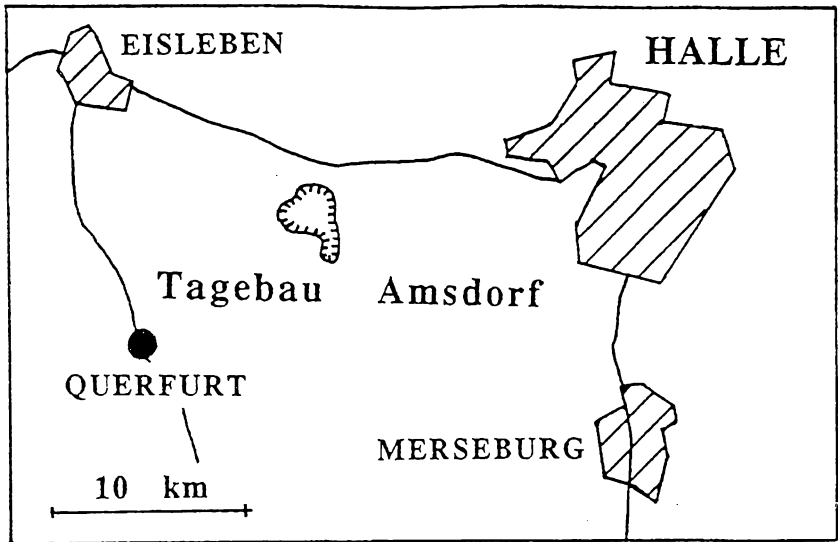


Abb. 17: Lage des Profils Amsdorf.

Nach SPIEGLER (mündliche Mitteilung 1993) liegt die Grenze zwischen Rupel 2 und 3 des Nordseegebietes anhand der Bolboformen zwischen Probe 7 und 8 (Anhang: Bohr- und Geländeprofile).

Auffallend ist, daß in dem besonders faunenarmen Bereich extrem viel Gips auftritt. Wahrscheinlich haben sich hier die Fossilreste durch die bei der langsamen Oxidation von Eisensulfid (Pyrit) unter Anwesenheit von Sauerstoff entstehenden Schwefelverbindungen während der Lagerung zwischen Profilnahme und Probenbearbeitung in Gips umgewandelt (SCHNITKER, MAYER & NORTON 1980, siehe auch 1.3. Untersuchungsmaterial und Methodik).

## 6. Vergleich des Rupeltons im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht

Wie auch in den vorangegangenen Kapiteln wird hier die Schichtenfolge im Mainzer Becken zu Grunde gelegt.

Im Unteren Rupelton läßt sich die Schichtenfolge des Mainzer Beckens nur teilweise auf den Oberrheingraben übertragen, da im Mainzer Becken der Foraminiferenmergel 3 (FM 3) weitgehend fehlt, während im Oberrheingraben Foraminiferenmergel 2 (FM 2) und Foraminiferenmergel 3 (FM 3) vorhanden sind. Weil der FM 3-Hiatus im Mainzer Becken erst in der vorliegenden Arbeit erkannt wurde, war es bisher auch nicht möglich die Schichtenfolge des Rupeltons in beiden Gebieten zu korrelieren.

Die Gliederung des Foraminiferenmergels in FM 2 und FM 3 wurde indirekt auch schon von DOEBL ET AL. (1976) und WEISS (1988) durchgeführt (Abb.18). Eine weitere Unterteilung des FM 3, wie sie von DOEBL ET AL. (1976) durchgeführt wurde, konnte an den Bohrungen des Oberrheingrabens nicht nachvollzogen werden, da bei den Bohrungen

die Probenabstände zu groß sind. Diese Untergliederung ist wahrscheinlich nur im Aufschluß bei einem sehr geringen Probenabstand möglich.

Ob es sich bei der untersten Lage des Foraminiferenmergels nach SPANDEL (1909), BARBIER (1938) und WEBER (1951) um eine faunenarme untere Zone des Foraminiferenmergels handelt, die möglicherweise nur lokal ausgeprägt ist oder schon um Mittlere Pechelbronn-Schichten, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht festgestellt werden (Abb.18). Diese Zone wird hier als FM 1 bezeichnet. Ein Hinweis darauf, daß es sich nur um eine lokale Ausbildung handelt, ist die Tatsache, daß der Horizont FM 1 z.B. im von THURSCH (1956) untersuchten Profil bei Ingelheim auftritt, einem der wenigen Orte, an denen im Mainzer Becken auch der ebenfalls nur lokal ausgebildete Horizont FM 3 zu finden ist. In diesem Gebiet haben besondere paläogeographische Bedingungen geherrscht (10. Paläogeographie), nach SONNE (1970) war hier ein prätertiäres Tal ausgeprägt. Bei dem von THURSCH (1956) in den Foraminiferenmergel gestellten Ostrakodenhorizont, handelt es sich jedoch um Mittlere Pechelbronn-Schichten.

In der Hessischen Senke ist der FM 3 nur gelegentlich anzutreffen. Nach Auswertung der in RITZKOWSKI (1965) angeführten Profile, tritt der FM 3 im nördlichen Hessen manchmal auf. In der untersuchten Bohrung Steinertfeld wurde der FM 3 ebenfalls gefunden.

Die Korrelation mit dem Nordseebecken (Abb.19) ist schwierig, hier scheinen aber FM 2 und FM 3 vorhanden zu sein, wenn auch anders ausgebildet als im Oberrheingraben. SPIEGLER (1965) korreliert, in ihrer allgemeinen Gliederung für das nördliche Deutschland, den Unteren Rupelton im Mainzer Becken mit Rupel 1 und Rupel 2 (entspricht einem Teil der oberen *angiporides* -Zone nach planktonischen Foraminiferen, SPIEGLER 1986). Der von HAUSMANN (1963), KIESEL (1962) und SPIEGLER (1965) beschriebene Bolivinen-Horizont tritt weder im Mainzer Becken noch im Oberrheingraben im FM 3 auf, entspricht diesem aber wahrscheinlich nach der Einstufung der liegenden (FM 2) und hangenden Bereiche (Fischschiefer). Zudem tritt *Bolivina beyrichi* in allen Horizonten des Rupeliums und darüber hinaus (Obereozän bis Untermiozän in Europa, MEHRNUSCH 1989) gelegentlich in unterschiedlichen Häufigkeiten der einzelnen Lokalitäten auf und besitzt deshalb keinen Leitwert als Zonenfossil. Die Untergliederung des Unteren Foraminiferenmergels ist nur in der Hessischen Senke, aber nicht im Nordseebecken nachvollziehbar. Das mikrofossilarme Rupel 1 nach SPIEGLER (1965) könnte FM 1 entsprechen, FM 2 und FM 3 würden dann Rupel 2 gleichgesetzt werden (Abb.19). Ob aber die Grenze Foraminiferenmergel / Fischschiefer identisch mit der Grenze Rupel 2 und Rupel 3 ist, ist fraglich, da der Fischschiefer immer als faunenarm angesehen und vernachlässigt wurde. Möglicherweise ist ein Teil des Rupel 2 noch zu FS A zu stellen.

KIESEL (1962) kann für das Dobbertin die Dreiteilung des Rupeltons im Mainzer Becken nicht nachvollziehen. Sie korreliert ihre Horizonte I, II und III mit dem Unteren Rupelton des Mainzer Beckens (Abb.19).

Der Foraminiferenmergel läßt sich in den Profilen der Leipziger Bucht nicht erkennen, möglicherweise fällt er in den entkalkten Bereich der Profile. Nur im Profil Amsdorf kann man einen Bereich finden, der dem Foraminiferenmergel 2 im Oberrheingraben und Mainzer Becken entspricht. Wahrscheinlich fehlt hier der FM 3.

Der Fischschiefer kann im Oberrheingraben nach dem Vorbild des Mainzer Beckens gegliedert werden, wenn die untersuchten Profile bestimmte Voraussetzungen erfüllen.

| Mainzer Becken                                                             |  | Obertheingraben                    |  | Mainzer Becken                                           |  | Obertheingraben                                                                                 |  | Obertheingraben                 |  | Mainzer Becken         |  |
|----------------------------------------------------------------------------|--|------------------------------------|--|----------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------|--|------------------------|--|
| SPANDEL 1909                                                               |  | Pechelbronn<br>BARBIER 1938        |  | Wiesloch<br>WEBER 1951                                   |  | Bremmelbach<br>DOEBL et al. 1976                                                                |  | Wiesloch<br>SITTLER et al. 1985 |  | Wiesloch<br>WEISS 1988 |  |
| obere Lage:<br>Kleinwüchsige<br>Foram.-Fauna                               |  | keine<br>Foraminiferen             |  | mit einzelnen<br>Milioliden                              |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
| mittlere Lage:<br>Dentalinen,<br>Sandschaler,<br>Uvigerina,<br>Spiroplecta |  | Foraminiferen                      |  | oberer<br>Cyclammina -<br>Horizont<br>C. exigua          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
| untere Lage:<br>Spiroplecta, Rotulita,<br>Truncatula,<br>Rhabdammina       |  | keine<br>Foraminiferen             |  | Ostrakoden-<br>Horizont                                  |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
| Bolivina                                                                   |  | Zone à<br>Virgalina<br>schreibersi |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
| Cyclammina                                                                 |  |                                    |  | mittlerer<br>Cyclammina -<br>Horizont<br>C. acutidorsata |  | Nodosaria ewaldi,<br>Bolivina beyrichi,<br>Cyclammina placenta<br>exigua,<br>Cyclodina soldanii |  |                                 |  |                        |  |
| Rhabdammina<br>annulata =<br>Bathysiphon                                   |  | Zone à<br>Bolivina beyrichi        |  | Fischschiefer                                            |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |
|                                                                            |  |                                    |  |                                                          |  |                                                                                                 |  |                                 |  |                        |  |



Hier fallen die schon in der Einleitung genannten Probleme ins Gewicht. Die Profile dürfen also vor allem nicht verunreinigt sein und müssen einen geringen Probenabstand haben. Da der Fischechiefer im Oberrheingraben aber teilweise extrem faunenarm ist, wurde er oft nicht weiter untersucht (Abb.19). In einigen Gebieten des Oberrheingrabens zeigt sich auch eine besondere Ausbildung des Fischechiefers. So kann zwar die „Zone *Bolivina beyrichi*“ nach BARBIER (1938) in Pechelbronn mit dem FS A gleichgesetzt werden, aber seine „Zone *Virgulina schreibersi*“ ist sonst nie angetroffen worden (Abb.18). Wahrscheinlich ist auch der im Oberrheingraben nur sehr geringmächtige FS A oft noch zum Foraminiferenmergel gezählt worden, so daß dem Fischechiefer nur noch der faunenarme FS B zugerechnet wurde.

In der Hessischen Senke konnte die Gliederung des Fischechiefers im Mainzer Becken nicht nur am vorliegenden Probenmaterial bestätigt werden, sondern auch durch die Daten von RITZKOWSKI (1965). Er teilt den Mittleren Rupelton in eine „untere foraminiferenreiche“ und eine „obere foraminiferenarme Zone“ entsprechend FS A und FS B. Eine weitere Untergliederung wurde von RITZKOWSKI (1965) nicht durchgeführt, die von ihm genannten Charakter- und Häufigkeitsformen sind aber durchaus mit denen aus dem Mainzer Becken und Oberrheingraben vergleichbar (Abb.19). RITZKOWSKI (1965, 1967) selbst ordnet den Mittleren Rupelton in Hessen dem Rupel 3, sowie Teile noch dem Rupel 2 nach SPIEGLER (1965) zu. Der Rest von Rupel 2 und Rupel 1 nach SPIEGLER (1965) entsprechen dann nach RITZKOWSKI (1965) dem Unteren Rupelton. Auch GRAMANN (1960) korreliert seine Ergebnisse für den Nordrand des Vogelsberges vollständig mit den Schichten des Mainzer Beckens.

Im Nordseebecken wurde der Fischechiefer als Rupel 3 und als mikrofaunenarm bezeichnet (SPIEGLER 1965, GRAMANN 1986). In wie weit noch Rupel 2 in den Fischechiefer mit hinein gehört, ist unklar.

Die von HAUSMANN (1965) im Gebiet von Magdeburg und Dessau durchgeführte Gliederung läßt sich nur schwerlich einhängen, die von ihm angegebene Unterteilung in „Sandschaler-“ und „Kalkschalerzonen“ läßt sich kaum übertragen. HAUSMANN (1965) hält einen Vergleich des Raumes Magdeburg - Dessau mit dem Rupelton des Mainzer Beckens für nur sehr bedingt möglich. Er versucht seine „Untere Kalkschalerzone“ dem Unteren Rupelton und die „Sandschalerzone“ dem Mittleren Rupelton im Mainzer Becken zu zuordnen (Abb.19).

Da KIESEL (1962) die Dreiteilung des Rupeltons im Mainzer Becken nicht auf den Bereich Dobbartin übertragen konnte, gliedert sie das Rupelium dort neu, ordnet aber ihren Horizont IV dem Mittleren Rupelton zu. Wahrscheinlich kann man dem Fischechiefer im Mainzer Becken aber noch Teile des Horizontes III nach KIESEL (1962) und nur Teile des Horizontes IV zuordnen (Abb.19), denn die Bolivinienschichten mit *Bolivina beyrichi* sind im Dobbartin schon in den Horizonten II und III zu finden, wobei die Bolivinenlage im Horizont III möglicherweise FS 2 entspricht. Allerdings kommen andere im Mainzer Becken typische Foraminiferen des Foraminiferenmergels im Dobbartin im Horizont III nach KIESEL (1962) vor. Ein direkter Vergleich beider Gebiete ist wahrscheinlich nicht möglich.

Die Einordnung von Rupel 3 und Teilen des Rupel 2 (nach SPIEGLER 1965) in den Mittleren Rupelton in MEHRNUSCH (1993, Abb.4) ist nach Auskunft des Autors ein Druckfehler, stattdessen soll Rupel 3 dem Mittleren Rupelton entsprechen.

|                                    |                                                                                                                        |                                                                                              |                                        |                                                          |                                                                            |                                                                               |
|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Oberhellinggraben                  | Hess. Senke<br>RITZKOWSKI 1965                                                                                         | N-Rand<br>Vogelsberg<br>GRAMANN 1960                                                         | Magdeburg -<br>Dessau<br>HAUSMANN 1965 | Dobbertin<br>KIESEL 1962                                 | Norddeutsch-<br>land<br>SIEGLER 1965                                       | Mainzer Becken<br>GRIMM 1991, 1993<br>und diese Arbeit                        |
| Meletta-<br>Schichten              | Oberer<br>Rupelton                                                                                                     | Oberer<br>Rupelton                                                                           | Obere<br>Kalkschaler-<br>zone          | VI<br>V<br>IV                                            | Rupel 4                                                                    | Oberer<br>Rupelton                                                            |
|                                    | <i>Spiroplectammia<br/>carinata<br/>attenuata</i>                                                                      | <i>Spiroplectammia<br/>carinata<br/>attenuata</i>                                            |                                        |                                                          |                                                                            |                                                                               |
| Fischschiefer                      | MRT                                                                                                                    | Mittlerer<br>Rupelton<br>(luckenhaftes<br>Profil)                                            | Sandschaler-<br>zone                   | Verarmungs-<br>zone                                      | Rupel 3<br>mikrofaunen-<br>arm                                             | FS 6<br>FS 5<br>FS 4<br>FS 3<br>FS 2<br><i>Nodosaria<br/>Bolivina</i><br>FS 1 |
|                                    | foraminiferen-<br>arm<br>reich<br><i>Bolivina beyrichi</i> ,<br><i>Nodosaria ewaldi</i> ,<br><i>Turritina alsatica</i> | <i>Bolivina beyrichi</i> ,<br><i>Nodosaria ewaldi</i> ,<br><i>Turritina alsatica</i>         | <i>Turritina alsatica</i>              | <i>Cyclonema paxtoni</i> ,<br><i>Bolivina beyrichi</i>   | <i>Bathysiphon</i> , <i>Cyclonema</i> ,<br><i>Spiroplectammia carinata</i> |                                                                               |
| Oberer<br>Foraminiferen<br>mergel  | Rupelton                                                                                                               |                                                                                              | Bolivinen-<br>Horizont                 | III                                                      | Rupel 2                                                                    | FM 3                                                                          |
|                                    |                                                                                                                        |                                                                                              | <i>Bolivina beyrichi</i>               | <i>Turritina alsatica</i> ,<br><i>Bolivina beyrichi</i>  | <i>Bolivina beyrichi</i>                                                   |                                                                               |
|                                    |                                                                                                                        |                                                                                              | Alabaminia -<br>Horizont               | II                                                       |                                                                            | FM 2                                                                          |
|                                    |                                                                                                                        |                                                                                              | <i>Alabaminia penita</i>               | <i>Cibicides dutemplei</i>                               |                                                                            | <i>Spiroplectammia carinata</i> ,<br><i>Cibicides dutemplei</i>               |
| Unterer<br>Foraminiferen<br>mergel | Unterer<br>Rupelton                                                                                                    | Unterer<br>Rupelton                                                                          | Globigerinen-<br>Horizont              | I                                                        | Rupel 1<br>mikrofaunen-<br>arm                                             | FM 1                                                                          |
|                                    | <i>Spiroplectammia carinata</i> ,<br><i>Cibicides dutemplei</i>                                                        | <i>Spiroplectammia carinata</i> ,<br><i>Cibicides dutemplei</i> ,<br><i>Cyclonema arduum</i> | Angulogenerinen-<br>Horizont           | <i>Bolivina beyrichi</i> ,<br><i>Cibicides dutemplei</i> |                                                                            |                                                                               |
| O. Pechelbron-Sch.                 |                                                                                                                        |                                                                                              |                                        | <i>Turritina alsatica</i>                                |                                                                            |                                                                               |

Abb. 19: Gliederung des Rupeltons im Mainzer Becken, Oberrheingraben, der Hessischen Senke und im Nordseebecken nach Literaturdaten. Schraffierte Felder zeigen einen Hiatus an, leere Felder belegen die nicht untersuchten Bereiche.

In der Leipziger Bucht kann man den nicht entkalkten Bereich des Profils Cospuden mit dem Fischechiefer korrelieren. Die im Mainzer Becken aufgestellte Artenzahlgliederung lässt sich auch für dieses Profil anwenden. Die charakteristischen Foraminiferen treten leider nicht auf, aber die Massenvorkommen unterstützten z.T. die Gliederung. Die Profile Zwenkau und Amsdorf lassen sich nicht einhängen, da Zwenkau weitgehend entkalkt und Amsdorf in dem Fischechiefer -äquivalenten Bereich extrem faunenarm ist.

Dem Oberen Rupelton im Mainzer Becken entsprechen z.T. die *Meletta*-Schichten im Oberheingraben. Diese Schichten gehören einem übergeordneten Schichtenkomplex (= Graue Schichtenfolge) an. Die angeführten Gliederungen der dem Oberen Rupelton äquivalenten Schichten aus dem Oberrheingraben (BARBIER 1938, WEBER 1951) sind nicht mit der Gliederung des Mainzer Beckens nach SPANDEL (1909) korrelierbar.

Der Obere Rupelton in der Hessischen Senke und am Nordrand des Vogelsberges entspricht nach Literaturdaten (RITZKOWSKI 1965, 1967; GRAMANN 1960) dem Oberen Rupelton des Mainzer Beckens.

Im Nordseebecken wird dem Oberen Rupelton (Abb.19) Rupel 4 zugeordnet (SPIEGLER 1965). Die Fauna ist kaum mit der des Oberen Rupeltons im Mainzer Becken vergleichbar. Genausowenig lassen sich die entsprechenden Einteilungen von HAUSMANN (1965) für das Gebiet von Magdeburg und Dessau und von KIESEL (1962) für das Dobbertin korrelieren. KIESEL (1962) korreliert ihren Horizont V mit dem tieferen Oberen Rupelton des Mainzer Beckens und den Horizont VI mit der oberen Lage des Oberen Rupeltons (nach SPANDEL 1909; Abb.19).

In der Leipziger Bucht wurde in den Profilen Cospuden und Zwenkau der hier angesprochene stratigraphische Bereich nicht untersucht. Im Profil Amsdorf tritt im oberen Teil eine, wenn auch artenarme, Fauna auf, die dem Oberen Rupelton im Mainzer Becken gleichzusetzen ist.

Die Korrelation des Rupeltons vom Mainzer Becken über den Oberrheingraben und die Hessische Senke ist in den meisten Fällen gut durchführbar (10. Paläogeographie). Beim Übergang in das Nordseebecken treten allerdings Schwierigkeiten auf. Hier lassen sich nur bestimmte Bereiche korrelieren. Für das Profil Amsdorf bei Halle ist zwar die Einteilung in Unteren, Mittleren und Oberen Rupelton möglich, eine genauere Untergliederung aber nicht. Von den Profilen der Leipziger Bucht lässt sich zwar ein Teil des Profils Cospuden in den Fischechiefer einhängen und auch weiter untergliedern. Diese Untergliederung sollte aber noch durch weitere Untersuchungen untermauert werden. Dies könnte eventuell über andere Organismen (Plankton; Mollusken) und andere Profile gelingen, da der liegende Bereich des Profils Cospuden durch seine Entkalkung und der hangende Bereich durch seine quartäre Umlagerung der Bearbeitung von Foraminiferen entzogen ist.

Die Korrelation der aufgrund der Foraminiferenfauna gewonnenen stratigraphischen Ergebnisse mit der internationalen Nannoplanktongliederung nach MARTINI (1971) ist relativ schwierig, da kalkiges Nannoplankton in bestimmten Lagen des Rupeliums nicht vorkommt (MÜLLER 1971, MARTINI 1982). Durch MÜLLER (1971) wurde der FS A in Hessen und im Mainzer Becken, sowie alle weiteren Vorkommen des Fischechiefers in die Nannoplanktonzone NP 23 gestuft. Das erste häufige Auftreten von *Cibicides ungerianus* in der Bohrung Kaiser-Friedrich-Quelle in Offenbach bei 67,4 m wird von MÜLLER (1971) als tiefste Lage der Zone NP 24 genannt. Dieser Bereich wird von VOLK (1956) fälschlich

noch zum Mittleren Rupelton gerechnet, gehört tatsächlich aber schon zum Oberen Rupelton oder es handelt sich um einen stark durch Nachfall verunreinigten Bereich des FS B, da *Cibicides ungerianus* nicht im Fischeischiefer, sondern erst im Oberen Rupelton auftritt. Die Grenze der Zonen NP 23 / NP 24 liegt daher nicht, wie bisher angenommen an der Grenze FS A / FS B (MARTINI 1982), sondern eher im Grenzbereich Fischeischiefer / Oberer Rupelton.

## 7. Paläontologie

### 7.1. Foraminiferen

In den untersuchten Bohrungen und Profilen tritt eine meist artenarme, aber zum Teil individuenreiche Foraminiferenfauna auf. Das Auftreten der Foraminiferen pro Schicht, sowie deren Häufigkeit ist in den Faunentabellen im Anhang festgehalten.

Einige Formen scheinen bestimmte Bereiche zu charakterisieren, treten aber bei genaueren Untersuchungen nur in 2-3 Profilen auf, und dann teilweise auch noch sehr selten. So z. B. verschiedene Buliminiden im Fischeischiefer 1. Im Fischeischiefer A sind auch Kümmerformen von *Eponides* sp. und *Rosalina* sp. anzutreffen, aber nur in sehr mikrofaunenreichen Profilen, wie in der Wonsheimer Bucht oder im Bereich Bodenheim.

*Stainforthia* sp. tritt nur im Fischeischiefer 3 auf, allerdings auch nur in einer Bohrung. Dieses einmalige Auftreten läßt sich nicht für stratigraphische Gliederungen benutzen.

Die systematische Einordnung der Foraminiferen erfolgte nach LOEBLICH & TAPPAN (1988).

Beschrieben werden nur Formen, die für die stratigraphische Gliederung im Mainzer Becken und Oberrheingraben wichtig sind, oder Neufunde aus dem Leipziger Oligozän (Profil Cospuden). Im Profil Zwenkau (Leipziger Bucht) treten nur sehr wenige Foraminiferen auf, und diese sind nur als silifizierte Steinkerne erhalten und daher nicht bestimmbar (Taf.4, Fig.6).

Die Synonymie wird nur dann aufgeführt, wenn die Form hier beschrieben wird, die weitere Synonymie ist sonst bei den genannten Autoren nachzulesen. Bei den Maßen handelt es sich um Mittelwerte der Meßwerte (meist zwischen 15 und 30 Individuen, 1.3. Untersuchungsmaterial und Methodik).

Die stratigraphische Reichweite wurde nur für den untersuchten stratigraphischen Bereich aufgelistet, also für den Bereich des Oberen Rupeltons, des Fischeischiefers und des Foraminiferenmergels. Der obere Teil des Oberen Rupeltons, hier als Oberer Rupelton 2 und 3 bezeichnet, wurde nicht mehr untersucht. Es handelt sich hierbei um die Bereiche, die von DOEBL (1954) als obere Zone des oberen Rupeltons und Übergangszone vom Rupelton zum Schleichsand bezeichnet werden. Ebenso wurde der unterste Teil des Foraminiferenmergels (FM 1) nicht mehr untersucht. Diese Zone ist vergleichbar mit der unteren Lage des Unterer Rupelton von SPANDEL (1909).

Für den Bereich des Profils Cospuden wurde kein stratigraphischer Bereich angeführt, da nach der bestehenden stratigraphischen Einordnung in diesem Bereich alle hier auftretenden Proben aus dem Muschelschluff und Muschelsand der Böhlen-Schichten stammen.

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

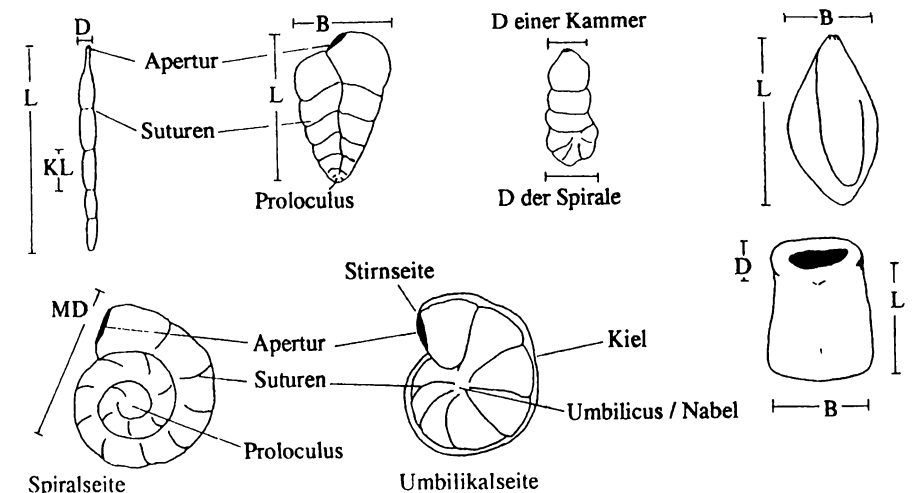


Abb. 20: Schemazeichnungen zur Beschreibung der Foraminiferen: L = Länge; B = Breite; D = Durchmesser; MD = Mittlerer Durchmesser; Apertur = Mündung; Proloculus = Embryonalkammer; Umbilikalseite = Nabelseite; KL = Kammerlänge.

## ORDNUNG FORAMINIFERIDA EICHWALD, 1830

### UNTERORDNUNG TEXTULARIINA DELAGE & HÉROUARD, 1896

#### Überfamilie ASTRORHIZACEA BRADY, 1881

#### Familie ASTRORHIZIDAE BRADY, 1881

#### Unterfamilie VANKOEFFENELLINAE SAIDOVA, 1981

#### *Bathysiphon* SARS, 1872

#### *Bathysiphon taurinensis* SACCO, 1893

(Taf. 2, Fig. 10)

? 1890 *Rhabdammina annulata* n.sp. - ANDREAE: 114, Fig. 5.

\* 1893 *BATHYSIPHON TAURINENSIS* Sacc.- SACCO: 168, Fig. 2.

• 1962 *Bathysiphon taurinensis*.- DOEBL & MALZ: 388, Taf. 56, Fig. 13.

L.: 6,8-22,2 mm B.: 3,2-14,0 mm H.: 2,8-7,2 mm.

**Beschreibung:** Es handelt sich hierbei um eine große gerade, meist flachgedrückte Röhre mit dicker Kammerwand. Diese besteht aus feinkörnigem Material, das mit weißlichem Zement verfestigt ist. Es treten fast immer nur Bruchstücke auf. Der primär hohle Innenteil ist immer mit Sediment verfüllt, die Außenwand ist häufig bräunlich verfärbt.

**Bemerkung:** Wahrscheinlich handelt es sich bei *Rhabdammina annulata* ANDREAE, 1890 ebenfalls um *Bathysiphon taurinensis*.

**Vorkommen:** SPANDEL (1909) erwähnt *Rhabdammina (Bathysiphon) annulata* für den Oberen und Mittleren Rupelton. *Bathysiphon taurinensis* ist aus dem Oligozän des Rheingraben und Mainzer Becken bekannt und tritt in den untersuchten Bohrungen im

gesamten Fischschiefer und im FM 3 auf, gelegentlich auch im FM 2. Besonders häufig ist er im FS B anzutreffen.

Überfamilie AMMODISCACEA REUSS, 1862

Familie AMMODISCIDAE REUSS, 1862

Unterfamilie AMMODISCINAE REUSS, 1862

*Ammodiscus* REUSS, 1862

*Ammodiscus incertus* (D'ORBIGNY, 1839)

(Taf. 2, Fig. 2 und Taf. 5, Fig. 1 - 3)

- \* 1839 *OPERCULINA INCERTA*, d'Orb.-D'ORBIGNY: 49, Taf.6, Fig.16-17.
- 1956 *ammodiscus incertus* (ORBIGNY 1839) -VOLK: 50.
- 1962 *Ammodiscus incertus* (D'ORBIGNY) 1839 - KIESEL: 10, Taf.1, Fig.1.
- 1963 *Ammodiscus incertus* (D'Orbigny1839) - HAUSMANN: 318.
- 1970 *Ammodiscus incertus* (ORBIGNY, 1839) - KIESEL: 179, Taf.1, Fig.17; Taf. 23, Fig.14.

Durchmesser: 0,56-1,27 mm.

Beschreibung: Das Gehäuse ist flach und scheibenförmig. Dem kleinen Proloculus folgt eine zweite lange röhrenförmige Kammer, die in einer Ebene spiralig aufgewunden ist. Die Spiralsutur ist oft kaum zu erkennen, da die feinsandige Schalensubstanz diese überlagert. Die Mündung wird von dem offenen Ende der zweiten Kammer gebildet.

Bemerkung: Es treten Wachstumsanomalien auf, so daß das Gehäuse seitlich verdrückt erscheint.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte in Mittelamerika. Als erster im Mainzer Becken nennt SPANDEL (1909) *Ammodiscus incertus* für den Oberen Rupelton. Außerdem ist *Ammodiscus incertus* aus dem Oligozän von Mecklenburg und aus dem Septarienton zwischen Magdeburg und Dessau bekannt. *Ammodiscus incertus* tritt in den untersuchten Profilen im FM 3 auf, teilweise auch noch im FM 2.

Überfamilie LITUOLACEA DE BLAINVILLE, 1827

Familie LITUOLIDAE DE BLAINVILLE, 1827

Unterfamilie AMMOMARGINULININAE PODOLINA, 1978

*Ammobaculites* CUSHMAN, 1910

*Ammobaculites agglutinans* (D'ORBIGNY, 1846)

(Taf. 2, Fig. 6)

- \* 1846 *SPIROLINA AGGLUTINANS*, D'ORB.- D'ORBIGNY: 137, Taf.7, Fig.10-12.
- 1985 *Ammobaculites agglutinans* (D'ORBIGNY) - PAPP & SCHMID: 54, Taf.45, Fig.6-9.

L.: 1,24-2,29 mm Dicke der Spirale: 0,75-1,21 mm

Dicke der jüngeren Kammern: 0,51-1 mm.

**Beschreibung:** Diese agglutinierte Foraminifere besitzt einen planspiralen Anfangsteil mit vier sichtbaren Kammern. Die letzten drei Kammern sind uniserial und gerade angeordnet. Die Mündung ist gerundet und liegt terminal an der letzten Kammer.

**Bemerkung:** *A. humboldti* hat nach REUSS (1851) eine quer liegende letzte Kammer und auch eine längliche Mündung. Die Form wird von SPANDEL (1909) erstmals für den Unteren Rupelton des Mainzer Beckens genannt, da aber die Beschreibung fehlt ist es unklar, ob es sich um *A. humboldti* oder *A. agglutinans* handelt.

**Vorkommen:** *Ammobaculites agglutinans* ist aus dem Wiener Becken bekannt, von hier ist er auch zuerst beschrieben worden. In den untersuchten Profilen tritt er im FM 2 und teilweise auch im FM 1 auf.

Überfamilie CYCLINACEA LOEBLICH & TAPPAN, 1964

Familie CYCLAMMINIDAE MARIE, 1941

Unterfamilie CYCLAMMININAE MARIE, 1941

*Cyclammina* BRADY, 1879

*Cyclammina placenta* (REUSS, 1851)?

(Taf. 2, Fig. 5 und Taf. 5, Fig. 4 - 8)

- \* 1851 *N. placenta* m. - REUSS: 72, Taf.5, Fig.33 [*N.* = *Nonionina*].
- ? 1875 *Hapl. acutidorsatum* HANTK. - VON HANTKEN: 12, Taf.1, Fig.1 [*Hapl.* = *Haplophragmium*].
- ? 1875 *Hapl. rotundidorsatum* Hantken - VON HANTKEN: 12, Taf.1, Fig.2 [*Hapl.* = *Haplophragmium*].
- ? 1893 *Cyclammina acutidorsata* HANTK. sp.var. *exigua* nov var. - SCHRODT: 735, 1 Abb.
- 1942 *Cyclammina placenta* (REUSS) - DAM & REINHOLD: 41, Taf.1, Fig.1a-b.
- 1956 *Cyclammina placenta placenta* (REUSS 1851) - VOLK: 58.
- 1956 *Cyclammina placenta acutidorsata* (HANTKEN 1875) - VOLK: 59.
- 1956 *Cyclammina placenta exigua* (SCHRODT 1893) - VOLK: 60.
- 1958 *Cyclammina placenta* (REUSS) - BATJES: 102, Taf.1, Fig.9.
- 1962 *Cyclammina placenta* (REUSS) 1851 - KIESEL: 13, Taf.1, Fig.5.
- 1963 *Cyclammina placenta* (REUSS 1851) - HAUSMANN: 320, Taf.1, Fig.2.

Durchmesser: 0,56-0,97 mm.

**Beschreibung:** Diese Foraminifere besitzt ein planspirales involutes Gehäuse. Die Peripherie ist abgerundet, der Nabel schwach eingesenkt. Der Innenaufbau ist meistens nicht zu erkennen, da nur Steinkerne und Pyritsteinkerne vorliegen. Die Suturen sind meistens nicht vertieft und oft undeutlich. Im letzten Umgang sind 10-13 schmale keilförmige Kammern zu erkennen. Die Mündung liegt an der Stirnseite, ist aber auf Grund des Erhaltungszustandes meistens nicht zu erkennen.

**Bemerkung:** Im Mainzer Becken und Oberrheingraben treten von dieser Form nur Steinkerne auf und diese sind häufig zerdrückt, daher ist auch eine Arteinteilung oft schwierig, so daß man weitgehend auch die im Mainzer Becken und Oberrheingraben genannten Arten bzw. Unterarten *C.acutidorsata* (VON HANTKEN, 1875) und *C.rotundidorsata* (VON HANTKEN, 1875) zu dieser Art stellen könnte. Es ist nicht auszuschließen, daß es sich bei den anderen Arten um verdrückte Exemplare der Art *C.placenta*? handelt. Auch nach GRADSTEIN & BERGGREN (1981) umfaßt *Cyclammina placenta* auch *C. acutidorsata*. Schon SCHRODT (1893) bezeichnet zudem seine *Cyclammina exigua* als Kümmerform von

*C. acutidorsata*. Möglicherweise ist solche Kümmerformbildung auf ökologische Einflüsse zurückzuführen, denn diese Kümmerform tritt in der Literatur nur dann auf, wenn ungünstige Milieubedingungen vorherrschen. So ist sie nach WEISS (1988) und DOEBL ET AL. (1976) im Fischechiefer, nach SPANDEL (1909) im Mittleren und Oberen Rupelton und nach WEBER (1951) in den Meletta-Schichten zu finden. Im Mainzer Becken ist sie besonders im FS 4 anzutreffen. Aus den angeführten Gründen wird sie hier der Art *Cyclammina placenta*? zugeordnet. Die Diskussion in der Literatur (GRADSTEIN & BERGGREN 1981; CHARNOCK & JONES 1990; JENKINS & MURRAY 1989) über die Zusammenfassung oder Aufrechterhaltung der angeführten Arten kann an dem schlecht erhaltenen vorliegenden Material nicht abgeklärt werden. Auch bei der als *C. rotundidorsata* beschriebenen Form könnte es sich ebenfalls um verdrückte *C. placenta* handeln oder um eine andere Form, die nur im Oberrheingraben auftritt. Eine klare Bestimmung ist anhand des schlechten Materials nicht möglich.

Die Erstbeschreibung von *Haplophragmium acutidorsatum* VON HANTKEN erschien 1875 in Mitteilungen des Jahrbuchs der königlich ungarischen Geologischen Anstalt, Band IV, Heft 1 und nicht 1868 in: A magyarhoni Földtani Tarsulat, die VON HANTKEN (1875) selbst mit „munklatái“ (= transl., in Vorbereitung“) angibt.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung dieser Art stammt aus dem Septarienton der Umgegend von Berlin. Im Mainzer Becken hat SPANDEL (1909) *Cyclammina placenta* als erster für den Rupelton genannt. *Cyclammina placenta* ist auch aus dem belgischen und niederländischen Oligozän, sowie aus dem Oligozän von Mecklenburg und dem Septarienton zwischen Magdeburg und Dessau bekannt. Im Mainzer Becken ist *Cyclammina placenta*? im gesamten Fischechiefer anzutreffen, besonders häufig aber im FM 2 und 3.

#### Überfamilie SPIROPLECTAMMINACEA CUSHMAN, 1927

#### Familie SPIROPLECTAMMINIDAE CUSHMAN, 1927

#### Unterfamilie SPIROPLECTAMMININAE CUSHMAN, 1927

#### *Spiroplectinella* KISEL'MAN, 1972

#### *Spiroplectinella carinata* (D'ORBIGNY, 1846)

(Taf. 1, Fig. 5 und Taf. 2, Fig. 8)

- 1826      *Textularia* CARINATA, Nob. - D'ORBIGNY: 263 [nomen nudum].
- \* 1846      *Textularia carinata* D'ORB. - D'ORBIGNY: 247, Taf. 14, Fig. 32-34.
- 1901      *Spiroplecta carinata* D'ORB. - SPANDEL: 166-169, Fig. 1-5.
- 1909      *Spiroplecta (Textularia) carinata* D'ORB. - SPANDEL: 154, Taf. 2, Fig. 3.
- 1909      *Spiroplecta (Textularia) intermedia* n.sp. - SPANDEL: 154, Taf. 2, Fig. 4.
- 1942      *Spiroplectammina carinata carinata* (D'ORBIGNY) - DAM & REINHOLD: 42, Taf. 1, Fig. 2, 3.
- 1956      *Spiroplectammina carinata carinata* (ORBIGNY 1826) - VOLK: 61.
- 1958      *Spiroplectammina carinata* (D'ORBIGNY) - BATJES: 98, Taf. 1, Fig. 2-3.
- 1962      *Bolivinopsis carinata* (D'ORBIGNY) *intermedia* (SPANDEL) 1901 - KIESEL: 13, Taf. 1, Fig. 7.
- 1962      *Bolivinopsis carinata* (D'ORBIGNY) *attenuata* REUSS 1851 - KIESEL: 14, Taf. 1, Fig. 6.
- 1963      *Bolivinopsis carinata* (D'ORBIGNY 1846) - HAUSMANN: 321, Taf. 1, Fig. 10.
- 1963      *Bolivinopsis carinata attenuata* (Reuss 1851) - HAUSMANN: 322, Taf. 1, Fig. 11.
- 1970      *Spiroplectammina carinata intermedia* (SPANDEL, 1901) - KIESEL: 193, Taf. 3, Fig. 10.
- 1985      *Spiroplectinella carinata* (D'ORBIGNY) - PAPP & SCHMID: 86, Taf. 80, Fig. 1-4.
- 1987      *Spiroplectammina carinata* (D'ORBIGNY) - REISER: 60.
- 1987      *Spiroplectammina carinata* (D'ORBIGNY) - WENGER: 248, Taf. 2, Fig. 5-6.
- \* 1990      *Spirorutilus carinatus* (D'ORBIGNY) - HOTTINGER, HALICZ & REISS: 67, Taf. 1, Fig. 1-7.



v 1993a *Spiroplectinella carinata* (D'ORBIGNY 1846) - GRIMM: 22, Abb.1.

L.: 0,73-1,26 mm B.: 0,41-0,83 mm.

**Beschreibung:** Der äußere Umriß ist länglich drachenförmig, der Querschnitt abgeflacht rhombisch. Die Individuen sind peripher gekielt, die Kielbreite ist variabel; bei deutlicher Kielbildung läuft dieser z.T. in einzelne Dornen aus. Dem planspiralen Anfangsteil mit 4-6 flachen Kammern folgen 14-20 biserial angeordnete, sehr niedrige, kaum gebogene Kammern; das Gehäuse nimmt schnell an Breite zu. Die Wandung besteht aus drei Lagen. Die innere organische Lage ist bei dem fossilen Material nicht erhalten. Die mittlere Lage ist agglutiniert, zum Teil werden auch Spicula und Echinodermenfragmente eingebaut. Die Korngröße der agglutinierten Komponenten nimmt von innen nach außen deutlich zu. Im Bereich der ovalen Kammerhöhlräume erscheint die Wandung heller. Die Kammerwandung besitzt Pseudoporen, die von außen durch eine dünne äußere organische Lage verschlossen werden. Die Suturen sind verdickt, eingesenkt und zur Peripherie hin herabgebogen. Beide Kammerzeilen werden durch eine zickzackförmige Suture getrennt. Die Mündung ist schmal, schlitzförmig und liegt an der Basalnaht der letzten Kammer.

**Vorkommen:** Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem Badenien des Wiener Becken. Im Rupelton des Mainzer Becken beschäftigte sich zuerst SPANDEL (1901) mit dieser Art. Außerdem ist *Spiroplectinella carinata* auch aus dem niederländischen und belgischen Oligozän, sowie aus dem Oligozän Mecklenburgs, dem Septarienton von Magdeburg und aus dem Oligozän und Miozän der bayrischen Molasse bekannt. Die schmalgekielte Form tritt im Mainzer Becken im gesamten Oberen Rupelton auf. *Spiroplectinella carinata* mit breitem Kiel ist dagegen im FM 2, z.T. auch im FM 1 anzutreffen. In den Proben Cospuden 51 bis 61 aus der Leipziger Bucht treten gelegentlich Bruchstücke und angelöste Exemplare von *Spiroplectinella carinata* auf.

**Bemerkungen zur Kielbreite:** Siehe GRIMM (1993a).

**Bemerkung:** *Textularia carinata* D'ORBIGNY 1826 muß als nomen nudum betrachtet werden, da weder eine Beschreibung, noch eine Abbildung erfolgte. Daher ist die Erstbeschreibung von 1846 gültig.

Aufgrund des rautenförmigen Querschnitts, der Pseudoporen und des planspiralen Anfangsteils werden die hier beschriebenen Arten zu *Spiroplectinella* gestellt (GRIMM 1993a).

### *Spiroplectinella deperdita* (D'ORBIGNY, 1846) (Taf. 1, Fig. 11 und Taf. 2, Fig. 4)

- \* 1846 *Textularia deperdita* D'ORBIGNY - D'ORBIGNY: 244, Taf.14, Fig.23-25.
- 1909 *Spiroplecta (Textularia) attenuata* REUSS (non REUSS 1851) - SPANDEL: 155, Taf.2, Fig.5.
- 1956 *Spiroplectammina deperdita* (ORBIGNY 1846) - VOLK: 67.
- 1963 *Bolivinopsis deperdita* (D'ORBIGNY 1846) - HAUSMANN: 322, Taf.1, Fig.9,13.
- 1963 *Spiroplectammina deperdita* (D'ORBIGNY 1846) - KÜMMERLE: 25, Taf.1, Fig.1a-b.
- 1970 *Spiroplectammina carinata deperdita* (ORBIGNY, 1846) - KIESEL: 193, Taf.3, Fig.23.
- 1974 *Spiroplectammina deperdita* (ORBIGNY, 1846) - DOEBL & SONNE: 15, Taf.1, Fig.1.
- 1985 *Textularia deperdita* D'ORBIGNY - PAPP & SCHMID: 84, Taf. 78, Fig.7-9.
- 1987 *Textularia deperdita* D'ORBIGNY - REISER: 59, Taf.2, Fig.4-5.

v 1993a *Spiroplectinella deperdita* (D'ORBIGNY 1846) - GRIMM: 24, Abb.4.

L.: 0,70-0,97 mm B.: 0,43-0,68 mm.

**Beschreibung:** Der äußere Umriß ist drachenförmig, der Querschnitt abgeflacht rhombisch. Der Rand ist nicht gekielt. Die Wandung besteht aus drei Lagen. Die innere organische Lage ist bei den untersuchten fossilen Individuen nicht erhalten. Die mittlere Lage ist agglutiniert, zum Teil sind Spiculae und Echinodermenfragmente eingebaut. Die Korngröße der agglutinierten Komponenten nimmt von innen nach außen deutlich zu. Die äußere Lage ist organisch. Die Kammerwandung besitzt Pseudoporen, die durch die dünne äußere Lage verschlossen werden. Dem planspiralen Anfangsteil mit etwa 6 flachen Kammern folgen biserial etwa 12-18 sehr niedrige, kaum gebogene Kammern, die schnell und stetig an Größe zunehmen. Die Suturen sind deutlich, leicht gebogen und schwach gegen die Längsachse geneigt. Beide Kammerzeilen werden durch eine zickzackförmige Suture getrennt. Die Mündung ist schmal, schlitzförmig und liegt an der Basalnaht der letzten Kammer.

**Vorkommen:** Die Erstbeschreibung dieser Art stammt aus dem Badenien des Wiener Becken. Außerdem ist sie auch aus dem Oberoligozän von Kassel, dem Septarienton von Magdeburg, sowie aus dem Oligozän der bayrischen Molasse bekannt. Im Mainzer Becken wird sie für den Rupelton erstmals von SPANDEL (1909) beschrieben. *Spiroplectinella deperdita* ist typisch für FM 3 und FS 1. Gelegentlich ist sie auch noch in FM 2 anzutreffen, allerdings in sehr kleinen Formen, möglicherweise handelt es sich hierbei um Nachfall aus dem FM 3. Vereinzelt tritt sie auch in den Proben Cospuden 53 und 54 auf.

Überfamilie TEXTULARIACEA EHRENBURG, 1838

Familie EGGERELLIDAE CUSHMAN, 1937

Unterfamilie EGGERELLINAE CUSHMAN, 1937

*Karrieriella* CUSHMAN, 1933

*Karrieriella chilostoma* (REUSS, 1852)

(Taf. 2, Fig. 1)

- \* 1852 *Textularia chilostoma* - REUSS: 17, 2 Abb.
- 1942 *Karrieriella chilostoma* (REUSS) - DAM & REINHOLD: 44, Taf. 1, Fig. 7.
- 1956 *Gaudryina chilostoma* (REUSS 1852) - VOLK: 70.
- 1962 *Karrieriella chilostoma* (REUSS) 1852 - KIESEL: 14, Taf. 1, Fig. 10.
- 1963 *Karrieriella chilostoma* (REUSS 1852) - HAUSMANN: 352, Taf. 1, Fig. 8.
- 1963 *Karrieriella chilostoma* (REUSS 1852) - KÜMMERLE: 26, Taf. 1, Fig. 2a-b.
- 1970 *Karrieriella chilostoma* (REUSS, 1852) - KIESEL: 202.

L.: 0,41-0,76 mm B.: 0,29-0,44 mm.

**Beschreibung:** Das Gehäuse ist meist fein agglutiniert, gelegentlich werden auch größere Sandkörner und Spiculae eingebaut. Der Umriß ist lanzett- bis keilförmig und breit gerundet. Der Querschnitt ist elliptisch bis rund. Der spirale Anfangsteil ist meistens nicht sichtbar, später sind die Kammern biserial angeordnet. In dem biserialen Teil sind 6 - 10 Kammern sichtbar. Die Suturen sind zwischen den geblähten Kammern eingesenkt. Die Mündung ist ein schmaler Schlitz mit Lippe an der Basis der Stirnseite der letzten Kammer.

Vorkommen: *Karrieriella chilostoma* wird erstmals aus dem Septarienton bei Köthen beschrieben. Sie ist aus dem niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und aus dem oberoligozänen Meeressand von Kassel bekannt. Im Rupelton des Mainzer Beckens wird die Art von SPANDEL (1909) zuerst genannt. Diese Form tritt im FM 2 und 3 auf, gelegentlich auch im FM 1.

## UNTERORDNUNG MILIOLINA DELAGE & HÉROUARD, 1896

Überfamilie MILIOLACEA EHRENBERG, 1839

Familie SPIROLOCULINIDAE WIESNER, 1920

*Spiroloculina* D'ORBIGNY, 1826

*Spiroloculina dorsata* REUSS, 1866

(Taf. 2, Fig. 3)

- 1855 *Sp. limbata* n.sp. [non D'ORBIGNY, 1826].- BORNEMANN: 348, Taf.19, Fig.1 [*Sp.*=*Spiroloculina*].
- \* 1866 *Spiroloculina dorsata* REUSS - REUSS: 7.
- 1956 *SPIROloculina* (sic!) *dorsata* REUSS 1866 - VOLK: 78.
- 1962 *Spiroloculina dorsata* REUSS 1865.- KIESEL: 19, Taf.3, Fig.1.
- 1963 *Spiroloculina dorsata* REUSS 1866 - HAUSMANN: 330, Taf.3, Fig.2.
- 1963 *Spiroloculina dorsata* REUSS 1866 - KÜMMERLE: 28, Taf.2, Fig.1a-b.
- 1970 *Spiroloculina dorsata* REUSS, 1865 - KIESEL: 217, Taf. 7, Fig.7, 10.

L.: 0,78-1,41 mm    B.: 0,53-0,78 mm.

Beschreibung: Die Wandung ist dick, kalkig imperforat und glänzend. Der Umriss des Gehäuses ist schief oval und an den Enden zugespitzt. Die Seitenflächen sind konkav. Die inneren Kammern sind quinqueloculin, später sind die Kammern symmetrisch an den gegenüberliegenden Seiten angeordnet. Bei zunehmender Größe sind die bis zu 10 Kammern oft leistenartig gegeneinander abgesetzt. Die runde Mündung liegt am Ende der letzten Kammer.

Bemerkung: Wie schon VOLK (1956) darlegt, hat BORNEMANN (1855) mit *Spiroloculina limbata* aus dem Rupelton von Hermsdorf ein jüngeres Homonym verwendet, da dieser Name für eine andere Form von ORBIGNY (1826) schon eingeführt wurde. Dies wurde 1866 von REUSS klargestellt, indem er den Namen *Spiroloculina dorsata* einführte. Der neue Name wurde nach VOLK (1956) von späteren Autoren z.T. übersehen, so daß nach ihr noch jüngere Synonyme auftreten. Um die Zuordnung dieser Synonyme zu *Spiroloculina dorsata* zu bestätigen müßte eine Untersuchung des Typusmaterials erfolgen.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem Septarienton von Hermsdorf bei Berlin. Sie ist aus dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, sowie aus dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel bekannt. Im Mainzer Becken wird *Spiroloculina dorsata* zuerst von VOLK (1956) für den Unteren Rupelton beschrieben. Möglicherweise handelt es sich bei der von SPANDEL (1909) genannten *Spiroloculina limbata* um die selbe Form, dies kann aber nicht belegt werden, da sie weder beschrieben noch abgebildet ist. *Spiroloculina dorsata* tritt im FM 1 bis 3 auf.

Familie **HAUERINIDAE** SCHWAGER, 1876

Unterfamilie **SIPHONOPERTINAE** SAIDOVA, 1975

*Quinqueloculina* D'ORBIGNY, 1826

*Quinqueloculina impressa* REUSS, 1851

(Taf. 1, Fig. 1)

- \* 1851 *Quinqueloculina impressa* m. - REUSS: 87, Taf.7, Fig.59.
- 1956 *Quinqueloculina impressa* REUSS 1851 - VOLK: 74.
- 1958 *Quinqueloculina impressa* REUSS - BATJES: 103, Taf.1, Fig.13.
- 1962 *Quinqueloculina impressa* REUSS 1851 - KIESEL: 17, Taf.2, Fig.4.
- 1970 *Quinqueloculina impressa* REUSS, 1851 - KIESEL: 210, Taf.6, Fig.9.

L.: 0,41-0,50 mm      B.: 0,20-0,29 mm.

**Beschreibung:** Der Gehäuseumriß ist langelliptisch mit allen Übergängen bis rund. Die Gehäusewand ist dick, kalkig imperforat und stumpf weiß. Die Kammern sind gebläht und durch deutlich eingesenkte Nähte getrennt. Auf der einen Gehäusesseite wölben sich beide Seitenkammern über die Mittelkammer, so daß diese fast nicht mehr zu sehen ist. Auf der anderen Gehäusesseite sind die Kammern weniger stark gewölbt und lassen so zwei Mittelkammern erkennen, von denen die eine breit und hochgewölbt ist und sich von der anderen fast kantig absetzt. Die runde Mündung an der letzten Kammer besitzt meistens einen Zahn.

**Bemerkung:** Eine Einteilung in Subspezies wie sie von HAUSMANN (1963: 327) durchgeführt wurde, ist bei dem vorliegenden Material aus dem Mainzer Becken nicht möglich.

**Vorkommen:** *Quinqueloculina impressa* wird erstmals aus dem Septarienton von Berlin beschrieben, im Mainzer Becken wird sie zuerst von SPANDEL (1909) für den Rupelton genannt. Des weiteren ist diese Form aus dem Oligozän von Mecklenburg und dem belgischen Oligozän bekannt. *Quinqueloculina impressa* tritt im Mainzer Becken im Oberen Rupelton 1 und 2 auf, möglicherweise auch im Oberen Rupelton 3.

**UNTERORDNUNG LAGENINA** DELAGE & HÉROUARD, 1896

Überfamilie **NODOSARIACEA** EHRENBERG, 1838

Familie **NODOSARIIDAE** EHRENBERG, 1838

Unterfamilie **NODSARIINAE** EHRENBERG, 1838

*Nodosaria* LAMARCK, 1817

*Nodosaria ewaldi* REUSS, 1851

(Taf. 1, Fig. 7)

- \* 1851 *N. Ewaldi* m. - REUSS: 58, Taf.3, Fig.2 [*N.* = *Nodosaria*].
- 1855 *N. Ewaldi* REUSS - BORNEMANN: 321, Taf.12, Fig.10 [*N.* = *Nodosaria*].
- 1866 *N. ewaldi* REUSS - REUSS: 129, Taf.2, Fig.18 [*N.* = *Nodosaria*].
- 1870 Nr.123, Nr.124 - VON SCHLICHT: 22,23, Taf.VII, Abb.8,9.
- 1870 *N. Ewaldi* Rss. - REUSS: 471 [*N.* = *Nodosaria*].
- 1884 *Nodosaria Ewaldi* REUSS - ANDREAE: 201, Taf.10, Fig.21.
- 1942 *Nodosaria ewaldi* REUSS - DAM & REINHOLD: 63.
- 1958 *Nodosaria ewaldi* REUSS - BATJES: 117.
- 1962 *Nodosaria ewaldi* REUSS 1851 - KIESEL: 23, Taf.3, Fig.7.

- 1963 *Stilostomella longiscata* (D'ORBIGNY 1846) - HAUSMANN: 380, Taf.3, Fig.11.
- 1963 *Nodosaria ewaldi* REUSS 1851 - KÜMMERLE: 30, Taf.2, Fig.5.
- 1970 *Nodosaria ewaldi* REUSS, 1851 - KIESEL: 220.

Gesamtlänge: 0,73-1,50 mm Kammerlänge: 0,20-0,42 mm Kammerdicke: 0,09-0,17 mm.

**Beschreibung:** Die uniseriale Foraminifere bildet dünne lange, schwach gebogene Gehäuse, die sehr zerbrechlich sind. Die Oberfläche der erhaltenen Bruchstücke ist glatt und glänzend, das Gehäuse ist fein perforiert. Es treten zwei bis acht Kammern hintereinander auf. Die jüngeren Kammern werden schnell länger. Eingeschnürte Suturen trennen die einzelnen Kammern voneinander. Die Mündung ist als Kanal an der Spitze der jüngsten Kammer ausgebildet. Dieses Hälschen ist meist abgebrochen.

**Vorkommen:** *Nodosaria ewaldi* wurde zuerst aus dem Septarienton von Berlin beschrieben. Bekannt ist sie auch aus dem Elsässer Tertiär, dem belgischen und niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau und dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel. *Nodosaria ewaldi* ist im Rupelton des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens eine sehr häufig auftretende Form, die schon von STOLTZ (1906) genannt wurde. Sie ist im Oberen Rupelton 1, selten im Oberen Rupelton 2 und 3, im gesamten Fischschiefer und im FM 2 anzutreffen. Unklar ist das Vorkommen in FM 1 und 3, da es sich hierbei auch um Nachfall handeln kann. Besonders häufig ist *Nodosaria ewaldi* im FS 2 vertreten. In den Proben Cospuden 50 bis 58 kommt ebenfalls *Nodosaria ewaldi* vor, hier ist eine leichte Anhäufung in der Probe Cospuden 51 zu verzeichnen.

*Nodosaria cf. consobrina* (D'ORBIGNY, 1846)  
(Taf. 5, Fig. 11)

- 1846 *Dentalina consobrina* D'ORBIGNY - D'ORBIGNY: 46, Taf.2, Fig.1-3.

Kammerlänge: 0,24-0,39 mm Kammerbreite: 0,14-0,20 mm.

**Beschreibung:** Es wurden nur einzelne Kammern und kein zusammenhängendes Gehäuse gefunden. Die Kammern sind etwa tönchenförmig, wobei die Stärke der Aufblasung schwankt. Die Anfangskammer ist fast kugelig mit einem Basalstachel. Die Wandung ist sehr fein perforiert und glatt. Die Nähte scheinen deutlich eingesenkt zu sein, an denen die Kammern leicht abbrechen.

**Bemerkung:** Es liegen nur einige Bruchstücke vor, so daß eine genaue Beschreibung nicht möglich ist. Die Zuordnung ist deshalb nicht sicher durchführbar.

**Vorkommen:** *Dentalina cf. consobrina* tritt nur gelegentlich in den Proben Cospuden 50, 55, 58, 59 und 79 auf.

*Grigelis* MIKHALEVICH, 1981

*Grigelis pyrula* (D'ORBIGNY, 1826)

(Taf. 3, Fig. 1)

- \* 1826 *N. Pyrula* , Nob.- D'ORBIGNY: 253 [*N.*= *Nodosaria*].
- ? 1846 *Nodosaria mariae* D'ORBIGNY - D'ORBIGNY: 33, Taf.1, Fig.15,16.
- ? 1846 *Nodosaria semirugosa* D'ORBIGNY - D'ORBIGNY: 34, Taf.1, Fig.20.23.
- ? 1850 *Nodosaria stipitata* m.- REUSS: 366, Taf.46, Fig.4.
- 1942 *Nodosaria pyrula* D'ORBIGNY - TEN DAM & REINHOLD: 62, Taf.3, Fig.16.
- 1956 *Nodosarai* [sic!] (*Nodosaria*) *pyrula* ORBIGNY 1826 - VOLK: 89.
- 1963 *Stilostomella pyrula* (D'Orbigny 1826) - HAUSMANN: 382, Taf.3, Fig.8
- 1963 *Nodosaria pyrula* D'ORBIGNY 1826 - KÜMMERLE: 30, Taf.2, Fig.6.
- 1985 *Nodosaria pyrula* D'ORBIGNY 1826 - PAPP & SCHMID: 24, Taf.4, Fig.2,3.
- 1988 *Grigelis pyrula* (D'ORBIGNY,1826) - LOEBLICH & TAPPAN: 396, Taf.441, Fig.1-5.

Gesamtlänge: 0,24-0,52 mm Kammerlänge: 0,12-0,52 mm Kammerbreite: 0,07-0,33 mm.

Beschreibung: Die Oberfläche dieser uniserialen Foraminifere ist glatt und glänzend, das Gehäuse ist fein perforiert. Es sind nur Bruchstücke, meist einzelne Kammern erhalten. Die länglichen, tropfenförmigen Kammern sind durch kleine Röhrchen miteinander verbunden, der Übergang von Kammer zu Kammer verläuft allmählich. Der Mündungsteil ist meistens abgebrochen, die Mündung ist wahrscheinlich rund.

Vorkommen: Für den Rupelton im Mainzer Becken nennt SPANDEL (1909) als erster die Art *Nodosaria pyrula*. Diese Form ist auch aus dem niederländischen Oligozän, dem Badenien des Wiener Beckens, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, sowie aus dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel bekannt. *Grigelis pyrula* tritt im gesamten Fischschiefer im Mainzer Becken auf und hat keine stratigraphische Bedeutung. In den Proben Cospuden 49 bis 81 ist *Grigelis pyrula* fast durchgehend anzutreffen, eine Anhäufung ist in den Proben 51 und 59 zu verzeichnen.

Bemerkung: Auch wenn D'ORBIGNY (1826) keine Abbildung oder Beschreibung des rezenten Materials liefert, so ist *Nodosaria pyrula* gültig als Erstbeschreibung im Sinne des Codes, da auf die Abbildungen von SOLDANI (1791) verwiesen wird. Ob *N. mariae* und *N. semirugosa*, wie von PAPP & SCHMID (1985) vertreten, nur jüngere Synonyme darstellen, kann ohne Ansicht des Typusmaterials nicht beurteilt werden.

### *Grigelis* sp.

Von dieser Form sind nur 5 Bruchstücke erhalten, die für eine genaue Beschreibung oder eine spezifische Einordnung nicht ausreichen. Da diese Bruchstücke stark *Grigelis pyrula* ähnlich sehen, werden sie hier zu *Grigelis* sp. gestellt.

Vorkommen: Diese Bruchstücke treten in den Proben Cospuden 55, 61, 62 und 78 auf.

## Unterfamilie FRONDICULARIINAE REUSS, 1860

### *Parafrondicularia* ASANO, 1938

*Parafrondicularia oblonga* (ROEMER,1838) ?  
(Taf. 3, Fig. 10)

- \* 1838 *F. oblonga* v.M.- ROEMER: 382, Taf.3, Fig.4 [*F.*= *Frondicularia*].
- 1958 *Frondicularia oblonga* (ROEMER) - BATJES: 111, Taf.3, Fig.1-3.
- 1962 *Frondicularia oblonga* (ROEMER) 1838 - KIESEL: 44, Taf.7, Fig.1.

L.: 2,83-2,88 mm      B.: 0,34-0,44 mm.

Beschreibung: Im frühen Stadium ist das durchscheinende Gehäuse planspiral eingeroht, später ist es gradlinig und lang gestreckt. Die Breitenzunahme ist unbedeutend und beginnt erst im jüngeren Gehäuseteil. Die jüngste Kammer oder die jüngsten Kammern sind immer abgebrochen. Die Kammern des Anfangsstadiums sind mit Längsrippen besetzt. Die satteldachförmigen Kammern sind uniserial angeordnet. Es sind meistens noch 8 bis 10 Kammern zu erkennen. Die Suturen sind im älteren Gehäuseteil nicht und im jüngeren Teil leicht vertieft. Die Mündungsregion ist nicht erhalten, die Mündung liegt aber wohl terminal am Giebel der letzten Kammer.

Bemerkung: Die große Variationsbreite dieser Form wird von BATJES (1958) und KIESEL (1962) diskutiert (vgl. auch Bemerkungen zu *Palmula obliqua*). *Parafrondicularia oblonga* unterscheidet sich von *Palmula obliqua* durch die viel schmalere und gestrecktere äußere Form, sowie durch die Längsrippen auf dem älteren Gehäuseteil.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem norddeutschen tertiären Meeressand. *Parafrondicularia oblonga* ist auch aus dem belgischen Oligozän und dem Oligozän von Mecklenburg bekannt. *Parafrondicularia oblonga* ist in den Proben Cospuden 49 bis 61 anzutreffen.

Familie VAGINULINIDAE REUSS, 1860

*Lenticulina* LAMARCK, 1804

*Lenticulina tangentialis* (REUSS, 1866)

- |        |                                                                                    |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1863   | <i>R. nitida</i> m. - REUSS: 54, Taf.6, Fig.66 [ <i>R. = Robulina</i> ].           |
| * 1866 | <i>Cr. tangentialis</i> REUSS - REUSS: 27 [ <i>Cr. = Cristellaria</i> ].           |
| 1956   | <i>Lenticulina (Robulus) tangentialis</i> (REUSS 1866) - VOLK: 112.                |
| 1962   | <i>Lenticulina (Robulus) tangentialis</i> (REUSS) 1865 - KIESEL: 33, Taf.5, Fig.5. |

Durchmesser: 0,65 mm.

Beschreibung: Das kreisrunde involute Gehäuse ist im Querschnitt breit oval. Die Peripherie ist gekielt. Die Nähte zwischen den sieben schmalen, gebogenen, dreieckigen Kammern sind in Nähe des Nabels verdickt, zur Peripherie hin leicht gebogen und undeutlich. Die gestrahlte Mündung liegt am äußeren Ende der Stirnseite der letzten Kammer. Die Stirnfläche zeigt an den Seiten Leisten. Die Mündungen der vorhergehenden Kammern sind z.T. sichtbar. Die Schale ist glatt, sehr fein perforiert und glänzend.

Bemerkung: REUSS (1866) erkannte, daß es sich bei seiner (1863) aufgestellten *Robulina nitida* um ein Homonym von *Lenticulina (Robulus) nitida* D'ORBIGNY, 1826 handelte und ersetzte bei seiner Form *nitida* durch *tangentialis*.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung wurde an Material aus dem Septarienton von Offenbach durchgeführt. Diese Form ist aus dem Oligozän von Mecklenburg und dem Unteren Rupelton des Mainzer Beckens bekannt, hier hat SPANDEL (1909) sie schon aufgelistet. *Lenticulina tangentialis* tritt mit einem Exemplar in der Probe Cospuden 60 auf.

*Lenticulina* sp.

(Taf. 4, Fig. 1)

Durchmesser: 0,75-0,80 mm.

Beschreibung: Diese Form ähnelt stark *Lenticulina tangentialis*, hat aber keinen ausgeprägten Kiel und besitzt stärker verdickte Suturen. Außerdem ist der Gehäuseumriß nicht ganz kreisrund. Die Kammerzahl schwankt je nach Gehäusegröße zwischen 6 und 8.

Vorkommen: Diese Form tritt, z.T. in etwas beschädigten Exemplaren, vereinzelt in den Proben Cospuden 54 und Cospuden 60 auf.

Vaginulinidae gen. et spec. indet.

Unter Vaginulinidae gen. et spec. indet. wurden mehrere Arten und Gattungen der Familie zusammengefaßt, die auf Grund der mangelhaften Erhaltung (Bruchstücke, Anlösungen, Steinkerne) nicht näher bestimmt werden konnten. Häufig handelt es sich aber wohl um Vertreter der Gattung *Lenticulina*.

Vorkommen: Im Fischechiefer des Mainzer Beckens treten vereinzelt nicht näher bestimmbare Vertreter dieser Familie auf. Auch in den Proben Cospuden 56, 60, 61, 70, 71 und 76 sind einzelne unbestimmbare Exemplare dieser Familie anzutreffen.

Unterfamilie PALMULINAE SAIDOVA, 1981

*Palmula* LEA, 1833

*Palmula obliqua* (ROEMER, 1838)

(Taf. 1, Fig. 10)

- |   |      |                                                                                         |
|---|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| * | 1838 | <i>F. obliqua</i> v.M. - ROEMER: 382, Taf.3, Fig.7 [ <i>F.</i> = <i>Fronicularia</i> ]. |
|   | 1865 | <i>Flabellina oblonga</i> v.M.sp. - REUSS: 458-459, Taf.2, Fig. 1-4, Taf.5, Fig.1.      |
|   | 1958 | <i>Fronicularia oblonga</i> (ROEMER) - BATJES: 111, Taf.3, Fig.1-3.                     |
|   | 1963 | <i>Palmula obliqua</i> (ROEMER 1838) - KÜMMERLE: 34, Taf. 3, Fig.6a-b.                  |

L.: 0,59-0,93 mm    B.: 0,22-0,46 mm    H.: 0,18-0,25 mm

Beschreibung: Im frühen Stadium ist das glatte, durchscheinende und sehr fein perforierte Gehäuse planspiral eingerollt, später dann gradlinig. Die letzte Kammer und das Anfangsstadium sind meistens zerbrochen, so daß nur noch sechs bis zwölf schmale, aber breite Kammern, die die Form eines gotischen Bogens haben, übereinandergeordnet sind. Die jüngeren Kammern greifen randlich über die älteren. Die Suturen sind deutlich, aber nicht vertieft. Die Mündung liegt terminal in der Mitte der letzten Kammer. Über die Form der Mündung kann wegen der schlechten Materialerhaltung keine Aussage gemacht werden. Die mit dem Rasterelektronenmikroskop untersuchten Exemplare zeigen kleine Pusteln auf den Kammern, deren Herkunft und Entstehung unklar ist.

Bemerkungen: BATJES (1958) beschreibt *Palmula oblonga* VON MEYER als mikrosphärische Form von *Palmula obliqua* und stellt damit die große Variationsbreite dieser Form fest. Die im FS 1 vorhandenen Formen wurden als *Palmula obliqua* beschrieben und die Formen des Profils Cospuden als *Parafronicularia oblonga*? (vgl. Bemerkungen zu *Parafronicularia oblonga*?).

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem norddeutschen tertiären Meeressand. *Palmula obliqua* ist außerdem aus dem belgischen Oligozän und dem



oberoligozänen Meeresand bei Kassel bekannt. Im Mainzer Becken ist sie zuerst in GRIMM (1991) genannt. Die Art ist nur im FS 1 anzutreffen.

Familie **VAGINULINIDAE** REUSS, 1860

Unterfamilie **MARGINULINAE** WEDEKIND, 1937

*Vaginulopsis* SILVESTRI, 1904

*Vaginulopsis hauerina* (D'ORBIGNY, 1846)

(Taf. 1, Fig. 2)

- \* 1846 *CRISTELLARIA HAUERINA*, d'Orbigny - D'ORBIGNY: 84, Taf. 3, Fig. 24, 25.
- 1942 *Cristellaria hauerina* D'ORBIGNY - DAM & REINHOLD: 51, Taf. 2, Fig. 8.
- 1956 *Lenticulina (Marginulopsis) hauerina* ORBIGNY 1846 - VOLK: 106.
- 1962 *Lenticulina (Marginulopsis) hauerina* (D'ORBIGNY) 1846 - KIESEL: 35, Taf. 5, Fig. 12.
- 1963 *Lenticulina (Astaculus) hauerina* (D'ORBIGNY 1846) - HAUSMANN: 353, Taf. 5, Fig. 8.
- 1985 *Vaginulopsis hauerina* (D'ORBIGNY) - PAPP & SCHMID: 38, Taf. 23, Fig. 1-10.
- 1987 *Vaginulopsis hauerina* (D'ORBIGNY) - WENGER: 256, Taf. 4, Fig. 5-6.

L.: 0,70-126 mm      B.: 0,43-0,53 mm.

Beschreibung: Das Gehäuse besteht aus einem spiral aufgerolltem Anfangsteil und einem entrollten aber nach vorne gebogenen jüngeren Teil, in dem die Kammern uniserial angeordnet sind. Die Peripherie ist besonders im spiralen Teil scharf, das Gehäuse ist seitlich komprimiert. Die Spirale besteht aus 5 -7 Kammern, der uniserial Teil aus 2 -3 Kammern, die breiter als hoch sind. Die Endkammer ist etwas abgeflacht. Die Suturen sind im spiralen Teil kaum, im uniserialen Teil deutlich eingesenkt. Die Schalenoberfläche ist glatt und glänzend mit feiner Perforierung versehen. Die Mündung ist groß, gestrahlt und liegt terminal am äußeren Rand der letzten Kammer.

Bemerkung: PAPP & SCHMID (1985) fassen *Cristellaria simplex* als juvenile Form von *Vaginulinopsis hauerina* auf. Durch das seltene Auftreten dieser Form in den untersuchten Profilen kann diese Feststellung nicht nachvollzogen werden.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung wurde an Material des Wiener Beckens durchgeführt. *Vaginulopsis hauerina* ist auch aus dem niederländischen Oligozän, dem Oligozän Mecklenburgs, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, sowie aus dem Miozän der bayrischen Molasse bekannt. Die Art wird im Mainzer Becken schon von SPANDEL (1909) für den Oberen Rupelton genannt und tritt in den untersuchten Profilen selten im Oberen Rupelton 1 und extrem selten im FS 5 auf. Bei den Exemplaren im Fischechiefer könnte es sich allerdings auch um Nachfall handeln.

*Vaginulinopsis* sp.

Es wurden drei Bruchstücke in den Proben Cospuden 60, 61 und 78 gefunden, die eine Beschreibung oder genauere Einordnung nicht zulassen, aber auf Grund ihrer Ähnlichkeit mit *Vaginulopsis hauerina* zu *Vaginulopsis* sp. gestellt werden.

Familie **LAGENIDAE** REUSS, 1862

Unterfamilie **SPIROLINGULININAE** LOEBLICH & TAPPAN, 1986

*Lagena* (WALKER & JACOB, 1798)

*Lagena sulcata* (WALKER & JACOB, 1798)

(Taf. 3, Fig. 2)

- \* 1798 *Serpula (Lagena) sulcata* W.& J. - WALKER & JACOB [fide LOEBLICH & TAPPAN 1988: 415]: 634, Taf.14/5.
- 1942 *Lagena sulcata* (WALKER & JACOB) - DAM & REINHOLD: 70, Taf.3, Fig.17-18.
- 1956 *Lagena sulcata* (WALKER & JACOB 1798) - VOLK: 101.
- 1962 *Lagena sulcata* (WALKER & JACOB) 1798 - KIESEL: 43, Taf.6, Fig.15.
- 1963 *Lagena sulcata* (WALKER & JACOBS 1798) - HAUSMANN: 342, Taf.4, Fig.1.
- 1987 *Lagena sulcata* (WALKER & JACOB) - REISER: 74.
- 1987 *Lagena sulcata* (WALKER & JACOB) - WENGER: 260, Taf.5, Fig.4-5.
- 1992 *Lagena sulcata* (WALKER & JACOB, 1798) - KUHN: 53, Taf.10, Fig.13-14.

Durchmesser: 0,17-0,21 mm.

Beschreibung: Diese Art besitzt ein kugeliges Gehäuse, die Basis ist rund und z.T. mit einem kleinen Zentralstachel versehen. Die Mündung ist rund und sitzt am Ende einen Hälschens. Die Schalenoberfläche ist mit feinen, meist scharfkantigen Längsrippen überzogen. Manchmal erreichen nicht alle Längsrippen die Pole, sondern nur jede zweite oder dritte.

Bemerkung: Es liegen nur wenig Exemplare vor. Der Unterschied zu *Lagena striata* ist, daß diese mehr und feinere Längsrippen aufweist.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an rezentem Material. *Lagena sulcata* ist aus dem niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, dem bayrischen Helvetikum, sowie dem Oligozän und Miozän der bayrischen Molasse bekannt. Im Mainzer Becken nennt zuerst SPANDEL (1909) diese Form für den Oberen Rupelton. *Lagena sulcata* tritt in den Proben Cospuden 49, 54 und 56 auf, sowie selten auch im Fischschiefer im Mainzer Becken.

*Lagena* sp.

Es wurde ein Exemplar in Probe Cospuden 75 gefunden, das auf Grund des äußeren Umrißes nur die Bestimmung *Lagena* sp. zuläßt.

*Pygmaeoseistron* LOEBLICH & TAPPAN, 1988*Pygmaeoseistron hispidum* (REUSS, 1862)

(Taf. 1, Fig. 8)

- 1855 No.60 - BORNEMANN: 11, Taf.3, Fig.26.
- 1855 No.61 - BORNEMANN: 11, Taf.3, Fig.27.
- 1858 *Lagena hispida* n.sp. - REUSS: 434 [nomen nudum].
- \* 1862 *L. hispida* Rss. - REUSS: 335, Taf.6, Fig.77 [non Fig.78, 79].
- 1870 *L. hispida* Rss. - REUSS: 468.
- 1913 *LAGENA HISPIDA* Reuss - CUSHMAN: 13, Taf.4, Fig.4,5, Taf.5, Fig.1.
- non 1913 *LAGENA HISPIDULA*, new species - CUSHMAN: 14, Taf.5, Fig.2,3  
[=*Pygmaeoseistron hispidulum* (CUSHMAN)].
- 1962 *Lagena hispida* REUSS 1858 - KIESEL: 41, Taf.6, Fig.10.
- 1963 *Lagena hispida* REUSS 1862 - HAUSMANN: 344, Taf.4, Fig.6.
- 1987 *Lagena hispida* REUSS - WENGER: 261, Taf.5, Fig.10.

1992      *Lagena hispida* REUSS, 1858 - KUHN: 52, Taf.10, Fig.19-20.

Durchmesser: 0,20-0,22 mm.

Beschreibung: Die einkammerige, runde bis ovale Foraminifere mit einer kalkigen, hyalinen und imperforaten Wandung ist auf der Oberfläche leicht bepustelt bis fein bestachelt. Die runde Mündung befindet sich an einem lang ausgezogenen Hälschen.

Bemerkung: *Lagena hispida* REUSS, 1858 ist ein nomen nudum, da sie hier nur aufgezählt wird, gültige Erstbeschreibung ist daher in REUSS (1862). Die von LOEBLICH & TAPPAN (1988) angeführte Gattungszuweisung nach RICHARDSON und PATTERSON ist ungültig, da diese Arbeit noch nicht erschienen ist, somit erhält die Zuweisung durch LOEBLICH & TAPPAN (1988) Gültigkeit. Daß die von REUSS (1862, Taf.6, Fig.78/79) abgebildeten schlanken Individuen ebenfalls zu *Pygmaeoestron hispidum* gehören, wird von der Autorin bezweifelt. Falls sich herausstellen sollte, daß die Variabilität so groß ist, daß auch die schlanken Formen von REUSS zu dieser Art gehören, dann müßte auch *L.hispidula* CUSHMAN als jüngerer Synonym eingezogen werden.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung wurde an Material aus dem Septarienton von Pietzpuhl durchgeführt. *Pygmaeoestron hispidum* ist außerdem aus dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, dem bayrischen und salzburgischen Helvetikum und aus dem Miozän der bayrischen Molasse bekannt. Im Mainzer Becken wird die Art erstmals für den Rupelton von STOLTZ (1906) genannt und ist in den untersuchten Profilen für den FS 2 und 3 charakteristisch und tritt auch in der Probe Cospu den 60 auf.

Familie POLYMORPHINIDAE D'ORBIGNY, 1839

Unterfamilie POLYMORPHININAE D'ORBIGNY, 1839

*Globulina* D'ORBIGNY 1839

*Globulina gibba* (D'ORBIGNY, 1826)

(Taf. 3, Fig. 6)

- \* 1826      *POLYMORPHINA (GLOBULINA) GIBBA* D'ORB. - D'ORBIGNY: 266.
- 1942      *Globulina gibba* D'Orbigny - DAM & REINHOLD: 72.
- 1956      *Globulina gibba* ORBIGNY 1826 - VOLK: 122.
- 1958      *Globulina gibba* D'ORBIGNY - BATJES: 121, Taf.4, Fig.9.
- 1962      *Globulina gibba* D'ORBIGNY 1826 - KIESEL: 48, Taf.7, Fig.10.
- 1963      *Globulina gibba* D'Orbigny 1826 - HAUSMANN: 360, Taf.5, Fig.15.
- 1970      *Globulina gibba* ORBIGNY, 1826 - KIESEL: 250, Taf.11, Fig.12, 18.
- 1974      *Globulina gibba gibba* ORBIGNY, 1826 - DOEBL & SONNE: 20.
- 1985      *Globulina gibba* D'ORBIGNY - PAPP & SCHMID: 79, Taf.71, Fig.5-12, Taf.72, Fig.1-3.
- 1987      *Globulina gibba* D'ORBIGNY - REISER: 75.
- 1987      *Globulina gibba* (D'ORBIGNY) - WENGER: 262, Taf.5, Fig.18-19.
- 1992      *Globulina gibba* D'ORBIGNY - KUHN: 54, Taf.11, Fig.16-17.

L.: 0,40-0,53 mm

B.: 0,32-0,39 mm.

Beschreibung: Rundes, im Querschnitt kreisrundes Gehäuse mit wenigen Kammern, die in etwa triserial angeordnet sind. Die Kammern treten nicht hervor. Von außen sind

nur drei Kammern sichtbar. Die Nähte sind deutlich, aber nicht eingesenkt. Die Wandung ist glatt und durchscheinend. Die Mündung sitzt terminal und ist gestrahlt.

Bemerkung: CUSHMAN & OZAWA (1930) beschreiben eine große Variationsbreite dieser Art und stellt viele Unterarten auf.

Möglicherweise gehören hier auch einige der Bruchstücke hinein, die unter Polymorphinae gen. et spec. indet. zusammengefaßt wurden.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung wurde an rezentem Material vollzogen. *Globulina gibba* ist aus dem belgischen und niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, dem Badenien des Wiener Beckens, dem bayrischen und salzburgischen Helvetikums, sowie der oligozänen und miozänen bayrischen Molasse bekannt. *Globulina gibba* tritt fast im gesamten Profil Cospuden von Probe 49 bis Probe 80 auf, besonders häufig ist sie in den Proben 59 und 61 anzutreffen. Selten ist *Globulina gibba* im Rupelton des Mainzer Beckens zu finden, hier wird sie schon von SPANDEL (1909) genannt.

*Guttulina* D'ORBIGNY, 1839

*Guttulina problema* (D'ORBIGNY, 1826)

(Taf. 3, Fig. 5)

- \* 1826 *Polymorphina* (*Guttulina* PROBLEMA, Nob. - D'ORBIGNY: 266.
- 1826 *Polymorphina* (*Guttulina*) COMMUNIS, Nob. - D'ORBIGNY: 266.
- 1846 GUTTULINA PROBLEMA d'Orbigny - D'ORBIGNY: 224, Taf. 12, Fig. 26-27.
- 1846 GUTTULINA COMMUNIS d'Orbigny - D'ORBIGNY: 224, Taf. 13, Fig. 6-8.
- 1942 *Guttulina problema* d'Orbigny - DAM & REINHOLD: 71, Taf. 4, Fig. 14.
- 1956 *Guttulina problema* orbigna 1826 - VOLK: 118.
- 1958 *Guttulina problema* D'ORBIGNY - BATJES: 121, Taf. 4, Fig. 10-12.
- 1962 *Guttulina problema* D'ORBIGNY 1826 - KIESEL: 45, Taf. 7, Fig. 4.
- 1963 *Guttulina problema* D'ORBIGNY 1826 - HAUSMANN: 358, Taf. 5, Fig. 10.
- 1963 *Guttulina problema* D'ORBIGNY 1826 - KÜMMERLE: 36, Taf. 4, Fig. 6a-c.
- 1970 *Guttulina problema* ORBIGNY, 1826 - KIESEL: 244, Taf. 10, Fig. 22.
- 1974 *Guttulina problema* (D'ORB) - BELLMANN: 326.
- 1974 *Guttulina problema* ORBIGNY, 1826 - DOEBL & SONNE: 22, Taf. 4, Fig. 27.
- 1985 *Guttulina communis* D'ORBIGNY - PAPP & SCHMID: 78/79, Taf. 70, Fig. 2-12; Taf. 71, Fig. 1-4.
- 1992 *Guttulina problema* D'ORBIGNY, 1826 - KUHN: 55, Taf. 12, Fig. 7-8.

L.: 0,56-0,62 mm      B.: 0,47-0,53 mm

Beschreibung: Das Gehäuse ist oval bis breit tropfenförmig, an der Basis gerundet und am Mündungsende zugespitzt. Der Querschnitt ist dreieckig mit gerundeten Kanten. Die wenig aufgeblähten Kammern sind langgezogen und im Uhrzeigersinn quinqueloculin angeordnet. Die Suturen sind deutlich und etwas eingesenkt, die radialstrahlige Mündung sitzt terminal. Die Wandung ist dick und glatt. Nach außen sind meist etwa 4 Kammern sichtbar.

Bemerkung: Nach KUHN (1992) und CUSHMAN (1930) ist *Guttulina communis* D'ORBIGNY, 1826 ein Synonym von *G. problema* D'ORBIGNY, 1826. Dies wurde von PAPP & SCHMID (1985) bei ihrer Revision der Arten von D'ORBIGNY (1826) nicht beachtet. Obwohl in D'ORBIGNY (1826) weder Abbildung noch Beschreibung der Art erfolgten, ist

diese gültig, da auf Abbildungen in einer anderen Arbeit von D'ORBIGNY (1826a) verwiesen wird.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte wiederum an rezentem Material. *Guttulina problema* ist auch aus dem belgischen und niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, dem oberoligozänen Meersand bei Kassel, dem Badenien des Wiener Beckens und dem bayrischen und salzburgischen Helvetikum bekannt. *Guttulina problema* tritt im gesamten Profil Cospuden von Probe 49 bis Probe 82 auf, besonders häufig ist sie in den Proben 59 und 60. BELLMANN (1974) nennt diese Art schon für das Oligozän der Leipziger Bucht. Im Mainzer Becken ist *Guttulina problema* im Rupelton selten anzutreffen, sie wird von STOLTZ (1906) hier schon aufgelistet.

*Pyrulina* D'ORBIGNY, 1839

*Pyrulina gutta* (D'ORBIGNY, 1826)

(Taf. 3, Fig. 4)

- \* 1826      *Polymorphina* (*Pyrulines*) *GUTTA*, Nob. - D'ORBIGNY: 267.
- 1942      *Pyrulina gutta* D'ORBIGNY - DAM & REINHOLD: 72.
- 1970      *Pyrulina gutta* ORBIGNY, 1826 - KIESEL: 253, Taf.12, Fig.2.

L.: 0,51-0,56 mm      B.: 0,18-0,21 mm.

Beschreibung: Das Gehäuse ist länglich bis keulenförmig, an der Basis abgerundet. Die gerundeten übergreifenden Kammern erscheinen zunächst triserial später biserial angeordnet. Nach außen hin sind meistens 5 bis 6 Kammern sichtbar. Die Suturen sind nicht eingesenkt. Die Mündung ist radialstrahig und liegt terminal. Die Wandung ist glatt.

Bemerkung: Obwohl bei D'ORBIGNY (1826) weder Beschreibung noch Abbildung erfolgte, ist die Arbeit gültig, da auf andere Tafeln (SOLDANI 1791 und D'ORBIGNY 1826a [fide BRADY 1884]) verwiesen wird.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an rezentem Material. Es sind Vorkommen aus dem niederländischen Oligozän bekannt. *Pyrulina gutta* tritt gelegentlich im gesamten Profil Cospuden auf. Sehr selten sind Vertreter dieser Art im Rupelton des Mainzer Beckens anzutreffen, sie werden schon von SPANDEL (1909) genannt.

*Pyrulinoides* MARIE, 1941

*Pyrulinoides* sp.

Hier sind mehrere Vertreter dieser Gattung zusammengefaßt worden, die nicht näher bestimmt werden konnten, da entweder zu wenig Material oder nur Fragmente vorlagen. Eventuell handelt es sich auch um mikrosphaerische bzw. makrosphaerische Formen oder juvenile Formen der schon beschriebenen Arten, da diese eine große Variationsbreite aufweisen (siehe auch Bemerkung zu *Globulina gibba*).

Vorkommen: Vertreter dieser Gattung treten gelegentlich im gesamten Profil, besonders aber im höheren Profiltail (Probe 77-80) von Cospuden auf.

***Sigmomorphina* CUSHMAN & OZAWA, 1928**

***Sigmomorphina* sp.**

Es wurde ein Exemplar in der Probe Cospuden 55 gefunden, das eine nähere Bestimmung nicht zuläßt, aber auf Grund der äußeren Erscheinung und der Kammeranordnung zu dieser Art gestellt werden kann.

**Polymorphininae gen. et spec. indet.**

Hier sind mehrere Arten und Gattungen zusammengefaßt, die nicht näher bestimmt werden konnten, da es sich zumeist um Bruchstücke handelt. Einige Formen ähneln stark *Globulina minuta*. Teilweise könnte es sich auch um juvenile Formen von *Guttulina problema* handeln (vgl. Bemerkung hierzu).

Vorkommen: Vertreter dieser Gattungen sind im Profilteil Cospuden 49 bis 61 und gelegentlich auch in allen untersuchten Schichten des Mainzer Beckens anzutreffen.

**Familie ELLIPSOLAGENIDAE SILVESTRI, 1923**

**Unterfamilie ELLIPSOLAGENINAE SILVESTRI, 1923**

***Fissurina* REUSS, 1850**

***Fissurina* sp.**

Es wurde 1 Exemplar in Probe Cospuden 77 gefunden, die ovale äußere Form mit einem Kiel läßt aber nur die Gattungsbestimmung *Fissurina* und keine Artbestimmung zu.

**Familie GLANDULINIDAE REUSS, 1860**

**Unterfamilie GLANDULININAE REUSS, 1860**

***Euglandulina* MC CULLOCH, 1977**

***Euglandulina* sp.**

Es treten drei Exemplare in den Proben Cospuden 60, 61 und 64 auf. Auf Grund des Materialmangels ist eine weitere Bestimmung nicht möglich. Die Exemplare wurden zu *Euglandulina* aufgrund ihres Habitus und ihrer Kammeranordnung gestellt.

**Unterordnung ROTALIINA DELAGE & HÉROUARD, 1896**

**Überfamilie BOLIVINACEA GLAESSNER, 1932**

**Familie BOLIVINIDAE GLAESSNER, 1932**

***Bolivina* D'ORBIGNY, 1839**

***Bolivina beyrichi* REUSS, 1851**

(Taf. 1, Fig. 6)

- \* 1851 *B. Beyrichi* m. - REUSS: 83, Taf. 6, Fig. 51 [B.=Bolivina].
- 1855 *B. Beyrichi* REUSS - BORNEMANN: 347 [B.=Bolivina].
- 1870 Nr. 502 - VON SCHLICHT: 86, Taf. 33, Fig. 24-26.
- 1870 *B. Beyrichi* Rss. - REUSS: 489.
- 1884 *Bolivina Beyrichi* Rss. - ANDREAE: 126, Taf. 8, Fig. 4-7.
- 1909 *Bolivina beyrichi* Reuss - SPANDEL: 150, Taf. 1, Fig. 13.
- 1909 *Bolivina beyrichi* Reuss var. *bituminosa* nov.v.- SPANDEL: 151, Taf. I, Fig. 14.

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

- 1942 *Bolivina beyrichi* REUSS - DAM & REINHOLD: 83, Taf.5, Fig.13.
- 1956 *Bolivina beyrichi* REUSS 1851 - VOLK: 138.
- 1958 *Bolivina beyrichi* REUSS - BATJES: 131, Taf.5, Fig.11.
- 1962 *Bolivina beyrichi* REUSS 1851 (cf. *beyrichi bituminosa* SPANDEL 1909) - DOEBL & MALZ: 389, Taf.57, Fig.5.
- 1962 *Bolivina beyrichi* REUSS - KIESEL: 60, Taf IX, Fig.6.
- 1963 *Bolivina beyrichi* REUSS 1851 - HAUSMANN: 373, Taf.6, Fig.21.
- 1987 *Bolivina beyrichi* REUSS 1851 - MEHRNUSCH: 668.
- 1987 *Bolivina beyrichi beyrichi* REUSS - REISER: 85, Taf.8, Fig.6, 11.

L.: 0,48-0,81 mm B.: 0,24-0,32 mm D.: 0,15-0,18 mm

**Beschreibung:** Das lanzettförmige biserialle Gehäuse ist glatt, glänzend, glasig durchscheinend und deutlich perforiert. Das Gehäuse verbreitert sich zur Mündung hin und erreicht die größte Breite in Höhe der vorletzten Kammer. Die zwölf bis fünfzehn Kammern sind im Anfangsteil bedeutend breiter als hoch, später werden sie immer höher, so daß die jüngsten Kammern höher als breit sind. Die Kammern laufen randlich in eine kleine nach unten zeigende Spitze aus, was zu einem gezackten Gehäuseumriß führt. Die Suturen sind gebogen und leicht eingesenkt, besonders zwischen den jüngsten Kammern. Die länglich ovale bis schlitzförmige Apertur liegt terminal am Innenrand der letzten Kammer.

**Bemerkungen:** Nach MEHRNUSCH (1987) werden *Bolivina beyrichi bituminosa* SPANDEL, *Bolivina beyrichi carinata* HANTKEN und *B. (Brizalina) beyrichi spandeli* GRAMANN als Synonyme von *Bolivina beyrichi* aufgefaßt. Zudem beschreibt er die starke ökotypische Varianz von *B. beyrichi*.

**Vorkommen:** Die Art tritt im Obereozän bis Untermiozän von Europa auf (MEHRNUSCH 1989). Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem Septarienton von Berlin. *Bolivina beyrichi* ist aus dem belgischen und niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, sowie aus dem Oligozän der bayrischen Molasse bekannt. Im Mainzer Becken nennt STOLTZ (1906) erstmals diese Form. *Bolivina beyrichi* ist häufig im Oberen Rupelton 1, seltener im Oberen Rupelton 2 und 3 anzutreffen. Diese Foraminifere tritt im gesamten Fischschiefer auf, besonders häufig im FS 2. *Bolivina beyrichi* konnte im FM 2 und 3 gefunden werden, scheint aber im FM 1 zu fehlen. Im Profil Cospuden tritt *Bolivina beyrichi* gelegentlich von Probe 49 bis Probe 65 auf.

Überfamilie BULIMINACEA JONES, 1875

Familie BULIMINIDAE JONES, 1875

Unterfamilie ANGULOGERINA CUSHMAN, 1927

*Angulogerina* CUSHMAN, 1927

*Angulogerina gracilis* (REUSS, 1851)

(Taf. 3, Fig. 9)

- \* 1851 *U. gracilis* m. - REUSS: 77, Taf.5 Fig.39 [U. = *Uvigerina*].
- 1956 *Uvigerina (Uvigerina) gracilis* REUSS 1851 - VOLK: 134.
- 1958 *Angulogerina gracilis* (REUSS) - BATJES: 134, Taf.6, Fig.1-5.
- 1962 *Angulogerina gracilis* (REUSS) 1851 - KIESEL: 56, Taf.8, Fig.10.
- 1963 *Angulogerina gracilis* (REUSS 1851) - HAUSMANN: 376, Taf.7, Fig.1-3.
- 1970 *Angulogerina gracilis* REUSS, 1851 - KIESEL: 267.

1987      *Trifarina gracilis* (REUSS) - REISER: 84.

L.: 0,41-0,51 mm      B.: 0,07-0,12 mm.

**Beschreibung:** Das spindelförmige Gehäuse ist meist mehr als dreimal so lang wie breit. Der Querschnitt ist im jüngeren Gehäuseteil etwa dreieckig, im älteren rundlich. Die unterschiedlich stark geblähten Kammern sind triserial angeordnet. Es sind mindestens 11 Kammern sichtbar. Die kleineren Anfangskammern überdecken sich teilweise. Die Suturen sind im Anfangsteil undeutlich, im jüngeren Gehäuseteil stärker eingesenkt. Die fein perforierte Schalenoberfläche ist z.T. glatt und z.T. mit Längsrippen überzogen, deren Dicke und Größe schwankt. Meist sind die unteren ein bis zwei Drittel leicht berippt und das obere Drittel glatt. Die Mündung ist von einer Lippe umgeben und sitzt an einem kurzen Halschen.

**Bemerkung:** Hierbei handelt es sich um eine stark variierende Form, deren einzelne Variationen auch als verschiedene Arten aufgefaßt wurden. Wie in BATJES (1958) und HAUSMANN (1963) wurden in der vorliegenden Arbeit die Variationen zu einer Art zusammengefaßt. Die Variationsbreite umfaßt das Verhältnis von Länge zu Breite sowie die Stärke und Ausmaß der Berippung. Nach HAUSMANN (1963) hängt die Berippung möglicherweise von Umweltfaktoren ab.

**Vorkommen:** Die Erstbeschreibung wurde an Material aus dem Septarienton von Berlin durchgeführt. *Angulogerina gracilis* ist aus dem belgischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, sowie aus dem Oligozän der bayrischen Molasse bekannt. Im Mainzer Becken wird diese Form von VOLK (1956) für den Unteren Rupelton beschrieben, konnte aber in den untersuchten Profilen nicht gefunden werden. *Angulogerina gracilis* ist in den Proben Cospuden 49 bis 61 anzutreffen, eine Häufung ist in der Probe 58 zu verzeichnen.

Überfamilie DISCORBACEA EHRENBERG, 1838

Familie ROTALIELLIDAE LOEBLICH &amp; TAPPAN, 1964

*Sphaeroidina* D'ORBIGNY, 1826*Sphaeroidina variabilis* REUSS, 1851

(Taf. 3, Fig. 7)

- \* 1851      *S. variabilis* m.- REUSS: 88, Taf.7, Fig.61-64 [*S.* = *Sphaeroidina*].
- 1942      *Sphaeroidina variabilis* REUSS -DAM & REINHOLD: 95, Taf.7, Fig.5.
- 1956      *Sphaeroidina bulloides* ORBIGNY 1826 - VOLK: 143.
- 1958      *Sphaeroidina bulloides* D'ORBIGNY - BATJES: 140, Taf.6, Fig.11.
- 1962      *Sphaeroidina variabilis* REUSS 1851 - KIESEL: 53, Taf.8, Fig.4.
- 1963      *Sphaeroidina variabilis* REUSS 1851 - HAUSMANN: 396, Taf.7, Fig.11.
- 1963      *Sphaeroidina variabilis* REUSS 1851 - KÜMMERLE: 39, Taf.5, Fig.7a-b.

Durchmesser: 0,21-0,36 mm

**Beschreibung:** Die äußere Gehäuseform ist als globular bis unregelmäßig kugelig zu bezeichnen. Die Wandung ist glatt und sehr fein perforiert. Die kugelig aufgeblähten Kammern sind unregelmäßig spiralig angeordnet, wobei die älteren so von den jüngeren überdeckt werden, daß nur noch 6-7 jüngere Kammern von außen sichtbar sind. Die



Suturen sind sehr deutlich und z. T. tief eingesenkt. Die schmale halbkreisförmige Mündung liegt mit ihrer Lippe am Innenrand der Endkammer. Die von HAUSMANN (1963) beschriebene Zahnplatte konnte nicht erkannt werden, möglicherweise ist sie abgebrochen.

Bemerkung: Während BATJES (1958) *Sp. bulloides* und *Sp. variabilis* zusammenfaßt, unterscheiden DAM & REINHOLD (1942) beide Formen anhand der Eintiefung der Nähte. Bei *Sp. variabilis* sollen die Nähte deutlich eingetieft sein, während sie bei *Sp. bulloides* nicht eingetieft sein sollen. Die vorliegenden Exemplare zeigen deutlich eingetiefte Nähte.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem Septarienton von Berlin. *Sphaeroidina variabilis* ist aus dem belgischen und niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau und dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel bekannt. Die Art tritt gelegentlich im Profil Cospuden von Probe 49 bis Probe 67 auf und gelegentlich im gesamten Fischschiefer und ist deshalb ohne stratigraphische Bedeutung. Im Mainzer Becken nennt SPANDEL (1909) zuerst *Sphaeroidina variabilis* für den Rupelton.

Überfamilie **PLANORBULINACEA** SCHWAGER, 1877

Familie **CIBICIDIDAE** CUSHMAN, 1927

Unterfamilie **CIBICIDINAE** CUSHMAN, 1927

*Cibicides* DE MONTFORT, 1808

*Cibicides ungerianus* (D'ORBIGNY, 1846)

(Taf. 1, Fig. 4 und Taf. 4, Fig. 2)

- \* 1846 *Rotalina Ungeriana* d'Orb. - D'ORBIGNY: 157, Taf. 8, Fig. 16-18.
- 1942 *Cibicides ungerianus* (D'ORBIGNY) - DAM & REINHOLD: 98, Taf. 8, Fig. 5.
- 1956 *Cibicides ungerianus* (ORBIGNY 1846) - VOLK: 161.
- 1958 *Cibicides ungerianus* (D'ORBIGNY) - BATJES: 152, Taf. 9, Fig. 6.
- 1962 *Cibicides ungerianus* (D'ORBIGNY) 1846 - KIESEL: 75, Taf. 11, Fig. 7.
- 1963 *Cibicides ungerianus* (D'Orbigny 1846) - HAUSMANN: 400, Taf. 8, Fig. 5.
- 1970 *Cibicides ungerianus* (ORBIGNY, 1846) - KIESEL: 311.
- 1970 *Cibicides pseudoungerianus* (CUSHMAN, 1922) - KIESEL: 311, Taf. 19, Fig. 4, 6.
- 1985 *Cibicides ungerianus* (d'Orbigny) - PAPP & SCHMID: 60, Taf. 51, Fig. 7-11.
- 1987 *Cibicides ungerianus ungerianus* (D'ORBIGNY) - REISER: 116, Taf. 18, Fig. 15-17.

Durchmesser: 0,34-0,56 mm.

Beschreibung: Das bikonvexe Gehäuse hat eine stärker gewölbte Ventralseite, die Dorsalseite kann fast flach sein. Die Peripherie ist spitzwinklig und meist scharf, manchmal auch kielartig betont. Auf der Ventralseite sind etwa 10 schmal keilförmige, leicht gebogene Kammern sichtbar. Die Kammern nehmen an Größe zu, die letzte Kammer ist mitunter etwas aufgebläht. Die Suturen sind gut erkennbar, z. T. verdickt und zwischen den jüngeren Kammern eingesenkt. Die radial liegenden Suturen verlaufen in der Nähe der Peripherie gegen die Wachstumsrichtung. Der Nabel ist leicht eingetieft. Der Nabel auf der Dorsalseite ist mit Körnchen besetzt und nicht erkennbar.

Bemerkung: Die Körnchenbildung in der Nabelgegend ist wahrscheinlich variabel. KIESEL (1970) beschreibt *Cibicides ungerianus* mit körniger Bildung in der Nabelgegend und *Cibicides pseudoungerianus* mit hyalinem Material in der Nabelgegend. Die Exemplare aus dem Oberen Rupelton des Mainzer Beckens weisen alle die körnige Bildung auf. Die

Exemplare des Profils Cospuden weisen teilweise körnige Bildungen auf und teilweise nicht. Sonst sind keine Unterschiede feststellbar. Ob es sich dabei um Variationen oder um eine eigene Art handelt, kann hier nicht einwandfrei geklärt werden. Die Arten ohne körnige Bildungen im Nabelbereich werden daher zu *Cibicides ungerianus* gestellt.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem Badenien des Wiener Beckens. *Cibicides ungerianus* ist aus dem belgischen und niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarionton von Magdeburg und Dessau und dem Oligozän der bayrischen Molasse bekannt. Im Mainzer Becken nennt SPANDEL (1909) *Cibicides ungerianus* für den Oberen Rupelton. Erstmals wird diese Form für das Mainzer Becken von STOLTZ (1906) aufgelistet. *Cibicides ungerianus* ist im gesamten Oberen Rupelton, besonders im Oberen Rupelton 1 anzutreffen. Er tritt im Profil Cospuden von Probe 51 bis 58 sogar teilweise recht häufig auf.

Familie PLANORBULINIDAE SCHWAGER, 1872

Unterfamilie PLANORBULINACEA SCHWAGER, 1872

*Planorbulina* D'ORBIGNY, 1826

*Planorbulina difformis* ROEMER, 1838

(Taf. 1, Fig. 9)

- \* 1838 *Pdiformis* v.M.- ROEMER: 390, Taf.3, Fig.59 [*P=Planorbulina*].
- 1958 *Planorbulina difformis* ROEMER - BATJES: 165, Taf.9, Fig.2.
- 1963 *Planorbulina difformis* ROEMER 1838 - KÜMMERLE: 58, Taf.10, Fig.3a-b.
- 1974 *Planorbulina difformis* ROEMER, 1838 - DOEBL & SONNE: 35, Taf.10, Fig.76.

Durchmesser: 0,29-0,54 mm.

Beschreibung: Die Wandung ist kalkig und grob perforiert. Im frühen Stadium ist ein trochospiraler Anfangsteil zu beobachten. Die Kammerzahl und Kammergröße schwanken stark, sie werden durch deutlich eingesenkte Nähte voneinander getrennt. Die Spiralseite ist unregelmäßig geformt, da sie als sessile Form das Substrat abbildet. Der Rand erscheint auf der Nabelseite wulstartig verdickt. Die Mündungen konnten bei den schlecht erhaltenen Exemplaren nicht eindeutig erkannt werden. Sie sind wahrscheinlich schlitzförmig und liegen distal. Hier ist die enge morphologische Verwandtschaft zur Gattung *Cibicides* zu beobachten, mit Übergängen zwischen *Planorbulina difformis* und *Cibicides lobatulus*.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung wurde an Material aus dem norddeutschen tertiären Meeressand vollzogen. *Planorbulina difformis* wird von DOEBL & SONNE (1974) zuerst für den Unteren Meeressand (Rupel) im Mainzer Becken genannt. Diese Form ist noch aus dem belgischen Oligozän und aus dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel bekannt. *Planorbulina difformis* ist in den untersuchten Profilen nur typisch für den FS 2, tritt hier aber sehr selten auf. Ein zerbrochenes Exemplar einer *Planorbulina*, bei dem es sich ebenfalls um *Planorbulina difformis* handeln könnte, wurde auch in der Probe Cospuden 65 gefunden.

Überfamilie NONIONACEA SCHULTZE, 1854

Familie NONIONIDAE SCHULTZE, 1854

Unterfamilie PULLENINAE SCHWAGER, 1870

*Melonis* DE MONTFORT, 1808

*Melonis affinis* (REUSS, 1851)

(Taf. 4, Fig. 3)

- |     |      |                                                                                         |
|-----|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| non | 1798 | <i>Nautilus umbilicatus</i> - WALKER & JACOB [fide LANGER 1967]: 641, Taf. 14, Fig. 34. |
| •   | 1851 | <i>N. affinis</i> m. - REUSS: 72, Taf. 5, Fig. 32 [ <i>N. = Nonionina</i> ].            |
|     | 1863 | <i>N. affinis</i> Rss. - REUSS: 61 [ <i>N. = Nonionina</i> ].                           |
|     | 1884 | <i>Truncatulina Weinkauffi</i> Rss. - ANDREAE: 218, Taf. 8, Fig. 11.                    |
|     | 1909 | <i>Anomalina affinis</i> REUSS - SPANDEL: 159.                                          |
|     | 1925 | <i>N. affinis</i> Rss. - FRANKE: 188, Taf. 6, Fig. 71.                                  |
|     | 1942 | <i>Nonion affine</i> (REUSS) - DAM & REINHOLD: 75, Taf. 4, Fig. 15.                     |
|     | 1956 | <i>Nonion umbilicatus</i> - WALKER & JACOB - VOLK: 166.                                 |
|     | 1958 | <i>Nonion affine</i> (REUSS) - BATJES: 140, Taf. 6, Fig. 12.                            |
| •   | 1962 | <i>Nonion affine</i> (REUSS) 1851 - KIESEL: 65, Taf. 9, Fig. 14.                        |
| •   | 1963 | <i>Nonion affine</i> (REUSS 1851) - HAUSMANN: 367, Taf. 6, Fig. 10.                     |
| •   | 1963 | <i>Nonion umbilicatum</i> (WALKER & JACOB 1798) - KÜMMERLE: 45, Taf. 6, Fig. 7a-b.      |
|     | 1967 | <i>Melonis affinis affinis</i> (REUSS, 1851) - LANGER: 719.                             |
|     | 1970 | <i>Melonis affine</i> (REUSS, 1851) - KIESEL: 283, Taf. 15, Fig. 7.                     |
| •   | 1974 | <i>Nonion affine</i> (REUSS; 1851) - DOEBL & SONNE: 36, Taf. 10, Fig. 79.               |
|     | 1987 | <i>Melonis affinis</i> (REUSS) - REISER: 95, Taf. 10, Fig. 6-7.                         |

Durchmesser: 0,31-0,34 mm    Gehäusebreite: 0,36-0,41 mm  
Gehäusedicke: 0,12-0,17 mm

**Beschreibung:** Das planspirale involute Gehäuse ist seitlich zusammengedrückt. Die Wandung ist glatt, glänzend, teilweise glasig und deutlich fein perforiert. Die aufeinanderfolgenden Kammern zeigen eine allmähliche Größenzunahme. Im letzten Umgang sind 8-12 Kammern erkennbar, davon sind die jüngsten häufig aufgebläht. Die Suturen sind deutlich, leicht eingesenkt - besonders zwischen den jüngeren Kammern - und zeigen eine schwache Biegung entgegen der Wachstumsrichtung. In der Nabelregion laufen die Suturen zu einem ringförmigen Saum aus glasiger Schalensubstanz zusammen. Die Nabelregion ist auf beiden Seiten etwas vertieft. Die Mündung ist ein basaler halbkreisförmiger Schlitz, der längs der gesamten Basis der Aperturalfäche verläuft. Am Saum der Aperturalfäche ist eine schmale Lippe ausgebildet.

**Bemerkung:** Nach LANGER (1967) handelt es sich bei *Nautilus umbilicatus* um kein älteres Synonym von *Melonis affinis*, auch wenn in vielen älteren Arbeiten *Melonis affinis* als *Nonion umbilicatum* beschrieben wurde (vgl. auch BOLTOVSKOY 1958). Nach REISER (1987) und LANGER (1967) können *Melonis pompiloides* (FICHTEL & MOLL, 1798) und *Melonis affinis* anhand des Verhältnisses von Gehäusebreite zu Gehäusedicke unterschieden werden. Bei den vorliegenden Exemplaren handelt es sich um *Melonis affinis*, da die Gehäuse zwei bis dreimal so breit wie dick sind. Bei *Melonis pompiloides* wäre das Gehäuse nur eineinhalb bis zweimal so breit wie dick.

**Vorkommen:** Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem Septarienton von Berlin. Außerdem ist *Melonis affinis* aus dem Elsässer Tertiär, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel und aus dem Oligozän der bayrischen Molasse bekannt. *Melonis affinis* tritt im gesamten Rupelton des Mainzer Beckens auf, aber ohne stratigraphische Bedeutung. Für den Rupelton des Mainzer Beckens wird diese Form zuerst von REUSS (1863) genannt. Im Profil Cospuden ist die Art in den Proben 52 bis 61 z. T. recht häufig anzutreffen.

***Pullenia* PARKER & JONES, 1862**

***Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY, 1846)**

(Taf. 4, Fig. 4)

- 1826 *Nonionina BULLOIDES*, Nob. - D'ORBIGNY: 293 [nomen nudum].
- \* 1846 *NONIONINA BULLOIDES* D'ORBIGNY - D'ORBIGNY: 107, Taf. 5, Fig. 9-10.
- 1855 *N. bulloides* D'ORB. var. - BORNEMANN: 339, Taf. 16, Fig. 1-3 [*N.* = *Nonionina*].
- 1866 *P. bulloides* d'Orb. sp. - REUSS: 150 [*P.* = *Pullenia*].
- 1884 *Pullenia bulloides* D'ORB. sp. - ANDREAE: 206, Taf. 9, Fig. 23.
- 1942 *Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY) - DAM & REINHOLD: 95, Taf. 7, Fig. 6.
- 1958 *Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY) - BATJES: 139, Taf. 6, Fig. 9.
- 1962 *Pullenia sphaeroides* (D'ORBIGNY) 1826 - KIESEL: 66, Taf. 9, Fig. 17.
- 1963 *Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY 1826) - HAUSMANN: 394, Taf. 7, Fig. 10.
- 1963 *Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY 1826) - KÜMMERLE: 46, Taf. 7, Fig. 2a-b.
- 1985 *Pullenia bulloides* D'ORBIGNY - PAPP & SCHMID: 45, Taf. 34, Fig. 6-9.
- 1987 *Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY) - REISER: 95.

Durchmesser: 0,22-0,26 mm

**Beschreibung:** Die Gehäuseform ist als annähernd kugelig zu bezeichnen. Die Wandung ist glatt, glänzend und sehr fein perforiert. Die Kammern sind planspiral involut angeordnet. Die Kammergröße der aufeinanderfolgenden Kammern nimmt nur sehr langsam zu. Es ist nur die letzte Windung mit vier bis viereinhalb Kammern sichtbar. Die Suturen verlaufen gerade und sind nicht oder nur sehr geringfügig eingesenkt. Die Nabelregion ist nicht vertieft. Die schmale bogenförmige Mündung verläuft an der Basis der Stirnseite der letzten Kammer von der Nabelregion der einen Seite auf die andere.

**Bemerkung:** Da durch D'ORBIGNY (1826) nur eine Benennung, aber keine Abbildung oder Beschreibung erfolgte, handelt es sich hierbei um ein nomen nudum. Gültig als Erstbeschreibung aus dem Badenien des Wiener Beckens ist D'ORBIGNY (1846).

**Vorkommen:** *Pullenia bulloides* ist aus dem Elsässer Tertiär, dem belgischen und niederländischen Oligozän, dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel und dem Oligozän der bayerischen Molasse bekannt. *Pullenia bulloides* tritt gelegentlich im gesamten Rupelton des Mainzer Beckens auf, aber ohne stratigraphische Bedeutung. Hier wurde diese Form schon von STOLTZ (1906) genannt. Im Profil Cospuden ist sie gelegentlich von Probe 49 bis Probe 68 anzutreffen.

Überfamilie **CHILOSTOMELLACEA** BRADY, 1881

Familie **HETEROLEPIDAE** GONZÁLES-DONOSO, 1969

***Heterolepa* FRANZENAU, 1884**

***Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY, 1846)**

(Taf. 2, Fig. 7)

- \* 1846 *ROTALINA Dutemplei* d'ORB. - D'ORBIGNY: 157, Taf. 8, Fig. 19-21.
- 1942 *Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY) - DAM & REINHOLD: 99, Taf. 8, Fig. 3.
- 1956 *Cibicides dutemplei* (ORBIGNY 1846) - VOLK: 158.
- 1958 *Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY) - BATJES: 150, Taf. 9, Fig. 9-11.

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

- 1962 *Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY) 1846 - KIESEL: 73, Taf.11, Fig.1.
- 1963 *Cibicides dutemplei* (D'Orbigny 1846) - HAUSMANN: 399, Taf.8, Fig.6.
- 1963 *Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY 1846) Forma 1 - KÜMMERLE: 53, Taf.8, Fig.6a-c.
- 1963 *Cibicides dutemplei* (D'ORBIGNY 1846) Forma 2 - KÜMMERLE: 54, Taf. 9, Fig.1a-c.
- 1970 *Cibicides dutemplei* (ORBIGNY, 1846) - KIESEL: 307, Taf.19, Fig.2.
- 1985 *Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY) - PAPP & SCHMID: 59, Taf.50, Fig.1-2.
- 1987 *Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY) - REISER: 117.
- 1987 *Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY) - WENGER: 327, Taf.22, Fig.6-8.

Durchmesser: 0,65-0,73 mm.

Beschreibung: Das Gehäuse ist bikonvex, aber die Spiralseite ist flacher. Die Oberfläche ist glatt und nicht durchscheinend. Die Spiralseite mit zweieinhalb Windungen hat breite und unscharf begrenzte Suturen. Die älteren Kammern sind nicht erkennbar, die jüngeren sind z.T. deutlich grob perforiert. Die Suturen auf der Nabelseite sind gerade bis schwach gebogen und nicht eingesenkt. Auch hier sind grobe unregelmäßig verteilte Poren zu erkennen. Die Mündung ist schlitzen- bis bananenförmig und liegt neben und über der Peripherie.

Bemerkungen: Die von KÜMMERLE (1963) und HAUSMANN (1963) beschriebenen Variationen konnten in vorliegenden Material nicht beobachtet werden.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an Material aus dem Badenien des Wiener Beckens. *Heterolepa dutemplei* ist auch aus dem belgischen und niederländischen Oligozän, aus dem Oligozän von Mecklenburg, dem Septarienton von Magdeburg und Dessau, dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel und dem Oligozän und Miozän der bayerischen Molasse bekannt. *Heterolepa dutemplei* tritt im Mainzer Becken und Oberrheingraben im FM 2 und 3 auf. Als erster nennt SPANDEL (1909) diese Form für den Unteren Rupelton des Mainzer Beckens.

Unterfamilie **GYROIDINOIDAE** SAIDOVA, 1981

*Rotaliatina* CUSMAN, 1925

*Rotaliatina offenbachensis* SPANDEL, 1909

(Taf.1, Fig. 3)

- \* 1909 *Rotalia offenbachensis* n.sp. - SPANDEL: 157, Taf.2, Fig.8.
- 1956 *Rotaliatina offenbachensis* (SPANDEL 1909) - VOLK: 151.

Durchmesser: 0,40-0,45 mm.

Beschreibung: Der Gehäusequerschnitt ist kreisrund. Die Kammern sind spiralig angeordnet, so daß etwa drei Windungen übereinander sichtbar sind. Die letzte Windung hat 8-9 schmale, fast rechteckige Kammern. Die Nähte sind fein und oft undeutlich. Der Nabel ist eng und etwas vertieft. Die Schalenoberfläche ist glatt, glänzend und sehr fein perforiert. Die Mündung ist ein schmaler Schlitz, der sich an der Basalnaht zwischen Nabel und Peripherie erstreckt.

Bemerkung: Die aus anderen Gebieten beschriebene *Rotaliatina buliminoides* müßte höher trochospiral sein als *Rotaliatina offenbachensis*.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte durch SPANDEL (1909) im Mainzer Becken. *Rotaliatina offenbachensis* tritt im Mainzer Becken nur im Oberen Rupelton 1 auf und ist aus anderen Gebieten bisher nicht beschrieben.

Familie GAVELINELLIDAE HOFKER, 1956

Unterfamilie GAVELINELLINAE HOFKER, 1956

*Hansenisca* LOEBLICH & TAPPAN, 1988

*Hansenisca soldanii* (D'ORBIGNY, 1826)

(Taf. 2, Fig. 9)

- \* 1826 *Gyroidina SOLDANII* Nob. - D'ORBIGNY: 278.
- 1846 *ROTALINA SOLDANII*, d'Orbigny - D'ORBIGNY: 155, Taf.8, Fig.10-13.
- 1851 *R.Soldanii* D'ORB. - REUSS: 74 [R.=Rotalina].
- 1884 *Rotalia Soldanii* D'ORB.- ANDREAE: 155, 257, 262, Taf.9, Fig.3.
- 1909 *Rotalia soldanii* d'Orb.- SPANDEL: 157-158.
- 1925 *R.Soldanii* d'Orb.- FRANKE: 186, Taf.6, Fig.65.
- 1956 *Gyroidina soldanii* [sic!] ORBIGNY 1826 - VOLK: 148.
- 1958 *Gyroidina soldanii* D'ORBIGNY - BATJES: 147, Taf.7, Fig.12-15.
- 1962 *Gyroidina soldanii* D'ORBIGNY - KIESEL: 69, Taf.10, Fig.6.
- 1963 *Gyroidina soldanii* D'ORBIGNY 1826.- KÜMMERLE: 49, Taf.7, Fig.8a-c.
- 1985 *Gyroidina soldanii* D'ORBIGNY 1826.- PAPP & SCHMID: 60, Taf.50, Fig.4-9.
- 1987 *Gyroidina soldanii* D'ORBIGNY - REISER: 101, Taf.12, Fig.7,10,11.
- 1987 *Gyroidina soldanii* D'ORBIGNY - WENGER: 309.
- 1992 *Gyroidina soldanii* D'ORBIGNY, 1826 - KUHN: 83, Taf.23, Fig.14-16.

Durchmesser: 0,30-0,39 mm.

Beschreibung: Das umbilikkonvexe Gehäuse besitzt eine glatte Wandung mit sehr feinen Poren. Die Kammern sind trochospiral angeordnet. Die fast ebene bis schwach konvexe Spiralseite zeigt zweieinhalb bis drei enge Windungen. Die Nabelseite ist hoch gewölbt und läßt acht bis zehn schmal keilförmige Kammern mit gleichmäßiger Größenzunahme erkennen. Die Suturen verlaufen radial, sind geringfügig gegen die Wachstumsrichtung gebogen und nicht oder nur schwach eingesenkt; nur im Nabelbereich ist eine stärkere Einsenkung erkennbar. Der Nabel ist eng und relativ stark vertieft. Die schlitzförmige Mündung liegt an der Basis der Stirnseite, mehr der Peripherie genähert.

Bemerkung: Die Erstnennung von D'ORBIGNY (1826) ist auch ohne Beschreibung und Abbildung gültig, da auf die Abbildungen bei SOLDANI (1789-1798) verwiesen wird.

Vorkommen: Die Erstbeschreibung erfolgte an rezentem Material. *Hansenisca soldanii* ist außerdem aus dem Elsässer Tertiär, dem Oligozän Belgiens, dem Oligozän von Mecklenburg, dem oberoligozänen Meeressand bei Kassel, dem Badenien des Wiener Beckens, dem bayerischen und salzburgischen Helvetikum, sowie dem Oligozän und Miozän der bayerischen Molasse bekannt. *Hansenisca soldanii* tritt im gesamten Rupelton des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens auf, die erste Nennung für den Rupelton des Mainzer Beckens erfolgte durch STOLTZ (1906). Im Oberen Rupelton 2 und FM 2 sind nur sehr kleine Exemplare vorhanden. Gelegentlich ist die Art auch in den Proben 50 bis 61 des Profils Cospuden anzutreffen.

## 7.2. Begleitfauna und -flora

Da in den untersuchten Profilen entsprechend der Aufgabenstellung hauptsächlich die Foraminiferenfauna bearbeitet wurde, wird die „Begleitfauna“ hier nur kurz angesprochen und auch nur dann, wenn sie in den gliederbaren Bohrungen oder Tagesaufschlüssen auftritt, also aus dem Mainzer Becken, dem Oberrheingraben und der Leipziger Bucht. Dabei wurde nur das Niveau des Fischeschiefers bearbeitet. Die Zuordnung der „Begleitfauna“ wird dadurch erschwert, daß einige der Bohrungen schon ausgelesen vorlagen und beim Auslesen vorwiegend stratigraphisch verwertbare Fossilreste (Ostrakoden, Foraminiferen, u.a.) beachtet wurden. Bei den Vergleichsbohrungen aus Hessen kann in dieser Arbeit nur die Foraminiferenfauna berücksichtigt werden. Für die Liste der „Begleitfauna“ wird deshalb kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben. Das Phytoplankton, das in allen Profilen vorkommt und z.T. sogar sehr häufig vorliegt, wird hier nicht berücksichtigt (Ausnahme: Diatomeen). Eine eigene Bearbeitung des Phytoplanktons der Leipziger Bucht ist zur Zeit im Gange, ebenso wie die Bearbeitung der Molluskenfauna (SCHINDLER 1994, GÜRS, in Vorbereitung).

### 7.2.1. Characeen

In der Bohrung Worms 3 aus dem Oberrheingraben treten im gesamten Profilbereich Characeen-Oogonien auf. Wahrscheinlich fand eine Verunreinigung des Spülgutes durch Nachfall aus den hangenden Schichten statt (z.B. durch die Bunte Niederroedern-Schichten).

In allen übrigen Bohrungen und Aufschlüssen fehlen Characeenreste.

### 7.2.2. Diatomeen

Diatomeen sind nur sehr selten im Fischeschiefer zu finden. Nur im Mainzer Becken in den Bohrungen Kf 16 und Kh 14 treten im unteren Bereich einige runde, quadratische und dreieckig eingedellte Formen auf. In der Bohrung Hackenheim sind im Bereich zwischen 127 und 130,5 m eine Anzahl von dreieckig eingedellten Diatomeen gefunden worden. Diese sind der Gattung *Triceratium* zuzuordnen (Taf. 2, Fig. 12).

### 7.2.3. Radiolarien

Auch Radiolarien sind im Fischeschiefer selten. Im Mainzer Becken sind sie, außer einem Exemplar im obersten Teil des Profils Eh 1, bei dem es sich wahrscheinlich um Nachfall handelt, nur im unteren Teil von Profil Kh 14 zu finden. Die stark zusammengedrückten Kieselenskelette konnten der Unterordnung Spumellina zugeordnet werden.

### 7.2.4. Poriferen-Reste

Häufig wurden im Mainzer Becken Triaxone und Tetraxone von Kieselschwämmen gefunden. Diese Skleren sind meist zerbrochen. Zudem treten Mikroskleren der Familie der Geodiidae auf (GRIMM 1993). Spiculae sind besonders in FS A anzutreffen, auch hier wieder bevorzugt im ehemaligen Küstenbereich. Schwammreste treten in den Bohrungen Dietersheim, Hackenheim, Kh 14, Kf 16, Kf 13 und Albig auf.

Außerdem gehören Geodiidae-Mikrosklerden in der Leipziger Bucht zu den wenigen Fossilresten, die im Profil Zwenkau auftreten (Taf. 4, Fig. 7). Dort sind abgerollte Mikrosklerden und Megasklerden im gesamten Profil zu finden. Im Profil Cospuden sind die Mikrosklerden ebenfalls im gesamten Profil bis Probe 89 vertreten, Megasklerden finden sich in Probe 83 -89.

#### 7.2.5. Mollusken-Reste

In den meisten untersuchten Profilen des Mainzer Beckens und der Oberrheingraben sind Molluskenreste recht häufig anzutreffen. Hierbei handelt es sich überwiegend um Bruch von Muschelschalen, der über das gesamte Fischeischieferprofil verteilt ist. Besonders viel Molluskenbruch ist in den Bohrungen des Grabens und den grabenrandnahen Bohrungen zu finden. In der Bohrung Eh 1 wurde bei 44 m die Lamellibranchiate *Nucula* sp. und bei 71 m die Gastropode *Valonia lepida* (REUSS) gefunden. Beide Formen sind typisch für den Schleichsand. Die allgemeine Verunreinigung dieser Bohrung spricht dafür, daß es sich hierbei um Nachfall handelt. In der Bohrung Kf 16 wurde bei 29 -30 m ein Steinkern von Naticidae gen. et spec. indet. gefunden. In dieser Bohrung tritt auch bei 37- 38 m die von SANDBERGER (1853) als für den Rupelton typisch beschriebene *Asthenostoma* (*Asthenostoma*) *bicinctulata* (SANDBERGER) auf. In der Bohrung Eh 1 und in der Bohrung Bo 65 treten Reste von Scaphopoden auf, die *Rhabdus parallelus* (ZINNDORF) zuzuordnen sind und auf Nachfall aus dem Oberen Rupelton zurückgehen (JANSSEN schriftliche Mitteilung 1994, GÜRS mündliche Mitteilung 1994). Pteropoden konnten nicht identifiziert werden, auch wenn von KUSTER-WENDENBURG (1974) ein Pteropodenhorizont im unteren Teil des Mittleren Rupeltons beschrieben wird. Einige Molluskensteinkerne treten in der Bohrung Worms 3 bei 1214 m auf. Hier handelt es sich um *Sigatica* aff. *hantoniensis* (PILKINGTON), um mehrere unbestimmbare Protoconche einer Gastropodenart und um Nuculanidae inc. sedis.

Molluskenreste der Profile aus der Hessischen Senke und der Leipziger Bucht wurden nicht untersucht.

#### 7.2.6. Crustaceen

Ostrakoden treten im Profilbereich im Mainzer Becken und Oberrheingraben unregelmäßig verteilt auf und sind sehr selten. Oft handelt es sich um Nachfall aus dem Schleichsand oder um Einschwemmung vom Küstengebiet.

In der Bohrung Kf 5 des Mainzer Beckens wurden bei 29 m Vertreter der Gattungen *Pokornyyella*, *Eucytherura* und *Loxoconcha* gefunden. Aus dem unteren Teil der Bohrung Kf 16 wurden die Gattungen *Cypridea*, *Eucytherura*, *Pokornyyella*, *Semicytherura*, *Macropora*, *Cytheropteron* und *Neocythere* bestimmt. Im unteren Profilteil von Kh 14 treten *Legumino-cythereis*, *Echinocythereis*, *Cytherella*, *Cytherelloidea* und *Quadracythere* auf. Bei den im oberen Profilteil von Eh 1 gefundenen *Paracyprideis* handelt es sich wahrscheinlich um Nachfall. Im unteren Teil ist hier eine Klappe von *Neocyprideis* gefunden worden. Eine Klappe der Gattung *Eucytherura* wurde im unteren Profilteil von Bo 28 entdeckt. In der Bohrung Bo 65 wurden Ostrakoden der Gattung *Loxoconcha* und *Paracyprideis* bestimmt. Bei 39 m tritt in der Bohrung FH Bingen ein Ostrakod auf, der als *Cypridacea* gen. et spec. indet. bestimmt wurde. Bei den im Profil Hackenheim durchgehend und im Profil



Mommenheim gelegentlich auftretenden Ostrakoden handelt es sich wahrscheinlich um Nachfall. Im Profil Albig wurden Ostrakoden bei 74 m, 76 m, 81 m und 82 m gefunden. Die Gattung *Quadracythere* wurde bei 74 m und 82 m angetroffen, *Eucytherura* bei 76 m und 81 m. Bei 81 m wurde auch ein Vertreter von *Bairdia* gefunden.

Neben Ostrakoden treten sehr selten Reste von Cirripedia auf. Ein Bruchstück von einer *Balanidae* gen. et spec. indet. wurde lediglich in der Bohrung Eh 1 bei 60 m gefunden.

Ebenfalls um Nachfall handelt es sich im Oberrheingraben bei den Ostrakoden im oberen Profilteil von Biebesheim 2 und den über das gesamte Profil verteilten Ostrakoden in Worms 3. Bei 1774 m der Bohrung Biebesheim 2 wurden *Leguminocythereis*, *Cytherelloidea* und *Cypridacea* gen. et spec. indet. angetroffen. Bei 1788 m wurden *Occultocythereis*, *Krithe* und *Leguminocythereis* bestimmt. *Cytheretta*, *Bythocypris* und *Schuleridea* sind die bei 1794 m auftretenden Gattungen. In der Bohrung Worms 3 wurden bei 1228 m und 1236 m *Cyanocytheroidea* gefunden. Bei 1228 m tritt *Bairdia* auf, bei 1236 m kommen noch Vertreter der Gattungen *Occultocythereis*, *Krithe* und *Bythocypris* hinzu.

Im Profil Implingen 1 wurden ein unbestimmbarer Ostrakod gefunden. In Landau 74, Probe 8 sind neben Ostrakodenbruch die Gattungen *Henryhowella*, *Schuleridea* und *Paracypris* vertreten, Probe 9 enthält unter anderem *Echnocythereis* und *Bythocypris*, Probe 12 *Loxoconcha*, *Cypridacea* und *Henryhowella*. Die letzten beiden Gattungen wurden auch in Probe 13 gefunden. Im Profil Schliengen 1001 sind in den Proben 3 bis 10 Ostrakoden häufig, im Profil Schliengen 1012 ist dagegen nur in Probe 16 ein unbestimmbares Ostrakodenbruchstück gefunden worden.

In der Leipziger Bucht im Profil Cospuden tritt in Probe 83 ein Exemplar von *Loxoconcha delmontensis* (OERTLI, 1956) auf.

#### 7.2.7. Echinodermen-Reste

Hierbei handelt es sich hauptsächlich um Seeigelstacheln, vereinzelt wurden auch Reste von Ambulakral- bzw. Interambulakralplatten gefunden. Gelegentlich kommen Echinodermenreste über das ganze Fischschieferprofil verteilt vor, in den meisten Fällen aber nur vereinzelt im mittleren und unteren Profilbereich. Seeigelstachel werden bevorzugt in Bohrungen gefunden, die nahe der ehemaligen Küste abgeteuft wurden, also in Gebieten, die dem ehemaligen Lebensraum von Echinodermen entsprechen. Echinodermenreste wurden in folgenden Bohrungen des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens gefunden: FH Bingen, Dietersheim, Kh 14, Kf 3, Kf 16, Eh 1, Albig, Biebesheim 2, Worms 3 und Landau 74.

Im Profil Cospuden (Leipziger Bucht) treten Seeigelstachel fast im gesamten Profil auf (Probe 52-81).

#### 7.2.8. Pisces-Reste

Fischreste kommen in allen Bohrungen des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens vor. Sie sind unregelmäßig über das gesamte Profil verteilt und treten in unterschiedlicher Häufigkeit in den einzelnen Bohrungen auf. Es handelt sich zumeist um Knochen- und Wirbelbruchstücke, sowie um Schuppen. Gelegentlich konnten auch Zähne gefunden werden. Nach W. WEILER (1928) sind im Septarienton des Mainzer Beckens sowohl Fischgattungen der Tethys wie auch des Nordmeeres vorhanden. Aufgrund der Häufigkeit

der Tethysformen, wie *Aulostoma*, *Palaeorhynchus*, *Alosa*, *Amphisile*, *Meletta*, *Lepidopus*, *Seriola*, *Caranx*, *Nippon* und *Capros* schließt WEILER auf ein subtropisches Klima für den Fischschiefer im Mainzer Becken. Zu den Nordmeerformen gehören *Trigla*, *Trichiurides*, *Merluccius* und *Ophidiidarum*. Mit großer Wahrscheinlichkeit sind die gefundenen Fischreste unter den genannten Gattungen einzuordnen. Auf Grund der schlechten Erhaltung (Bruchstücke) konnte aber keine exakte Bestimmung erfolgen.

Bei der großen Anzahl an Fischresten wären auch Otolithen in Mengen zu erwarten. Es wurden aber nur in vier Profilen Otolithen oder Otolithenbruchstücke gefunden. Bei den in der Bohrung Eh 1 im Fischschiefer bei Profilmeter 65 und 67 m gefundenen Otolithen handelt es sich nach BOY (mündliche Mitteilung 1990) um Reste von Barschen. Diese Formen signalisieren Küstennähe. Die Erhaltung der Otolithen spricht für die Herkunft aus den Küstenablagerungen des Meeresandes (BOY mündl. Mitteilung 1990). Sie sind wahrscheinlich aus dem Meeressand eingespült. In der Bohrung FH Bingen treten bei 39 und 52 m Otolithen im Fischschiefer auf. Hier ist eine Einspülung aus dem Meeresand (Rochusberg) ebenfalls möglich.

Weitere Otolithen wurden in Bohrungen aus dem Oberrheingraben angetroffen. In der Bohrung Biebesheim 2 wurde bei 1768 m ein Bruchstück eines Otolithen gefunden. Je ein Otolith tritt in der Bohrung Worms 3 bei Profilmeter 1210, 1226 und 1232 m auf.

BOY (mündliche Mitteilung 1990) erklärt den Mangel an Otolithen im Fischschiefer durch Lösungserscheinungen. Otolithen bestehen überwiegend aus Aragonit und sind deshalb besonders leicht löslich.

Außerdem treten im gesamten Fischschiefer in den meisten Profilen sogenannte „Fischeier“ auf (Taf. 2, Fig. 11). Diese sind etwa 200 µm groß kugelförmig, glatt, weißlich bis gelblich und stark glänzend. Teilweise sind noch Reste einer bräunlichen, wahrscheinlich organischen Hülle vorhanden. Manche Kugeln sind im aufgebrochenen Zustand leer, andere enthalten eine blasige Füllung. Ob es sich hierbei um Fischeier oder ähnliches handelt, ist noch unklar. PAUL (1938) hält diese Kugeln möglicherweise für Echinodermkot, da sie in Verbindung mit Seeigelstacheln auftreten. Nach Rezentvergleichen (mündliche Mitteilung H. WEILER 1993) könnte es sich auch um Krebseier handeln. Sicher ist jedoch, daß es sich nicht wie von SPANDEL (1909) angenommen, um eine Foraminifere handelt. Er beschreibt diese Kugeln als *Orbulina bituminosa*, die typisch für den Fischschiefer sein soll. In den untersuchten Profilen treten diese „Fischeier“ besonders in Bohrungen des Beckens auf, am Grabenrand und im Graben sind sie seltener oder kleiner (Ausnahme Profil Frauenweiler). Am häufigsten sind diese Kugeln in FS A anzutreffen.

#### 7.2.9. Bolboformen

Aus dem Fischschiefer des Mainzer Beckens sind bisher keine Bolboformen bekannt.

Im Profil Cospuden und Zwenkau (Taf. 4, Fig. 8) treten dagegen vereinzelt Reste auf, die *Bolboforma* zugeordnet werden können. Einige Reste lassen keine weitere Bestimmung zu, da sie schlecht erhalten und sehr klein sind. Bei anderen handelt es sich nach SPIEGLER (schriftliche Mitteilung 1992) um Formen, die *Bolboforma praespinosa* nahestehen.

## 8. Isotopengeochemische Untersuchungen

### 8.1. Einleitung

An einigen Proben wurden Isotopenuntersuchungen vorgenommen; es wurde die Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopie von Foraminiferen gemessen.

Benthische Foraminiferen bauen in ihren Schalen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotope ein. Die isotopische Zusammensetzung des Meerwassers beeinflusst die Isotopenverhältnisse des Calciumcarbonats der Schalen (EMILIANI 1955). Die Isotopie spiegelt unter anderem die Temperaturmerkmale der Bodenwassermassen, in denen die Foraminiferen leben, wieder. Neben diesen sogenannten Paläotemperaturen können auch Aussagen zum Milieu gemacht werden, hier spielen besonders Süß- und Frischwasserzuflüsse eine große Rolle, da die Erhöhung der Salinität durch die Evaporitisierung von einer Erhöhung des  $\delta^{18}\text{O}$  im Wasser begleitet wird (CRAIG, GORDON & HORIBE 1963). Die Isotopenzusammensetzung ist weiterhin noch von dem „Vitaleffekt“ abhängig, d.h. ob die kalkanlagernden Organismen die Sauerstoffisotope im Gleichgewicht mit dem Meerwasser einbauen, das sie umgibt oder nicht (GANSSEN 1983). Nach OBERHÄNSLI (1984) beeinflussen auch die biogene Aktivität, die geochemischen Gradienten und die Karbonatlösung die Isotopenzusammensetzung. Zudem sollten nur unverfüllte und diagenetisch nicht veränderte Foraminiferengehäuse ausgelesen werden.

Erste Isotopenmessungen an Foraminiferen wurden von EMILIANI (1955) durchgeführt, er entdeckte den Zusammenhang zwischen Isotopenänderungen und dem Warm-Kaltzeitwechsel im Pleistozän.

ROTHE, HOEFS & SONNE (1974) führten im Tertiär des Mainzer Beckens erste Isotopenuntersuchungen durch.

### 8.2. Probenauswahl

Für die Isotopenmessung muß von einer Foraminiferenart genügend Material (0,2mg) vorhanden sein. Aus diesem Grund konnten nur häufig vorkommende Foraminiferen zur Messung herangezogen werden. Damit schränkt sich die Zahl der Proben ein, an denen eine Messung durchgeführt werden konnte.

Es wurden Proben der Profile Kriesfeld 5 und Bodenheim 65 aus dem Mainzer Becken, sowie des Profils Schliengen 1012 aus dem südlichen Oberrheingraben untersucht. Aus dem Bereich der Hessischen Senke lag nicht genügend Material vor. Auch im Profil Cospuden traten Schwierigkeiten auf, die nötigen 0,2 mg zusammenzubekommen. Es wurde deshalb die Messung einer Mischprobe aus den Proben Cospuden 51 - 58 durchgeführt. Leider ist diese Messung nicht gelungen, da die Foraminiferen zuviel Pyrit enthielten, was das Meßergebnis unkorrigierbar verfälschte.

Aus dem Profil Kriesfeld 5 wurde *Bolivina beyrichi* aus den Proben 5, 23, 25, 28, 30, 32 und 34 ausgelesen, *Hansenisca soldanii* aus den Proben 5, 15, 21, 25, 28, 30, 32 und 34, sowie *Globigerina bulloides* aus den Proben 5, 15, 23, 28, 30 und 32 ausgewählt. Leider ist eine Art nicht über das gesamte Profil häufig, so daß bei der Auswertung z.T. Korrelationen durchgeführt werden mußten. *Hansenisca soldanii* aus den Proben 21.5, 50, 80, 85, 95 und 99 des Profils Bodenheim 65 wurde ebenso wie *Bolivina beyrichi* aus den Proben 21.5, 85, 90 und 99 des selben Profils ausgelesen. *Bolivina beyrichi* wurde den Proben 3, 10 und 17

des Profils Schliengen 1012 entnommen. Dieses wurde durch *Hansenisca soldanii* aus den Proben 3, 17, 23 und 25 ergänzt.

Die Proben wurden im Ultraschallbad gereinigt, fein zermahlen und im Massenspektrometer VG Prism im MPI Mainz gemessen.

### 8.3. Probenaufbereitung und Meßmethodik

Die Aufbereitung der Proben für die Isotopenmessung fand in einer vorgeschalteten Karbonatpräparationslinie (System Eigenbau) statt. Um das für die Messung erforderliche CO<sub>2</sub>- Gas zu erhalten, wurden die kalzitischen Foraminiferengehäuse in 100-%iger Orthophosphorsäure bei 75° C gelöst. Das Gas wurde über Kühlfallen gereinigt und über ein Mikromengenvolumen direkt in das Spektrometer eingelassen. Die Messung der Häufigkeitsverhältnisse der stabilen Isotope im Probengas erfolgt relativ zu einem laborinternen Standardgas (Merck CaCO<sub>3</sub>). Die Isotopenzusammensetzung des Sauerstoffs wird wie folgt ausgedrückt:

$$\delta \text{ Probe (‰)} = \frac{R_{\text{Probe}} - R_{\text{Standard}}}{R_{\text{Standard}}} * 1000$$

R = Verhältnis der Isotope (<sup>18</sup>O/<sup>16</sup>O bzw. <sup>13</sup>C/<sup>12</sup>C)

Die Kalibrierung des laborinternen Standardgases auf die internationale PDB-Skala (Pee Dee Belemnite) erfolgt über die Karbonatstandards NBS 20 des National Bureau of Standards. Die Reproduzierbarkeit der Messungen (1s) betrug während des Meßzeitraumes (1993/1994) 0,10 ‰ für die δ<sup>18</sup>O-Werte und 0,1 ‰ für die δ<sup>13</sup>C-Werte bezogen auf einen laborinternen Karbonatstandard (Solnhofener Plattenkalk).

### 8.4. Ergebnisse

Die Isotopenverhältnisse der Profile Kriegsfeld 5 und Bodenheim 65 zeigen für die untersuchten Foraminiferenarten ähnliche Tendenzen (Abb.21, 22). Man kann dabei eine Änderung der Isotopenverhältnisse für die einzelnen Fischschieferhorizonte erkennen (Abb.21, 22). Die Kohlenstoff- und Sauerstoffisotope korrelieren innerhalb eines Profils.

Im Profil Kriegsfeld 5 sind für den Oberen Rupelton niedrigere Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopenverhältnisse als im Fischschiefer zu verzeichnen (Abb.21, Tabelle 3). Die Sauerstoffisotopen-Verhältnisse sind sonst in diesem Profil weitgehend konstant, nur in FS 2 sind nochmals niedrigere Werte zu erkennen. Die Kohlenstoffisotopenverhältnisse weisen in diesem Profil mehr Schwankungen auf als die Sauerstoffisotopenverhältnisse. Niedrigere, also leichtere Isotope sind außer in FS 2 in FS 3 abzulesen, wobei auch Schwankungen innerhalb eines Horizontes auftreten.

Im Profil Bodenheim 65 zeigen die überlagernden Schichten höhere Isotopenverhältnisse als der Fischschiefer (Abb.22, Tabelle 4). Im Foraminiferenmergel (Abb.22) liegen niedrigere Sauerstoffisotopenverhältnisse, aber höhere Kohlenstoffverhältnisse als im Fischschiefer vor. Im FS 2 ist eine stärkere Schwankung der Isotopenverhältnisse zu verzeichnen. Beim Übergang von FS 1 zu FS 2 nehmen die Werte zunächst ab, steigen dann etwas an und nehmen wieder ab bis sie dann im FS 3 wieder höher sind.

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

Im Profil Schliengen 1012 sind im Verhältnis zu den Profilen Kriegsfeld 5 und Bodenheim 65 kaum Schwankungen zu erkennen. Das Sauerstoffisotopenverhältnis des Profils Schliengen 1012 (Abb.23, Tabelle 5) zeigt größere Schwankungen als das Kohlenstoffverhältnis. Im FS 5 sind höhere Sauerstoffisotopenverhältnisse als im übrigen Profilbereich zu verzeichnen. Die niedrigsten Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopenverhältnisse sind im untersten Profilbereich erkennbar.

Tabelle 3: Isotopenwerte der Bohrung Kriegsfeld 5.

| Tiefe<br>[m] | <i>Hansenisca</i><br>$\delta^{13}\text{C}$<br>(‰ PDP) | <i>Hansenisca</i><br>$\delta^{18}\text{O}$<br>(‰ PDP) | <i>Bolivina</i><br>$\delta^{13}\text{C}$<br>(‰ PDP) | <i>Bolivina</i><br>$\delta^{18}\text{O}$<br>(‰ PDP) | <i>Globigerina</i><br>$\delta^{13}\text{C}$<br>(‰ PDP) | <i>Globigerina</i><br>$\delta^{18}\text{O}$<br>(‰ PDP) |
|--------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| 5            | -2,7                                                  | -0,3                                                  | -2,2                                                | 0,7                                                 | -2,5                                                   | -0,5                                                   |
| 15           | -1,5                                                  | 0,8                                                   | -                                                   | -                                                   | -1,2                                                   | -1,8                                                   |
| 21           | -2,0                                                  | 0,8                                                   | -                                                   | -                                                   | -                                                      | -                                                      |
| 23           | -1,5                                                  | 0,8                                                   | -1,3                                                | 0,8                                                 | -1,0                                                   | -2,4                                                   |
| 25           | -1,7                                                  | 1,0                                                   | -1,3                                                | 1,2                                                 | -0,4                                                   | -0,1                                                   |
| 28           | -1,3                                                  | 1,1                                                   | -0,9                                                | 0,4                                                 | -1,2                                                   | -1,3                                                   |
| 30           | -1,8                                                  | 0,5                                                   | -1,6                                                | 0,2                                                 | -1,4                                                   | -2,0                                                   |
| 32           | -1,5                                                  | 0,9                                                   | -1,32                                               | 0,5                                                 | -1,2                                                   | -0,7                                                   |
| 34           | -1,6                                                  | 1,1                                                   | -1,3                                                | 0,9                                                 | -0,9                                                   | -0,8                                                   |

Tabelle 4: Isotopenwerte der Bohrung Bodenheim 65.

| Tiefe<br>[m] | <i>Hansenisca</i><br>$\delta^{13}\text{C}$ (‰PDP) | <i>Hansenisca</i><br>$\delta^{18}\text{O}$ (‰PDP) | <i>Bolivina</i><br>$\delta^{13}\text{C}$ (‰PDP) | <i>Bolivina</i><br>$\delta^{18}\text{O}$ (‰PDP) |
|--------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 21.5         | -1,7                                              | 1,4                                               | -2,1                                            | 1,5                                             |
| 50           | -2,3                                              | 0,7                                               | -                                               | -                                               |
| 64           | -                                                 | -                                                 | -                                               | -                                               |
| 70           | -                                                 | -                                                 | -1,6                                            | -0,9                                            |
| 75           | -1,7                                              | 0,6                                               | -                                               | -                                               |
| 80           | -1,9                                              | 1,3                                               | -1,6                                            | 1,0                                             |
| 85           | -2,4                                              | 0,3                                               | -1,9                                            | 1,1                                             |
| 90           | -1,9                                              | 0,7                                               | -1,4                                            | 0,7                                             |
| 95           | -2,3                                              | 0,4                                               | -1,76                                           | -0,03                                           |
| 99           | -1,8                                              | 0,9                                               | -1,8                                            | 0,7                                             |
| 120          | -0,7                                              | 0,55                                              | -                                               | -                                               |

Tabelle 5: Isotopenwerte der Bohrung Schliengen 1012.

| Probennummer | <i>Hansenisca</i><br>$\delta^{13}\text{C}$ (‰PDP) | <i>Hansenisca</i><br>$\delta^{18}\text{O}$ (‰PDP) | <i>Bolivina</i><br>$\delta^{13}\text{C}$ (‰PDP) | <i>Bolivina</i><br>$\delta^{18}\text{O}$ (‰PDP) |
|--------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 3            | -3,60                                             | -6,86                                             | -3,49                                           | -6,56                                           |
| 10           | -                                                 | -                                                 | -3,29                                           | -5,76                                           |
| 17           | -3,76                                             | -6,83                                             | -3,59                                           | -7,04                                           |
| 23           | -3,96                                             | -7,41                                             | -                                               | -                                               |
| 25           | -4,36                                             | -8,17                                             | -                                               | -                                               |

### 8.5. Auswertung und Interpretation

Bei der Auswertung der Ergebnisse kann der Vitaleffekt weitgehend vernachlässigt werden, da er für die untersuchten Foraminiferenarten nach GROSSMANN (1987) relativ gering ist.

Man kann nach folgender Gleichung für jede gemessene Probe eine Paläowassertemperatur ausrechnen:

$$T[^\circ\text{C}] = 16,5 - 4,3 (\delta\text{O}_c - \delta\text{O}_w) + 0,14 (\delta\text{O}_c - \delta\text{O}_w)^2$$

$\delta\text{O}_w = -1$  , w = Wasser, c = Karbonat

Diese liegt in den untersuchten Profilen des Mainzer Beckens bei den benthonischen Foraminiferen zwischen 8°C und 12°C, bei den Globigerinen zwischen 11°C und 22°C und im Profil Schliengen bei 40°C bis 55°C. Es ist wenig sinnvoll, diese Werte als Absolutwerte zu betrachten, da sich die Salinität umgekehrt proportional zur Wassertemperatur verhält, die errechneten Temperaturschwankungen unrealistisch erscheinen und zudem mit paläontologischen Abschätzungen z.T. widerlegt werden können (10.1. Mainzer

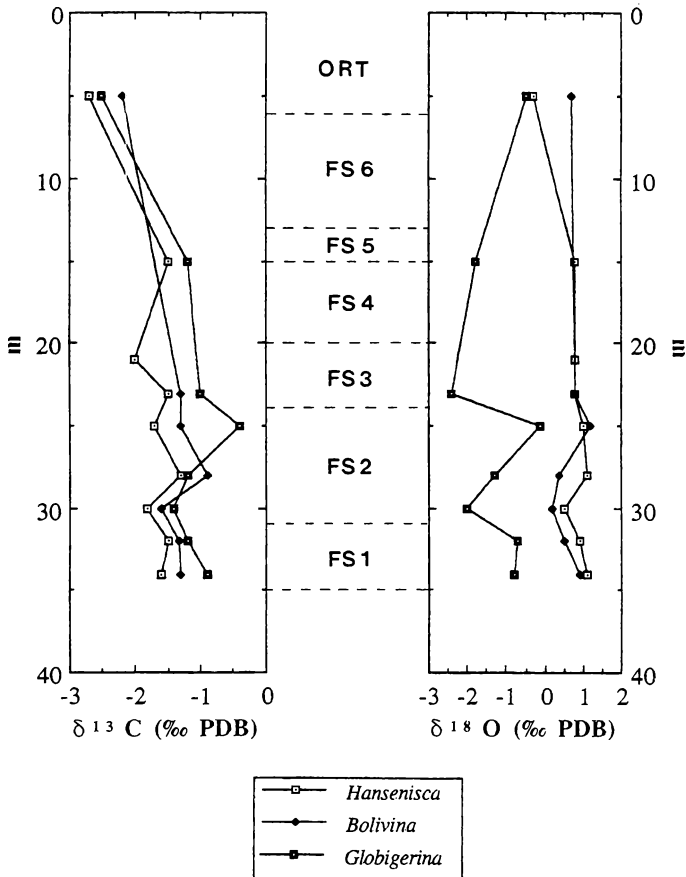


Abb. 21: Isotopenwerte der Bohrung Kriegsfeld 5 (Mainzer Becken).

Becken). Außerdem ist die Anzahl der unbekannten Parameter zu groß. Die Interpretation der Temperaturentscheidungen soll hier deshalb nur untergeordnet berücksichtigt werden. Analoges gilt für die Kohlenstoffisotopie. Interessant sind daher nur die Wechsel im Profil, die bei der Sauerstoffisotopie auf Salinitätsschwankungen und bei der Kohlenstoffisotopie auf das Auftreten von organischem Material und dessen Einbau in benthonische Foraminiferen bezogen werden.

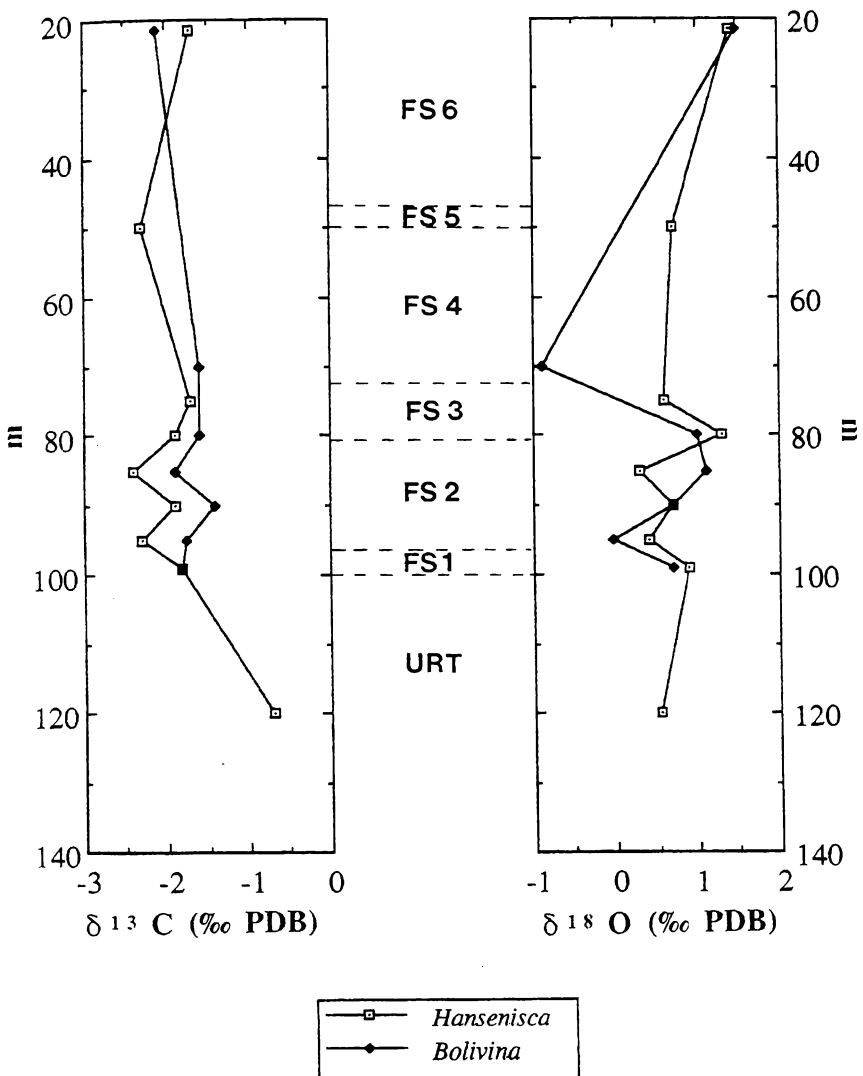


Abb. 22: Isotopenwerte der Bohrung Bodenheim 65 (Mainzer Becken).

Die niedrigeren Werte der Sauerstoffisotopenverhältnisse im Profil Kriegsfeld 5, Probe 5 und Probe 30 zeigen eine erniedrigte Salinität im Verhältnis zu den übrigen Proben an. Da Probe 5 dem Oberen Rupelton entspricht, könnte dieses möglicherweise ein Hinweis

auf eine geänderte Meeresverbindung von Norden und Süden sein. Probe 30 liegt im FS 2, vielleicht war hier kurzzeitig die Meeresverbindung eingeschränkt. Wenn die Unterschiede der Isotopenverhältnisse zwischen den benthonischen und planktonischen Formen gering sind, dann könnte das eine ständige Wassenumwälzung anzeigen. Dies ist im Oberen Rupelton (Probe 5), sowie teilweise in FS A (Proben 25, 32 und 34) der Fall.

Im Profil Bodenheim sind im FS 2 ebenfalls niedrigere Salinitäten zu erkennen. Allerdings nicht so ausgeprägt wie im Profil Kriegsfeld 5, dies liegt aber möglicherweise an der unterschiedlichen paläogeographischen Lage beider Profile. Ein Profil am Beckenrand, wie das Profil Kriegsfeld 5, ist natürlich eher von einer Salinitätsänderung durch Süßwasserzufluß betroffen, als ein Profil am Rand zum Graben (Bodenheim 65). Die erhöhten Sauerstoffisotopenverhältnisse bei Probe 80 könnten eine erhöhte Salinität dokumentieren, und damit den im Fischschiefer 3 verstärkten Einfluß des Nordmeeres.

Im Profil Schliengen ist die niedrigste Salinität und damit die niedrigsten Sauerstoffisotopenverhältnisse im untersten Bereich von FS A zu finden. Die höchste Salinität, und damit wahrscheinlich ein erneuter Meeresvorstoß von der Tethys in den Oberrheingraben, ist im Fischschiefer 5 zu verzeichnen und nimmt zu den Meletta-Schichten hin wieder ab.

Die Sauerstoff-Isotopenwerte des Profils Schliengen korrelieren nicht mit denen der beiden Profile aus dem Mainzer Becken. Die Werte aus dem südlichen Oberrheingraben sind allgemein leichter. Das Profil Schliengen liegt wahrscheinlich am Grabenrand und ist damit besonderen paläogeographischen Bedingungen ausgesetzt. Vergleicht man die Isotopenverhältnisse von Schliengen mit denen des Mainzer Beckens (Abb.24) und führt die Unterschiede auf Salinitätsschwankungen zurück, so bedeutet dies, daß im Profil Schliengen deutlich brackischere Bedingungen dokumentiert sind als in den Profilen des Mainzer Beckens.

Die Kohlenstoffisotopenverhältnisse von Foraminiferengehäusen dokumentieren die  $\delta^{13}\text{C}$ -Verhältnisse des im Wasser gelösten anorganischen Kohlenstoffs (GANSSEN 1983). Hohe  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte bedeuten, daß durch verstärkten Aufbau von organischem Material das anorganische C-Reservoir an  $^{12}\text{C}$  abgereichert wird, weil vermehrt  $^{12}\text{C}$  im organischen Gewebe eingebaut wird. Dies wird auch als Produktivitätsindikator bezeichnet. Niedrige  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte können aber auch eine gute Durchlüftung des Beckens bedeuten, hohe  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte dagegen eine schlechtere Durchlüftung.

Im Oberen Rupelton des Profils Kriegsfeld 5 (Probe 5) liegen „leichtere“ Kohlenstoffisotopenverhältnisse vor, da der organische Kohlenstoff oxidiert wurde (Abb.21). Die „schwersten“ Kohlenstoffisotopenverhältnisse liegen im Fischschiefer 2 vor. Die Foraminiferenfauna spricht hier aber nur für dysaerobe Verhältnisse, während die Horizonte in FS B z.T. noch schlechter durchlüftet sind (GRIMM 1991). Die hohen  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte werden deshalb auf höhere Produktivitätsindikatoren zurückgeführt. Ähnliches gilt für das Profil Bodenheim 65 (Abb.22).

Im Foraminiferenmergel (Probe 120) des Profils Bodenheim 65 (Abb.22) sind die „schwersten“ Kohlenstoffisotopenwerte gemessen worden, was für eine höhere Produktivität spricht und durch die dort angetroffene arten- und individuenreiche Foraminiferenfauna bestätigt wird.



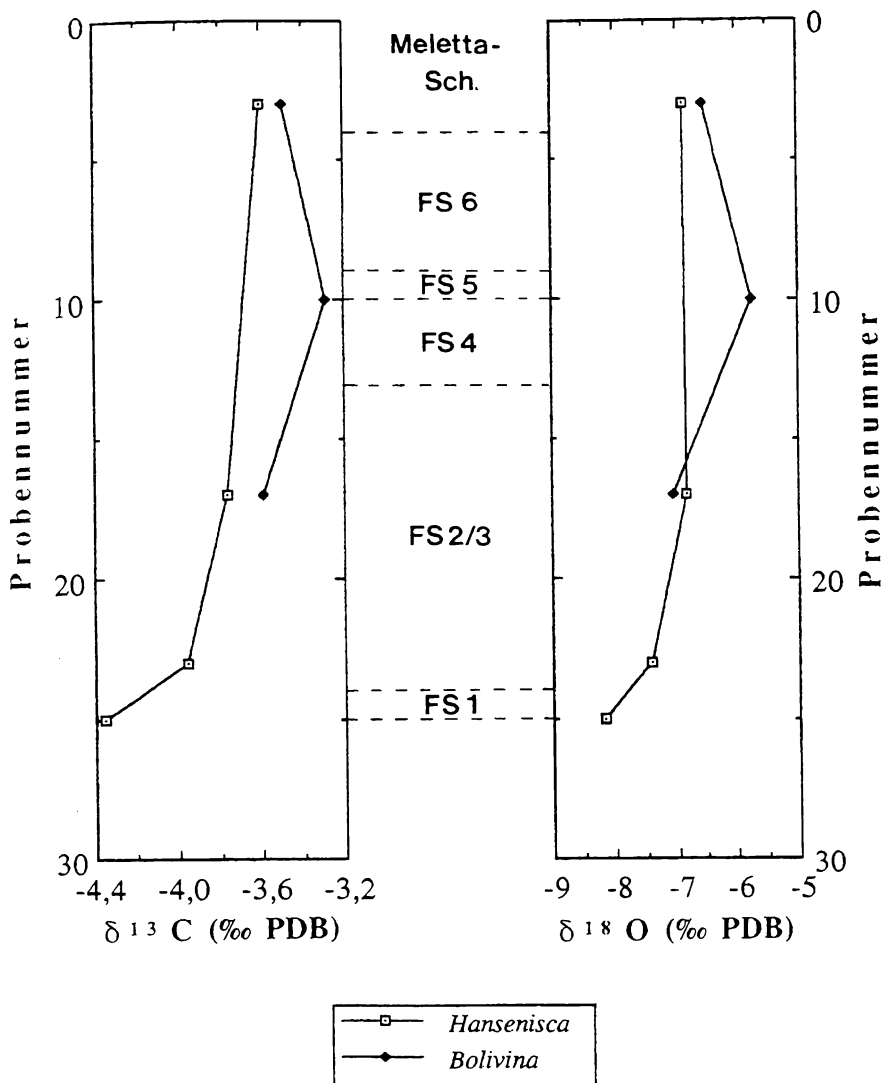


Abb. 23: Isotopenwerte der Bohrung Schliengen 1012 (Oberheingraben).

Die Kohlenstoffisotopenverhältnisse des Profils Schliengen sind „leichter“ als die Werte im Mainzer Becken (Abb.21). Dies ist auf eine verstärkte Frischwasserzufuhr in diesem Bereich zurückzuführen.

Die Korrelation von „schweren“ Kohlenstoffisotopenwerten mit Massenaufreten von planktonischen Foraminiferen im Oberflächenwasser werden von GANSEN (1983) auf den bevorzugten Einbau von isotopisch „leichtem“ Kohlenstoff in die organische Substanz von absinkendem Phytoplankton erklärt, wobei das Oberflächenwasser an „leichtem“ Kohlenstoff abgereichert wird. Benthonische Foraminiferen können dagegen auch verstärkt „leichten“ Kohlenstoff aus dem Bodenwasser einbauen, da hier im wenig durchlichteten Bereich

keine Phytoplanktonabreicherungen von  $^{12}\text{C}$  Kohlenstoff erfolgen kann und diese Zone durch die Oxidation des organischen Materials nochmals an „leichtem“ Kohlenstoff angereichert wird.

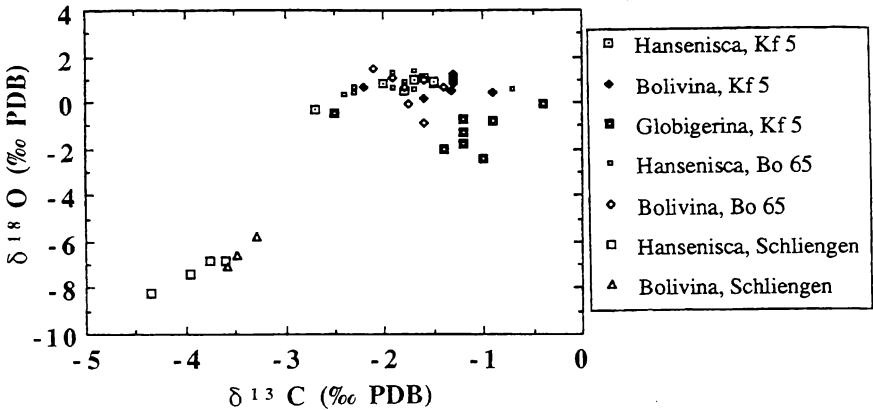


Abb. 24:  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte und  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte der Bohrungen Kriegsfeld 5 (Mainzer Becken), Bodenheim 65 (Mainzer Becken) und Schliengen 1012 (Oberrheingraben).

Die Isotopenverhältnisse des Profils Kriegsfeld 5 (Abb.24) zeigen einen Unterschied zwischen den Werten aus den benthonischen Foraminiferen (*Bolivina* und *Hansenisca*) und aus den planktonischen Foraminiferen (*Globigerina*). Die Werte der *Globigerina* dokumentieren schwerere  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte und leichtere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte und somit den Unterschied zwischen dem wärmeren Oberflächenwasser in dem diese planktonischen Foraminiferen leben und dem kälteren Tiefenwasser in dem die benthonischen Formen anzutreffen sind. Nach GRIMM (1991) sind in dem Bereich der Wonsheimer Bucht, in der das Profil Kriegsfeld 5 liegt, mit Wassertiefen von etwa 110 m zurechnen, so daß ein Temperaturunterschied innerhalb der Wassersäule auch wahrscheinlich ist.

Die Kohlenstoff- und Sauerstoffisotopenwerte der Profile aus dem Mainzer Becken entsprechen in etwa den Werten die durch ROTHE, HOEFS & SONNE (1974) angegeben werden. Allerdings wurden hier hauptsächlich Molluskenschalen aus dem Unteren Meeressand, und nicht aus dem Fischechiefer gemessen.

## 9. Röntgendiffraktometrische Untersuchungen

### 9.1. Probenaufbereitung

Für die röntgendiffraktometrische Untersuchung wurden pro Probe etwa 2 g des Originalgesteins in einem Achatmörser mit der Hand sehr fein gemahlen. Danach wurden die Proben in die napfförmige Vertiefung eines Messingträgers gegeben und mit Hilfe eines Objektträgers leicht angedrückt und glattgestrichen. Es wurde darauf geachtet, daß die Verfestigung nicht zu stark ist, damit Textureffekte weitgehend ausgeschlossen werden können.

## 9.2. Methodik und Messung

Zum Verständnis des Meßvorgangs wird hier kurz der Aufbau des Diffraktometers erläutert. Der Röntgenstrahl verläßt die Röntgenröhre und gelangt durch die Divergenzblende mit dem Standard  $1^\circ$  auf die Probe, die ständig ihre Lage gegenüber dem Röntgenstrahl verändert. An der Probe wird der Röntgenstrahl reflektiert und durch die Streublende (Divergenz  $1^\circ$ ) zum Szintillisationszähler geleitet. Dieser bewegt sich mit doppelter Winkelgeschwindigkeit ( $2\Theta$ ) wie das Präparat ( $\Theta$ ) entlang des Meßkreises, so daß die Interferenzen nicht gleichzeitig, sondern hintereinander registriert werden. Gemessen wurde der Bereich zwischen  $3^\circ$  und  $65^\circ$  für  $2\Theta$ . Die Röntgenröhre (Cu-K $\alpha$ ) wird mit 35 KV und 35 mA geheizt und die Goniometergeschwindigkeit beträgt  $10\text{ min}^{-1}$ . Zur Dämpfung wird die Zeitkonstante von 2 sec und die Einstellung  $3^\circ$  gewählt, um die Peaks auf dem Schreibdiagramm ablesen zu können.

Die Röntgendiffraktometrische Bestimmung von Mineralen beruht auf der Bragg'schen Reflexionsgleichung  $n \cdot \lambda = 2d \cdot \sin \Theta$ , wobei  $\lambda$  die Wellenlänge des Röntgenstrahls ist,  $d$  der Netzebenenabstand und  $\Theta$  der reflektierte Winkel. Die Auswertung erfolgt mit Hilfe dieser Gleichung und der ASTM -Kartei. Hiermit kann jeder Peak auf dem Diagramm über seine Intensität und Lage einem Mineral zugeordnet werden.

## 9.3. Auswertung

Es wurden aus den Profilen im Mainzer Becken Kriegsfeld 5, Bodenheim 65 und aus dem Oberrheingraben Schliengen 1012 sowie aus der Leipziger Bucht aus dem Profil Cospuden jeweils 8 - 11 Proben untersucht. Die Auswahl der Proben innerhalb eines Profils erfolgte nach der Lithologie bzw. nach Änderungen in der Mikrofaunenzusammensetzung. Mit den ausgesuchten Profilen wurden paläogeographisch verschiedene Gebiete abgedeckt: der Beckenbereich mit dem Profil Kriegsfeld, der Becken-Grabenrandbereich mit dem Profil Bodenheim und der Grabenbereich mit dem Profil Schliengen. Als viertes Gebiet wurde auch ein Randbereich des Nordmeeres (Profil Cospuden) untersucht. Mangels Sedimentproben konnten keine Profile aus dem eigentlichen Nordseebecken sowie aus der Hessischen Senke untersucht werden. Die Auswahl der untersuchten Profile erfolgte auch in Hinblick auf die Isotopenuntersuchungen. Es wurden nur Profile gewählt, an denen auch Isotopenuntersuchungen durchgeführt werden konnten. Außerdem erfolgte diese Untersuchung nur an gliederbaren Profilen.

### 9.3.1. Kriegsfeld 5 (Mainzer Becken)

In diesem Profil, das im Beckenbereich des Mainzer Beckens liegt, wurden Proben der Teufen 5 m, 15 m, 21 m, 23 m, 25 m, 28 m, 30 m, 32 m und 34 m untersucht (Abb.25). Quarz ist in allen Proben vorhanden, besonders häufig bei 34 m. Kalzit ist ebenfalls überall vorhanden.

Auch Goethit, Kaolinit, Chlorit, Illit und Muskovit sind überall etwa gleich häufig. Dolomit zeigt besonders deutliche Peaks bei 15 m, Plagioklas und Kalifeldspat sind nur bei 5 m feststellbar, Gips erzeugt bei 23 m besonders deutliche Peaks. Das Auftreten der Feldspäte verweist auf eine Abtragung der permischen Rhyolithe von den benachbarten Inseln (Martinsberg, Steigerberg, 10.1. Mainzer Becken).

Kriegsfeld 5

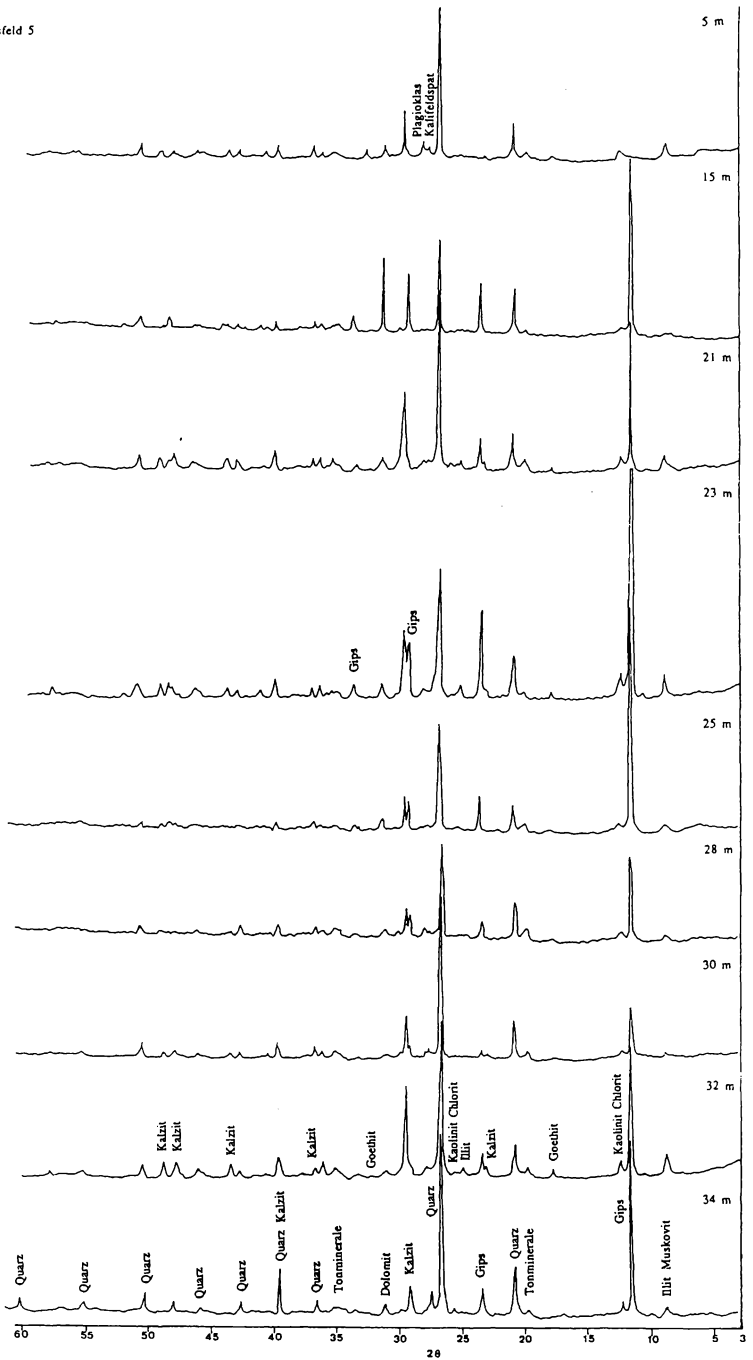


Abb. 25: Röntgendiffraktometeraufnahmen der Bohrung Kriegsfeld 5 (Mainzer Becken).

Die interessantesten Änderungen der mineralogischen Zusammensetzung betreffen den Gehalt an Gips, Quarz und Karbonaten, vor allem im Hinblick auf die Häufigkeit und die absoluten Artenzahlen von Foraminiferen (Lösungserscheinungen). Von Bohrmeter 34 bis 28 (34 m und 32 m = FS 1, 30 m und 28 m = FS 2) tritt der Quarzpeak stets deutlicher als der Gipspeak in Erscheinung, besonders deutlich ist dies bei 30 m. Die Karbonatpeaks (Kalzit und Dolomit) sind in diesen Bohrmeterstufen stets kleiner als die Gipspeaks, bleiben jedoch deutlich erkennbar. Die Höhe des Kalzitpeaks zeigt dabei annähernd eine umgekehrte Tendenz wie der Gipspeak. Dies würde eigentlich für eine Bildung von Gips auf Kosten von Kalzit (Lösung von Foraminiferen) sprechen. Vergleicht man aber diese Ergebnisse mit den absoluten Foraminiferenartenzahlen und den Häufigkeitsmaxima von z.B. *Bolivina beyrichi* und *Hansenisca soldanii*, so fällt auf, daß die höchsten Artenzahlen oder Häufigkeitsmaxima auch bei niedrigen Kalzitpeaks und hohen Gipspeaks auftreten. Bei 25 m (FS 2), 23 m (FS 3) und 15 m (FS 5) Teufe ist der Gipspeak am deutlichsten ausgeprägt, Karbonate treten aber ebenfalls auf. Auch hier findet man hohe Artenzahlen und häufiges Auftreten einzelner Arten. Bei 21 m (FS 3) dagegen ist der Quarzpeak höher als der Gipspeak und Kalzit tritt am deutlichsten hervor. Hier ist die Foraminiferenartenzahl jedoch nur mäßig hoch, dennoch findet man auch hier einzelne Arten sehr häufig. Bei 5 m unter Geländeoberkante (Oberer Rupelton) fehlt Gips.

Eine relevante Korrelation von Gips und der Foraminiferenhäufigkeit konnte nicht festgestellt werden, eine Überprägung der Foraminiferenartenzahlen durch selektive Lösung während der Diagenese ist also eher unwahrscheinlich.

### 9.3.2. Bodenheimer 65 (Mainzer Becken)

Aus diesem Profil, das am Randbereich des Beckens zum Graben liegt, wurden Proben bei 44 m, 50 m, 64 m, 70 m, 75 m, 80 m, 85 m, 90 m, 95 m, 99 m und 120 m unter Geländeoberkante untersucht (Abb.26). Die Röntgenfahnen sind im allgemeinen recht einheitlich. Überall sind Quarz, Kalzit, Kaolinit, Chlorit, Illit, Muskovit und Goethit vorhanden. Gips ist nur in den Proben ab 80 m abwärts zu finden. Pyrit und Feldspat treten gelegentlich in kleinen Mengen auf. Dolomit ist zwar in allen Proben zu finden, erzeugt aber nur in den Proben bei 90 m, 95 m und 99 m sehr deutliche Peaks. Die Probe bei 120 m stammt aus dem Foraminiferenmergel, zeigt aber abgesehen von einem minimal höheren Tonmineralgehalt keinen Unterschied zu der Probe aus dem FS 1 (99 m). Ansonsten sind innerhalb der Fischechieferabfolge keine Tendenzen feststellbar. FS 2 entspricht 95 m, 90 m und 85 m, FS 3 80 m und 75 m. FS 4 wird durch 70 m und 64 m vertreten. 50 m steht für FS 5 und 44 m für FS 6. Auch hier ergibt sich kein erkennbarer Zusammenhang zwischen der mineralogischen Zusammensetzung und den Artenzahlen.

### 9.3.3. Schlienger 1012 (Oberrheingraben)

Hier wurden die Proben 1, 6, 17, 20, 28, 29, 34 und 36 untersucht, wobei die Probe 1 im Top des Profils liegt (Abb.27). Die Röntgenfahnen sind sehr einheitlich. Überall sind Kalzit, Quarz, Dolomit, Illit, Kaolinit, Muskovit und Goethit zu finden. Gips und Pyrit treten nur in den Proben 1 bis 28 auf, dabei fällt auf, daß der Gipspeak stets dann deutlicher ist, wenn auch der Pyritpeak deutlich hervortritt. Die Proben 1 bis 6 entsprechen FS B. Sie unterscheiden sich von den Proben aus FS A (Probe 17 und 20) lediglich durch einen etwas

Bodenheim 65

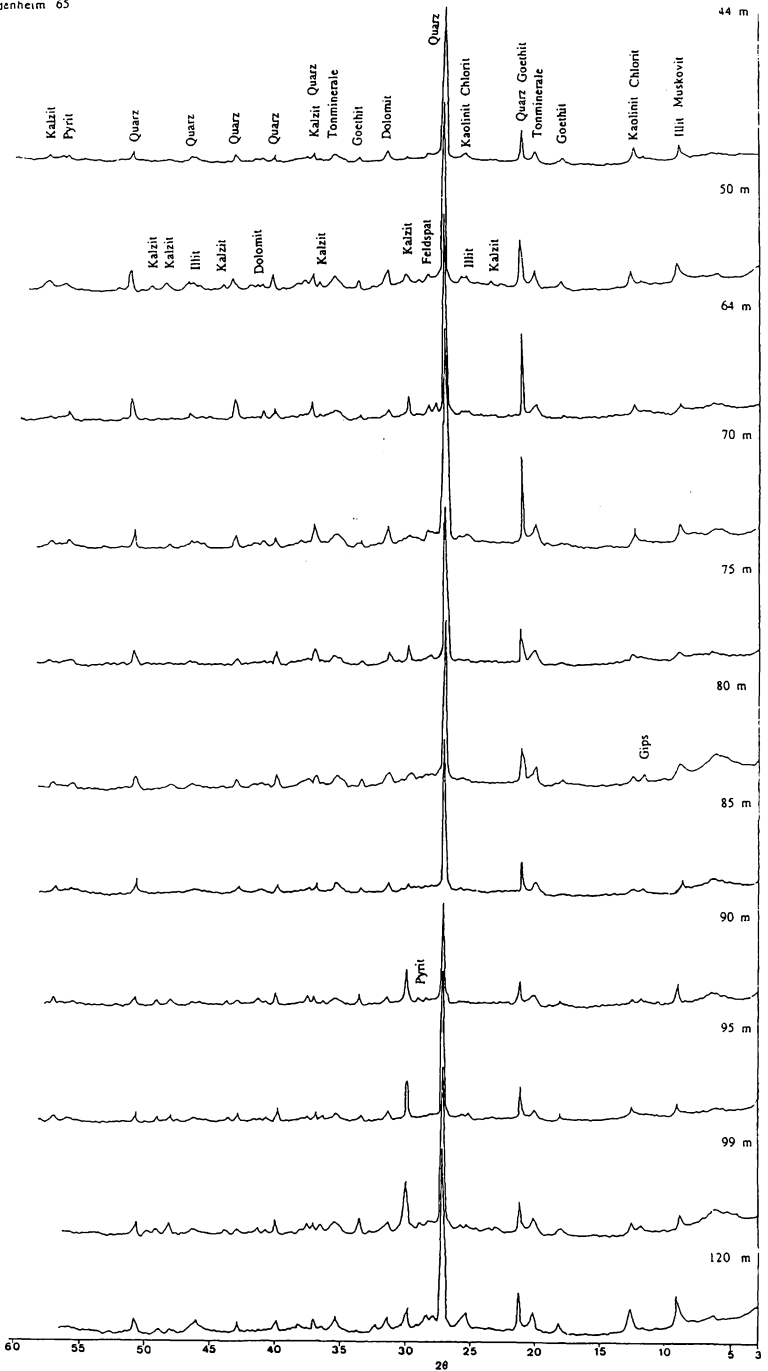


Abb. 26: Röntgendiffraktometeraufnahmen der Bohrung Bodenheim 65 (Mainzer Becken).

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

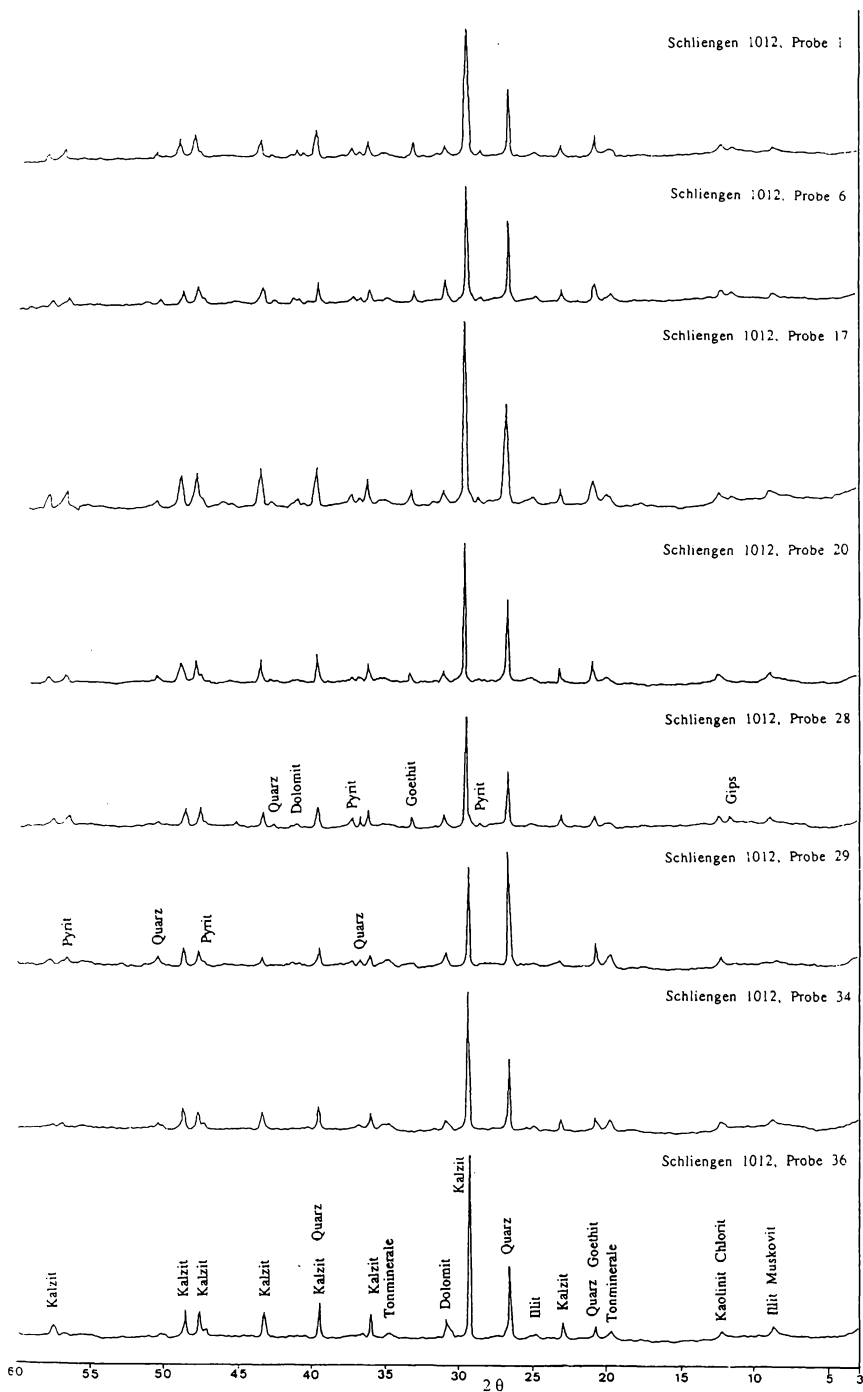


Abb. 27: Röntgendiffraktometeraufnahmen der Bohrung Schliengen 1012 (Oberrheingraben).

geringeren Kalzit- und Quarzgehalt. Eine Änderung beim Übergang zu FM 3 (Probe 28) ist kaum erkennbar (etwas höherer Pyritgehalt in Probe 28 als in Probe 20). Beim Übergang von FM 3 (Probe 29 und 34) zu FM 2 (Probe 36) ist kein Unterschied feststellbar. In dieser Bohrung ist röntgenographisch kaum ein Unterschied zwischen den einzelnen Horizonten zu verzeichnen. Lediglich in Probe 29 tritt ein etwas höherer Quarzpeak auf (höherer Feinsandgehalt).

#### 9.3.4. Cospuden (Leipziger Bucht)

Aus dem Profil Cospuden wurden die Proben 2, 20, 33, 36, 47, 57, 67, 78 und 86 röntgendiffraktometrisch untersucht (Abb.28 a,b), Probe 2 liegt an der Basis des Profils. Die Proben 2 bis 36 stammen aus dem entkalkten Profiltail und zeigen so gut wie keinen

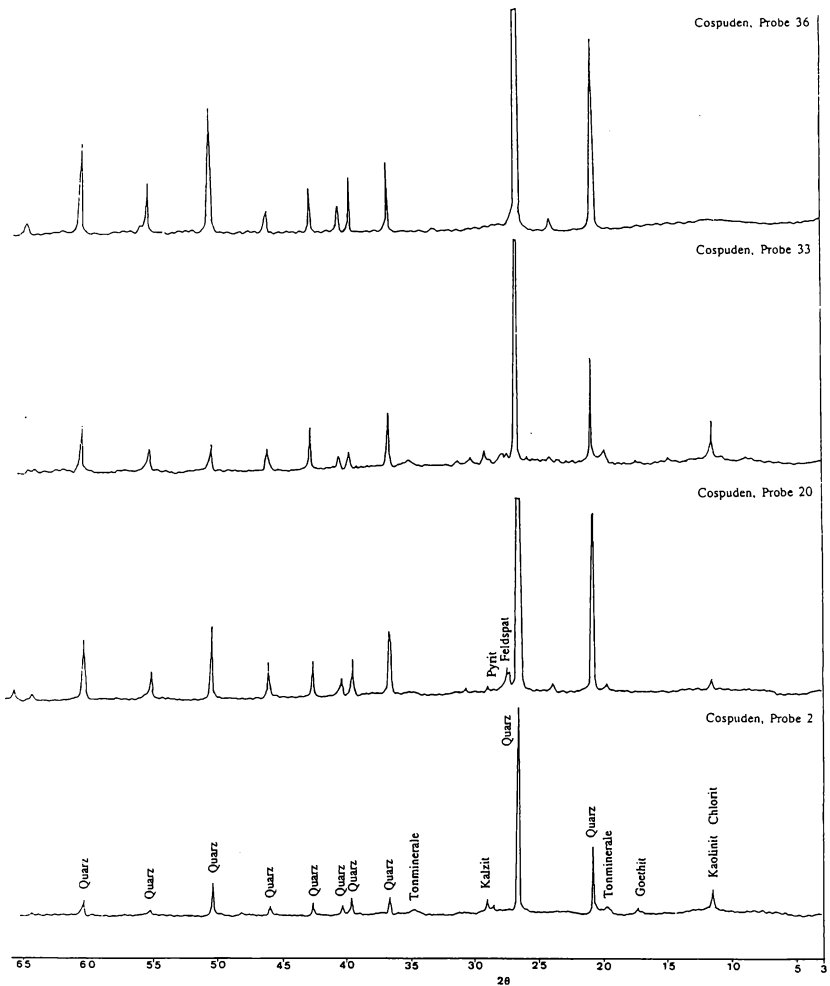


Abb. 28a: Röntgendiffraktometeraufnahmen des Profils Cospuden (Leipziger Bucht).



Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

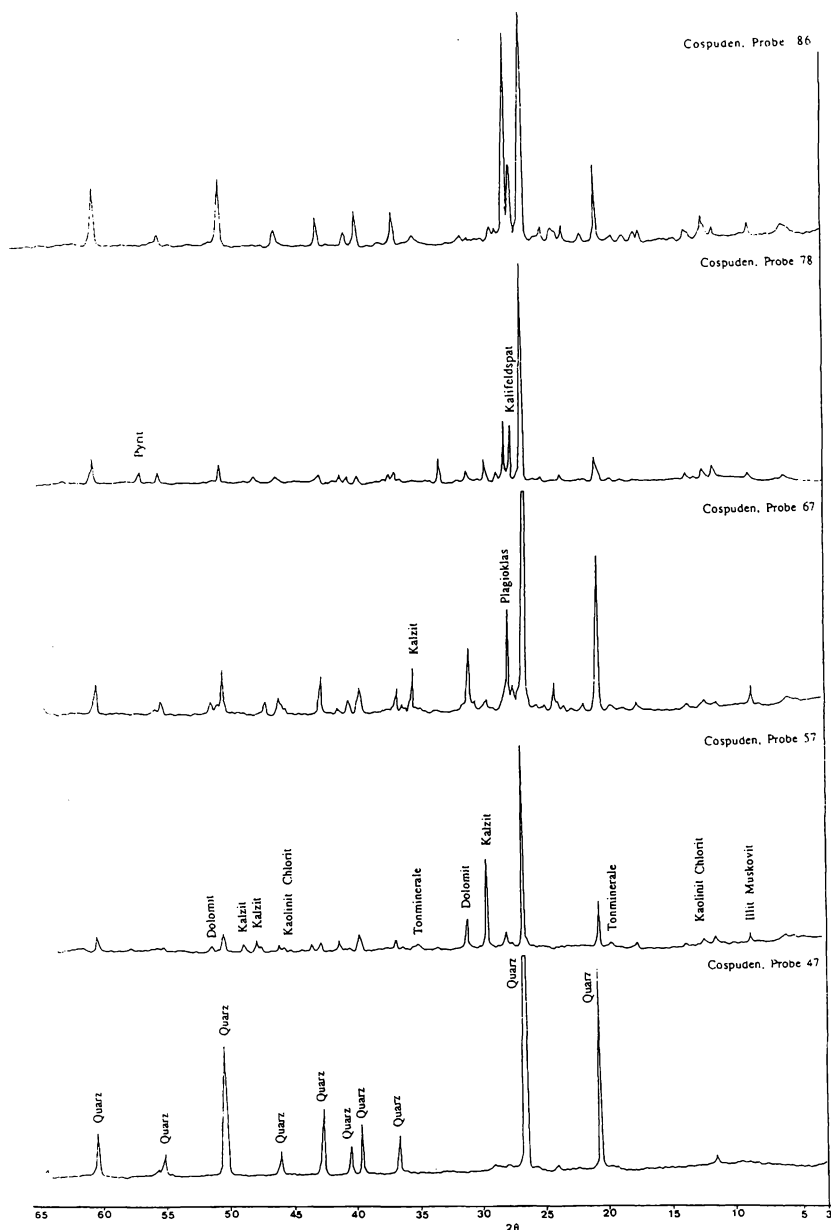


Abb. 28b: Röntgendiffraktometeraufnahmen des Profils Cospuden (Leipziger Bucht).

Kalzit, aber einen hohen Anteil an Quarz. Gelegentlich sind Kaolinit und Tonminerale zu erkennen, sowie sehr wenig Goethit, Pyrit oder Feldspat. Obwohl Probe 47 schon oberhalb des Phosphoritknollenhorizontes liegt, ist hier nur Quarz zu verzeichnen. Mit Probe 57, die noch unterhalb der Kalkbank liegt, tritt dann erstmals Kalzit auf. Zudem sind auch

Dolomit und Kaolinit, Chlorit, Illit und Muskovit vorhanden, während die Quarzpeaks erstmals kleiner werden. Ab Probe 67 treten dann auch Kalifeldspat und Plagioklas auf. Das Auftreten von Feldspäten weist auf die Nähe zum Grundgebirge im Süden von Leipzig (Nordwestsächsischer Sattel nach MÜLLER 1983) und die geringe chemische Verwitterung hin. In diesem Profil zeigen sich röntgenographisch neben der Kalklösung (Fehlen von Kalzit im Liegenden) auch Unterschiede in der Sedimentzusammensetzung (Auftreten von Feldspäten und Dolomit im Hangenden). Das Auftreten der Hauptkomponenten deckt sich im wesentlichen mit den von BELLMANN, RÖSLER & STARKE (1984) gefundenen Mineralkomponenten aus Untersuchungen der Muschelsand- und Muschelschluffäquivalente.

#### 9.4. Vergleich der Profile und Interpretation

Die Sedimentzusammensetzung der Profile aus dem Mainzer Becken und dem Oberrheingraben ist ähnlich. Die Hauptkomponenten sind Quarz, Kalzit und Tonminerale. Als Nebengemengteile treten Muskovit, Dolomit, Feldspat, Goethit, Pyrit und Gips auf. Während es sich bei Quarz, Feldspat und Muskovit wohl überwiegend um detritische Bildungen handelt, die vom Randbereich in das Rupelmeer geschüttet wurden, sollten alle übrigen Komponenten größtenteils authigen sein. Allgemeine Tendenzen für die einzelnen Fischschieferhorizonte sind nicht erkennbar. Über paläogeographisch begründete Unterschiede (Küstenähe) können auf Grund der geringen Anzahl der röntgenographisch untersuchten Bohrungen keine genauen Aussagen getroffen werden, lediglich die Häufigkeit von Feldspat scheint zum Grabenzentrum hin abzunehmen. Im Profil Kriegsfeld 5 konnte gezeigt werden, daß kein Zusammenhang zwischen Gipsbildung und Foraminiferenhäufigkeit besteht, das bedeutet, daß die festgestellten Foraminiferenartenzahlen nicht durch selektive Lösung der Foraminiferen und Umwandlung in Gips entstanden sind. Ein Unterschied zwischen Fischschiefer und Foraminiferenmergel ist ebenfalls nicht feststellbar. Die röntgenographische Sedimentuntersuchung ist somit in den meisten Fällen nicht als Unterstützung der biostratigraphischen Gliederung verwendbar.

Im Profil Cospuden treten ähnliche Komponenten der Sedimentzusammensetzung wie im Mainzer Becken und Oberrheingraben auf. Eine aus der Röntgenfahne ermittelte mineralogische Zusammensetzung aus dem nicht entkalkten Bereich und unterhalb der Kalkbank (Probe 57) ist durchaus mit der aus dem Mainzer Becken oder Oberrheingraben vergleichbar, obwohl die Sedimente des Mainzer Beckens und Oberrheingrabens meistens toniger und die der Leipziger Bucht meistens siltiger bis feinsandiger sind.

### 10. Paläogeographie und Paläoökologie

#### 10.1. Mainzer Becken

Mit Beginn der Ablagerung des Foraminiferenmergels war das Mainzer Becken weitgehend von Meer bedeckt. Die Schichten des FM 3 wurden aber nur noch in einigen wenigen Teilen des Mainzer Beckens abgelagert, und zwar bei Bodenheim und Ingelheim. Nach SONNE (1970) sind der Udenheim-Bodenheimer Graben und der Ingelheimer Graben während der Ablagerung des Foraminiferenmergels abgesenkt worden, in erstem Graben

ist besonders der NE -Teil stärker abgesunken. Beide Bereiche repräsentieren auch alte Talungen (SONNE 1970). FM 3 ist also nur in Gebieten abgelagert worden, die tektonisch abgesenkt wurden. Möglicherweise ist FM 3 ein Beleg für Tiefwasserablagerung, dafür spricht z.B. der hohe Sandschaleranteil in den Foraminiferenassoziationen. Im Bereich der Bohrung Mommenheim fehlt der Foraminiferenmergel entweder ganz oder ist nur so gering mächtig, daß er in der Auswertung der Bohrung, möglicherweise auch durch den Nachfall aus FS A, nicht erkannt werden konnte. Wahrscheinlich wurde das Gebiet von Mommenheim nicht abgesenkt, möglicherweise sogar schwach angehoben, so daß hier die Sedimentation in dieser Zeit fehlte oder nur sehr gering war. Da der FM 3 auch bei Ingelheim abgelagert wurde, sollte dort die Absenkung und eventuell die Wassertiefe größer gewesen sein (SONNE 1970). Diese größere Wassertiefe könnte ein Hinweis sein, daß das Meer sich zu Ende der Unteren Rupeltonablagerung kurzzeitig auch in diese Richtung und nicht nur über die Hessische Senke fortgesetzt hat. Eine Verbindung zur Niederrheinischen Bucht über das Neuwieder Becken, wie sie SCHÄFER (1986) für die Zeit der Mittleren Pechelbronn-Schichten für möglich hält, wäre dann wahrscheinlich aber nur kurzzeitig aktiv gewesen (möglicherweise auch erst im Fischschiefer) und im zentralen Bereich auch nur sehr seicht.

Nach DOEBL (1964), MARTINI & MÜLLER (1971), MARTINI (1982) und ROTHAUSEN & SONNE (1984) drang zur Zeit des Foraminiferenmergels das Meer von N und S in das Mainzer Becken ein, dies wird durch die arten- und individuenreiche Foraminiferenfauna belegt. Diese Foraminiferenfauna zeigt optimale Lebensbedingungen und Sauerstoffverhältnisse.

Aus der Foraminiferenfauna lassen sich nach MURRAY (1991) einige ökologische Daten ablesen. Die für den FM 2 (und z.T. auch FM 3) typischen Gattungen *Ammobaculites*, *Heterolepa*, *Karreriella* und *Spiroloculina* charakterisieren nach MURRAY (1991) ein vollmarines Milieu, z.T. vertragen die Gattungen aber auch brackische Verhältnisse. Alle Gattungen bevorzugen gemäßigte Wassertemperaturen, wobei sich die einen auch in tropischen Gewässern, die anderen eher in kalten wohlfühlen. Die Wassertiefe wird von MURRAY (1991) bei den oben genannten Gattungen mit Schelf bis oberes Bathyal angegeben, der Schelf reicht nach ihm bis 180 m Tiefe, das Bathyal von 180 bis 4000 m. Wahrscheinlich sind Wassertiefen von etwa 150 bis 200 m für den FM 2 und FM 3 im Mainzer Becken anzunehmen. Das entspricht der Interpretation von THURSCHE (1956), der für den Foraminiferenmergel ein vollmarines, warmes Flachmeer annimmt, eine Auffassung, die sich allgemein durchgesetzt hat (ROTHAUSEN & SONNE 1986).

Zur Ablagerungszeit des Fischschiefers breitete sich das Meer weiter im Mainzer Becken aus und die Niersteiner Insel wurde kleiner (ROTHAUSEN & SONNE 1984). In den Zonen der größten Absenkung, dem Ingelheimer und dem Udenheim - Bodenheimer Graben (SONNE 1970), sowie im Ostteil des Mainzer Beckens sind daher auch die mächtigsten Fischschieferablagerungen im Mainzer Becken anzutreffen (Abb.11 und 12).

Aus den Mächtigkeitskarten (Abb.11 und 12) kann man schon erkennen, daß es sich beim Mainzer Becken um ein Randbecken handelt, mit den größeren Tiefen im Nordostteil. Voraussetzung dafür ist die Annahme, daß in kleineren Sedimentationsbecken die größte Sedimentmächtigkeit im Beckentiefsten bzw. in den tektonisch labilen Bereichen abgelagert wird. Im bewegteren Flachwasserbereich am Beckenrand sind geringere Mächtigkeiten tonig-siltiger Sedimente zu erwarten, während typische Strandbildungen dort



Abb. 29: Paläogeographische Karte des Mainzer Beckens zur Ablagerungszeit des Fischeischiefers, nach ROTHAUSEN & SONNE (1984), DREYER et al (1983), GRIMM (1991), SCHINDLER & GRIMM (1993) und eigenen Untersuchungen.

größere Mächtigkeiten erreichen können. Die Mächtigkeitskarten (Abb.11 und 12) zeigen somit das wahrscheinlich vorhandene Relief zur Fischeischieferzeit. Deutlich ist die Niersteiner Insel zu erkennen. Die Genauigkeit der Isolinien hängt aber stark von der Anzahl der zur Verfügung stehenden Bohrungen ab, so daß kleinere Einbuchtungen nicht erfaßt werden konnten.

Der zur Zeit der Ablagerung des FM 3 möglicherweise vorhandene Durchgang des Meeres bei Bingen nach NW (heutiges Guldenbachtal), ist in der Mächtigkeitskarte des Fischeischiefers A nicht zu erkennen, wohl aber in der Mächtigkeitskarte von FS B wieder deutlich sichtbar. SCHÄFER (1986) hält eine Verbindung Oberrheingraben - Mainzer Becken - Neuwieder Becken bereits im Latdorf aufgrund der Ostrakodenfaunen für wahrscheinlich. Ob die Verbindung vom Neuwieder Becken bis zur Niederrheinischen Bucht reichte, kann bisher nicht einwandfrei bewiesen werden, da die Südverbreitung der rupelischen Schichten in der Niederrheinischen Bucht aufgrund ihrer anderen Fazies Ausbildung und Fossilarmut nicht bekannt ist (ANDERSON 1962). Vielleicht war diese Verbindung nach einer kurzen Existenz im FM 3 zunächst im FS A wieder geschlossen und

ist dann im FS B erneut aktiv gewesen. KADOLSKY (1975) schließt eine Verbindung Oberrheingraben - Neuwieder Becken - Niederrheinische Bucht im Rupelium nicht aus. Ein Hinweis für diesen Ablauf könnte auch sein, daß der Fischechiefer in der Niederrheinischen Bucht extrem faunenarm ist (ELLERMANN 1958, INDANS 1958, JUNG & LANGER 1990) und eventuell nur dem FS B im Mainzer Becken entspricht.

SONNE (1982a), SONNE & WEILER (1984) und andere (siehe auch NEGENDANK 1983, ROTHAUSEN & SONNE 1984, MEYER 1988) belegen marine bis brackische Schichten ab dem Schleichsand von verschiedenen Lokalitäten des Rheinischen Schiefergebirges. Ob eine Verbindung zwischen dem Mainzer Becken über das Neuwieder Becken in die Niederrheinische Bucht oder auch ins Pariser Becken vorhanden war, ist noch unklar (NEGENDANK 1983, ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Die Aussagen der Mächtigkeitskarten (Abb.11 und 12) werden durch die Artenzahl-Isolinienkarte unterstützt (Abb.30). Auch hierin wird das ehemalige Relief des Mainzer Beckens teilweise abgebildet, der Alzey-Niersteiner Horst ist erkennbar und auch die mögliche Verbindung bei Bingen nach N. Die Mächtigkeitskarten (Abb.11 und 12) und der Ausbiß des Fischechiefers und Unteren Meeressandes bilden die Grundlage für die paläogeographische Karte des Mainzer Beckens zur Fischechieferzeit (Abb.29). In dieser

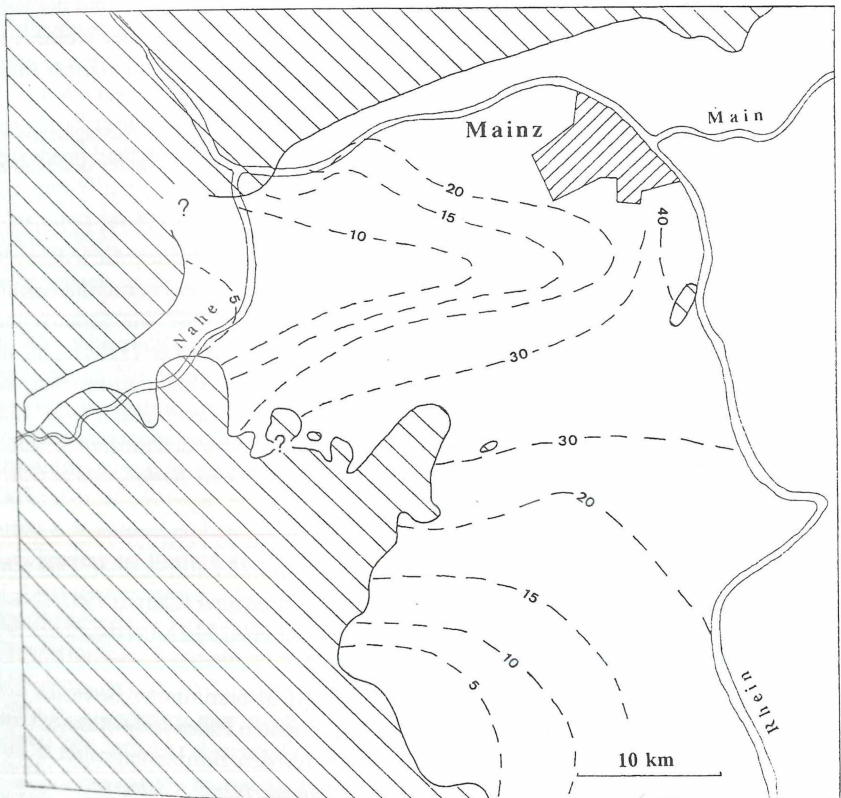


Abb. 30: Artenzahl-Isolinienkarte des Mainzer Beckens zur Ablagerungszeit des Fischechiefers.

Karte ist der Verlauf des variszisch angelegten Pfälzer Sattels durch die Ausbildung einer Halbinsel zwischen Alzey und Wonsheim (Vorholz-Halbinsel nach SONNE 1958) und einigen Inseln bei Biebelnheim und Nierstein (Niersteiner Insel) nachgezeichnet. Weiterhin ist die stark strukturierte Küste zwischen der Vorholz-Halbinsel und dem Hunsrück erkennbar (z.B. Wonsheimer Bucht nach GRIMM 1991). Dagegen zeigte das Taunusvorland wahrscheinlich eine morphologisch wenig differenzierte Küstenlinie (SONNE 1958, SONNE 1970, ROTHAUSEN & SONNE 1984).

Aus der Artenzahl-Isolinienkarte (Abb.30) ist relativ deutlich abzulesen, daß die Artenzahlen des Fischeschiefers in bestimmten Bereichen stark zurückgehen. Die Isolinienausbuchtungen zeigen wahrscheinlich Schwankungen der Salinität an. Höhere Artenzahlen sind in stärker marinem Milieu zu erwarten, niedrigere Artenzahlen sprechen eher für brackischere Bedingungen (Brackwasserminimum nach REMANE, aus ZIEGLER 1972). Brackische Bedingungen kann man aufgrund dieser Karte für den Bereich nördlich und westlich von Bad Kreuznach und für den Raum um Kirchheim-Boland annehmen. Sie kamen vermutlich durch Süßwasserzuflüsse in diesen Bereichen zustande. Die dort angetroffene Foraminiferenfauna läßt aber in ihrer Zusammensetzung hierzu kaum eine Aussage zu. In den übrigen Bereichen war die Salinität wahrscheinlich größtenteils normal marin. Aufgrund des Auftretens von Radiolarien, Echinodermen, Poriferen und der Fischfauna, sowie der Glaukonitbildung nimmt GRIMM (1991) für den Bereich der Wonsheimer Bucht und den Bereich im N der Niersteiner Insel (Bodenheim) ein normal marines Milieu an.

Anhand der Foraminiferenfauna lassen sich einige weitere ökologische Aussagen treffen. Nach GRIMM (1991) sind die Foraminiferenunterordnungen im Fischeschiefer des Mainzer Beckens wie folgt verteilt: Rotaliina 47,8 %, Lagenina 37,3%, Textulariina 11,3% und Miliolina 3,6 %. Diese Foraminiferenvergesellschaftung wird in GRIMM (1991) in die Zone des äußeren Schelfs mit leichter Tendenz zur bathyalen Zone eingeordnet. Auch dort wird schon auf das Problem hingewiesen, daß eine Tiefenzonierung mit der Foraminiferenfauna nicht eindeutig möglich ist, da auch andere ökologische Einflüsse wie Salinität und Sauerstoffgehalt die Fauna bestimmen (HERB 1984). Nach MURRAY (1991) sind die Gattungen *Bathysiphon*, *Bolivina* und *Planorbulina* in marinem Milieu anzutreffen. *Bathysiphon* bevorzugt kaltes Wasser, *Bolivina* kaltes bis warmes Wasser und *Planorbulina* gemäßigte Wassertemperaturen. *Bolivina* und *Planorbulina* sind für den inneren Schelfbereich typisch, *Bathysiphon* für den oberen bathyalen Bereich. Wenn *Bathysiphon* in tiefem Wasser vorkommt, dann ist sein Lebensraum auch kühler, als in flacheren Bereichen des Meeres. Für das Fischeschiefermeer sind maximale Wassertiefen von etwa 200 m anzunehmen, wahrscheinlich war das Meer etwas tiefer als zur Foraminiferenmergelzeit. Dies wird auch durch das Auftreten von Glaukonit im Fischeschiefer unterstützt (GRIMM 1991). Nach FÜCHTBAUER (1988) wird die Bildung von Glaukonit in offenen Flachmeerbereichen bei Wassertiefen zwischen 50 und 500 m begünstigt.

Die geographische Verbreitung einiger Foraminiferen in bestimmten Bereichen des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens läßt in den meisten Fällen keine Aussagen zur Paläogeographie oder Paläoökologie zu, da die Fauna nur den Bearbeitungszustand der Bohrungen widerspiegelt. So treten Arten wie *Bathysiphon taurinensis*, *Globigerina bulloides* und *Spiroplectinella deperdita* im gesamten Mainzer Becken und Oberrheingraben auf. Lediglich die Sandschaler (*Ammodiscus incertus* und *Cyclammina placenta?*) bevorzugen

anscheinend weitgehend die tieferen Zonen, während einige Kalkschaler, wie *Nodosaria ewaldi*, *Planorbulina difformis*, *Palmula obliqua* und *Vaginulopsis hauerina*, hauptsächlich in den randnahen Gebieten anzutreffen sind. Aber auch hier scheinen Faktoren wie Durchlüftung und Salinität eine Rolle zu spielen. THURSCHE (1956) stuft das Fischschiefermeer zudem als tiefer und kühler ein, als das Meer der Foraminiferenmergelzeit.

Der Sauerstoffgehalt des Fischschiefermeeres war wahrscheinlich nicht konstant. Während in FS A ein aerobes bis dysaerobes Milieu vorherrschte, schwankte das Milieu in FS B zwischen dysaerob und anaerob (GRIMM 1991: Abb.6). Foraminiferen sind nach PO-KORNY (1958) gegenüber Sauerstoffgehaltsschwankungen relativ tolerant. So soll *Bathysiphon* nahezu unabhängig vom Sauerstoffgehalt sein. Damit wird deutlich, warum *Bathysiphon taurinensis* in FS B noch fast alleine auftritt, mit Ausnahme des FS 5, wo der Sauerstoffgehalt kurzzeitig wieder zunahm (Meeresvorstoß von S, siehe unten). Nach MURRAY & WRIGHT (1974) ist mit einer geringen Sauerstoffkonzentration eine niedrigere Artenzahl und Massenvorkommen von z.B. *Bolivina* verbunden. Da im FS A im Gegensatz zum Foraminiferenmergel niedrige Artenzahlen auftreten und in FS A auch Massenvorkommen von *Bolivina beyrichi* (insbesondere FS 2 und FS 3) anzutreffen sind, müssen für diese Zeit schlechtere Sauerstoffverhältnisse angenommen werden als zur Ablagerungszeit des Foraminiferenmergels. Ein Hinweis hierfür ist auch das Überwiegen von Nektonten und Planktonten, sowie auch das Sediment, das aus dunklen bituminösen Mergeln und Tonen besteht (9. Röntgendiffraktometrie).

Der Wechsel der Sauerstoffverhältnisse ist vermutlich großräumig auf die Paläogeographie zurückzuführen. Während das Milieu des Foraminiferenmergels sich im FS 1 noch weitgehend hielt, kam es im FS 2 möglicherweise durch ein Einschränken der Verbindung über den Oberrheingraben nach S zu einer Dominanz der Einflüsse von N, die ihren Höhepunkt im FS 3 erreichten. Der auf den unteren Fischschiefer ( $\approx$ FS A) beschränkte Stichling *Eoliscus heinrichi* wurde durch W. WEILER (1953) als Charakterform der Tethys nachgewiesen und spricht für einen von Süden gerichteten Einfluß zu dieser Zeit. Im FS B überzog der Einfluß des Nordmeeres, nur im FS 5 stieg der Einfluß der Tethys wieder an. Wahrscheinlich sind der wechselnde Einfluß der Tethys (nach N gerichtete Strömungen) und des Nordmeeres (nach S gerichtete Strömungen) der Grund für die Ausbildung der Fischschieferhorizonte FS 1 bis FS 6. Möglicherweise vollzog sich der Hauptwechsel zwischen stärkerem Einfluß der Tethys und des Nordmeeres an der Grenze FS A zu FS B. Das Auftreten von *Spiroplectinella deperdita* in FS 1 und im Foraminiferenmergel, sowie die im FS 1 noch vorhandene verhältnismäßig reiche Foraminiferenfauna belegen, daß zu dieser Zeit wahrscheinlich gleiche Strömungsrichtungen vorherrschten. Erst während des FS 2 kommt der Einfluß der Nordsee hinzu, denn da sind in der Hessischen Senke und im Mainzer Becken *Bolivina beyrichi* und *Nodosaria ewaldi* sehr häufig anzutreffen. Außerdem spricht die relativ arten- und individuenreiche Fauna für eine Vermischung der beiden Meereseinflüsse. Langsam nimmt nun der Einfluß der Tethys ab, daher ist auch der Übergang zwischen FS 2 und FS 3 oft verwischt. Mit Beginn von FS 4 hat sich die Strömung gänzlich umgekehrt, nur noch der Einfluß von der Nordsee her ist deutlich. In der Hessischen Senke ist ebenso wie im Mainzer Becken ein faunenarmer Profillbereich festzustellen. Möglicherweise war auch die Verbindung zum Nordseebecken für Foraminiferen eingeschränkt. Andererseits nimmt W. WEILER (1953) aufgrund der Fischfauna im N des Oberrheingrabens eine tiefere Verbindung als im S an. Auf jeden Fall ist aber der Fisch-

schiefer -äquivalente Bereich in der Nordsee so faunenarm (SPIEGLER 1965), daß aus dieser Richtung kaum benthonische Foraminiferen einwandern konnten. Ein kurzzeitiger Strömungswechsel während des FS 5 ist wahrscheinlich, da dieser Profilschnitt in der Hessischen Senke fehlt. Bis zum Ende der Fischschiefersedimentation ist sonst die N-S-Strömung vorherrschend.

Der Strömungswechsel spiegelt sich auch in den Isotopendiagrammen wieder (8. Isotopengeochemische Untersuchungen). Leichtere  $\delta^{18}\text{O}$ -Werte in den untersuchten Profilen aus dem Mainzer Becken scheinen den Einfluß des Nordmeeres zu charakterisieren. Die  $\delta^{13}\text{C}$ -Werte zeigen ähnliche, aber nicht so deutliche Tendenzen. Im Profil Schliengen 1012 zeigen sich kaum Schwankungen, da sich bis dort, weit im Süden, der Nordmeereinfluß nicht mehr deutlich ausgewirkt hat. Außerdem zeigen die Isotopenverhältnisse des Profils Schliengen 1012 einen deutlich brackischeren Charakter des gesamten Profils im Verhältnis zum Mainzer Becken an, was vermutlich auf einen verstärkten Süßwassereinfluß durch die spezielle paläogeographische Lage des Profils (Schwarzwaldrand) zurückzuführen ist. Die erhöhte Salinität im FS 5 durch einen nahen marinen Vorstoß ist aber auch hier nachweisbar. Um aus der Isotopie genauere Aussagen für den südlichen Oberrheingraben treffen zu können, müßte jedoch noch mindestens ein weiteres Profil im Grabenzentrum untersucht werden.

Die hauptsächlich von S kommende Strömung zur FS A- Zeit wird auch in der Artenzahl-Isolinienkarte deutlich (Abb.30). Da bei der Foraminiferenartenzahl natürlich der foraminiferenarme Teil (FS B) und dessen Durchläuferformen, die ja auch schon in FS A vorkommen, nicht ins Gewicht fallen, stellt diese Karte hauptsächlich die FS A- Zeit da. Bei den (hauptsächlich FS 1 und FS 2) von Süden kommenden Strömungen wäre dann mit einer Wirbelbildung südlich vor dem nach Norden flacher werdenden Bereich zwischen der Vorholz-Halbinsel und der Niersteiner Insel und vor dem Taunus zu rechnen. Damit könnte auch der Transport von Phyllitblöcken aus dem Südtanunus im Wurzelwerk größerer Bäume in die Wonsheimer Bucht (SCHINDLER & GRIMM 1993) erklärt werden.

Der scheinbare Widerspruch zwischen den gezeigten Strömungsverhältnissen und den Angaben nach MARTINI (1960), MARTINI & MÜLLER (1971) und MARTINI (1982) ergibt sich aus der Tatsache, daß bei der Untersuchung von Nannoplankton und seiner Ausdeutung keine vollständigen Profile herangezogen werden konnten, zumal vor allem im Fischschiefer in größeren Bereichen (z.B. FS B) kein kalkiges Nannoplankton vorkommt (MÜLLER 1971). Auf die weitere Interpretation der genannten Ergebnisse wird weiter unten nochmals eingegangen (10.2. Oberrheingraben)

Im Oberen Rupelton weitete sich der Sedimentationsraum aus (WENZ 1921, ROTHHAUSEN & SONNE 1984). Auf Grundlage der gefundenen Foraminiferenfauna läßt sich nur ein vollmarines Milieu belegen. Aussagen zu Wassertiefe und Sauerstoffgehalt sind an dieser Stelle nicht möglich, die reiche Fauna spricht allerdings für ein gut durchlüftetes Meer.

Klimatische Aussagen können nur für den gesamten Rupelton getroffen werden, da die Foraminiferen keine eindeutigen Informationen geben, weil die klimatisch bedingten Verhältnisse hier immer mit der Wassertiefe und anderen Faktoren verknüpft und so überprägt sind. Aufgrund von Sauerstoffisotopenverhältnissen benthonischer Mollusken gibt BUCHARDT (1978) für das Rupelium Wassertemperaturen im Nordseebecken von maximal 10°C bis 12°C an. Dies entspricht in etwa den eigenen Ergebnissen an benthonischen Foraminiferen im Mainzer Becken, während die planktonischen Foraminiferen



Temperaturen von 11°C bis 22°C dokumentieren (8.5. Auswertung und Interpretation). Aus den Ergebnissen der Isotopie ergibt sich eine deutliche Divergenz zu den faunistischen Ergebnissen von ROTHAUSEN (1986) und den im Mainzer Becken gemachten Beobachtungen. So spricht WENZ (1921) von einem subtropischen Klima und auch W. WEILER (1928) nimmt auf Grund der im Mainzer Becken gefundenen Fischfauna ein subtropisches Klima an. Die Untersuchung der Landflora ergibt nach SCHAARSCHMIDT ( in ROTHAUSEN & SONNE 1984) eine typische Flora warmen Klimas. ENGELHARDT (1911) kommt bei der Untersuchung der Rupeltonflora von Flörsheim am Main zu ähnlichen Ergebnissen, und auch die Glaukonitbildung ist nach FÜCHTBAUER (1988) an tropische Wassertemperaturen gebunden. KRUTZSCH (1992) gibt für den Rupelton in Mitteldeutschland auf Grundlage der Florenentwicklung ein wechselfeuchtes submediterranes Klima an. Wassertemperaturen von bis zu 26°C, wie sie von STRAUCH (1968) für das Oligozän des Nordseebeckens angenommen werden, sind damit aber auch eher unwahrscheinlich. Wahrscheinlich war das Rupeltonmeer zur Zeit des vorherrschenden Tethys-Einflusses aber etwas wärmer als zur Zeit des stärkeren Nordmeereinflusses.

## 10.2. Oberrheingraben

Zur Zeit der Ablagerung des Foraminiferenmergels war der Oberrheingraben ein vollmariner Meeresarm, der das Nordseebecken mit der Paratethys verband. Die Wassertiefe war wahrscheinlich im Grabentiefsten größer als im Beckeninnern des Mainzer Becken. Das überwiegende Auftreten von Sandschalern kann, neben der Wassertiefe, auch in der Erhaltung der Foraminiferen begründet sein. Auch zur Fischschieferzeit war das Meer des Oberrheingrabens teilweise tiefer als im Mainzer Becken. Die Salinität war, von Randgebieten abgesehen, wohl weitgehend normal marin und der Sauerstoffgehalt ist dem des Mainzer Beckens vergleichbar. Die Sauerstoffzyklen (8. Isotopengeochemische Untersuchungen) ändern sich allerdings mit der geographischen Lage der Profile. Die Profile im nördlichen Oberrheingraben zeigen gleiche Zyklen wie im Mainzer Becken während Profile im südlichen Oberrheingraben, bevorzugt dem Einfluß der Tethys ausgesetzt, die Zyklen des Nordmeeres nicht mehr abbilden.

Die Mächtigkeit des Fischschiefers beträgt im nördlichen Oberrheingraben 30 bis 40 m, bei Schliengen im südlichen Graben ist er aber nur noch 3 m mächtig, FISCHER (1965) gibt für den Fischschiefer von Allschwil bei Basel 8 -10 m Mächtigkeit an. In allen untersuchten Bohrungen ist jedoch der Fischschiefer im südlichen Oberrheingraben wesentlich geringer mächtig als im nördlichen. Die unterschiedliche Mächtigkeit des Fischschiefers wird durch unterschiedlich starke synsedimentäre Absenkungen erklärt. Während DOEBL & TEICHMÜLLER (1979) für die Pechelbronn-Schichten eine Hauptabsenkung des Grabens im Süden postulieren, ist während des Rupeltons eine stärkere Absenkung im nördlichen Oberrheingraben festzustellen, dies gilt vor allem für den Fischschiefer. Beim Vergleich der Fischschiefermächtigkeiten zwischen dem Mainzer Becken und dem Oberrheingraben muß im übrigen berücksichtigt werden, daß infolge der starken Sedimentüberdeckung der Fischschiefer im Oberrheingraben viel stärker kompaktiert wurde als im Mainzer Becken. Allerdings wirkt sich die Kompaktion nicht so gravierend aus, daß die oben getroffenen Aussagen nicht mehr zutreffen, selbst bei Unterschieden in der Sedimentüberdeckung von 2000-3000 m liegt die Abnahme des Volumens tertiärer Tonsteine nach

MÜLLER (1967), im Verhältnis zur Orginalsedimentsäule nur bei 50 % (500 m Tiefe) auf 64,4 % (3000 m Tiefe).

Nach MARTINI & MÜLLER (1971) drang das Meer des Rupeltons von N in den Oberrheingraben ein. Dies wurde von MARTINI & MÜLLER (1971) für die von ihnen untersuchten Bereiche des Foraminiferenmergels (wahrscheinlich FM 1 bis FM 2 ?) auch nachgewiesen. Aufgrund der in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen ist für FM 2 bis FS 1 aber eine vorherrschende Strömungsrichtung aus Süden wahrscheinlicher und erst zur Ablagerungszeit des FS 2 machte sich eine N-S gerichtete Strömung bemerkbar. Dies ist nach Meinung der Autorin auch der Grund, weswegen Sphenolithen der Zone NP 23 im Mainzer Becken häufig, in der Hessischen Senke seltener und im norddeutschen Raum nur vereinzelt auftreten (MARTINI & MÜLLER 1971). Für die Hessische Senke zeigte RITZKOWSKI (1965, 1967), daß im FS B eine von N nach S gerichtete Strömung vorhanden war. Er schließt dies aus dem häufigen Auftreten norddeutscher Kreideforaminiferen in einzelnen Fundpunkten der Wetterau. Eine S - N- Richtung der Strömung, wie sie von MARTINI & MÜLLER (1971) auch für den oberen Teil des Fischschiefers angenommen wird, ist nur für FS 5 wahrscheinlich, nicht jedoch für FS 4 und FS 6, und die Annahme beruht zudem auf einer ungenauen stratigraphischen Einstufung (6. Vergleich des Rupeltons im Mainzer Becken, im Oberrheingraben, in der Hessischen Senke und in der Leipziger Bucht). Zur Zeit des Oberen Rupeltons (= z.T. *Meletta*-Schichten des Grabens) herrscht dagegen wieder eine von S nach N gerichtete Strömung vor, wie die Verbreitung allochthoner Kreidecoccolithen und Kreideforaminiferen aus den Alpen im Oberrheingraben beweist (MARTINI 1960; MARTINI & MÜLLER 1971; DOEBL & TEICHMÜLLER 1979; MARTINI 1982).

### 10.3. Hessische Senke und Hanau-Seligenstädter Senke

Die Aussagen zur Paläogeographie in der Hessischen Senke beruhen hauptsächlich auf Literaturdaten, da die Anzahl der untersuchten Bohrungen aus diesem Bereich gering ist.

FM 3 tritt in der Bohrung Deponie Steinertfeld und in einigen anderen Gebieten der Hessischen Senke (Auswertung der Literaturdaten von RITZKOWSKI 1965) auf, die zur Zeit des Foraminiferenmergels 3 von Meer bedeckt gewesen sind. Wahrscheinlich war zu diesem Zeitpunkt die Verbindung zwischen Nordseebecken und Tethys über die Hessische Senke geöffnet (10.2. Oberrheingraben).

RITZKOWSKI (1965) beschreibt für FS B eine Strömung von N nach S durch die Hessische Senke. In der untersuchten Bohrung konnte hierzu kein Hinweis gefunden werden, möglicherweise ist aber der Grund, daß nur eine Bohrung schon ausgelesen vorlag. Die Verbindung zwischen Nordsee und Tethys hat aber wahrscheinlich vom FM 2 bis in den Oberen Rupelton angehalten.

GRAMMAN (1966) spricht für die Hessische Senke eher von einem plötzlichen Meeres-einbruch des Rupeltonmeeres als von einer allmählichen Ingression, gleiches stellen SONNE & ROTHAUSEN (1984) für das Mainzer Becken fest. Wahrscheinlich erfolgten die Meeres-einbrüche in unterschiedlicher Stärke, das erklärt das nur lokale Auftreten des FM 3 in der Hessischen Senke. RITZKOWSKI (1965) nimmt als Mindestbreite für die Hessische Straße 35 bis 40 km an.

Im Bereich der Hanau-Seligenstädter Senke herrschten besondere paläogeographische Gegebenheiten. Hier fehlt weitgehend der Untere Rupelton, lokal auch der Mittlere. Nach

GOLWER (1968) waren zur Ablagerungszeit des Fischeschiefers im Bereich Offenbach - Bad Vilbel Inseln und Halbinseln anzutreffen, an deren Küsten sich dann zeitgleich mit dem Fischeschiefer im Beckenbereich der Meereskalk ablagerte. Das Fehlen der Schichten des Unteren und Mittleren Rupeltons wird von SOLLE (1951) auch durch synsedimentäre Bruchtektonik zur Zeit der Ablagerung des Mittleren Rupeltons erklärt. Diese Tektonik ist im Oberen Rupelton beendet, da sich dieser gleichmäßig über die unterlagernden Schichten ausbreitete (SOLLE 1951). Tatsächlich sind in der Hanau-Seligenstädter Senke und in der Hessischen Senke die Schichten des Oberen Rupeltons ungestört anzutreffen. GOLWER (1968) erklärt das Auftreten des Oberen Rupeltons in der Hanau-Seligenstädter Senke durch eine zweite kräftige Absenkung, so daß nun, wie im Mainzer Becken, auch die Inseln und Halbinseln überflutet wurden. Dabei dehnte sich das Meer auch weiter nach E aus (GOLWER 1968).

#### 10.4. Leipziger Bucht und angrenzendes Tiefland

Die Leipziger Bucht war zur untersuchten Zeit ein vollmarines Randbecken der paläogenen Nordsee. Nach LOTSCH (1963) drangen im Rupelium erstmals rein marine Ablagerungen bis in dieses Gebiet vor. Durch die unterschiedlichen paläogeographischen Gegebenheiten sind die Schichten des Mainzer Beckens und der Leipziger Bucht nicht direkt vergleichbar.

In der Leipziger Bucht kann man eine Klippenfazies, eine Beckenfazies und eine Randfazies unterscheiden (MÜLLER 1983). Da aber nur Profile der Beckenfazies untersucht und hier große Teile entkalkt angetroffen wurden, können kaum Aussagen zur Paläogeographie gemacht werden. Die untersuchten Profile lagen im Bereich der Zone tiefster Absenkung während der Meeresbedeckung (MÜLLER 1983). Nach FREESS (1991) handelt es sich hier um ein Flachmeer mit Buchten, Inseln und Landzungen, einer Ost -Westerstreckung von 20 bis 30 km und einer Nord -Süderstreckung von 40 km, d.h. das Meer drang fast bis Zeitz und Altenburg im S von Leipzig vor. Die Foraminiferen sprechen ebenfalls für ein nicht zu tiefes Meer, denn eindeutige Tiefwasserformen, wie z.B. einige Sandschaler fehlen. Zu den Besonderheiten dieses Randbeckens gehören nach FREESS (1991), daß der Wasseraustausch mit der offenen Nordsee zumindest zeitweise durch eine Hochlage im W der Bucht behindert wurde und die Salinität, hauptsächlich in den Randbereichen, durch Süßwassereinflüsse schwankte. Beides wirkt sich natürlich auf die Ausbildung der Fauna aus. Die Verteilung der Fauna hat nach FREESS (1991) und MÜLLER (1983) keinen primären Charakter. Durch Wirbelbildungen infolge von Gegenströmungen, Gezeitenströmungen und Luftströmungen kam es zu einer Vermischung von autochthoner mariner und allochthoner vom Land eingeschwemmter Fauna. Diese Strömungswirbel sollen auch die tieferen Wasserschichten erreicht haben. Anhand der Foraminiferenfauna läßt sich dies nicht entscheiden, aber die Änderung der Foraminiferenfauna im Profil Cospuden könnte durch solche Vermischung, bzw. durch behinderten Wasseraustausch mit der offenen Nordsee erklärbar sein. Das Klima muß wahrscheinlich auch nach der von MÜLLER (1983) gefundenen Fauna und von FREESS (1991) vorgestellten Flora als mediterran eingestuft werden. Das entspricht der von KRUTZSCH (1992) durchgeführten umfassenden Untersuchung und Einordnung dieses Gebietes in die Klimazone VBx, was einem wechselfeuchten submediterranen Klima entspricht. Zu ähnlichen Ergeb-

nissen kommt in den angrenzenden Bereichen aufgrund der marinen Wirbeltierfauna auch ROTHAUSEN (1986).

Das Profil Amsdorf aus dem angrenzenden Tiefland der Leipziger Bucht läßt sich im Gegensatz zu den Profilen aus dem Zentrum der Leipziger Bucht besser mit dem Mainzer Becken vergleichen. So wurden die Schichten des FM 2 angetroffen und auch die des Oberen Rupeltons, aber die Schichten des Fischschiefers sind hier so faunenarm, daß sie nicht an Hand der Fauna verglichen werden können.

Die Faunenschwankungen, die im Fischschiefer des Mainzer Beckens, des Oberrheingrabens und der Hessischen Senke auftreten, können in der Leipziger Bucht kaum erkannt werden, da hier der tethysche Einfluß fehlt, der diese Veränderungen ja wesentlich bedingt hat (10.1. Mainzer Becken, 10.2. Oberrheingraben).

### 10.5. Zusammenfassung

Über den tieferen Teil des Foraminiferenmergels (FM 1) werden in der vorliegenden Arbeit keine Aussagen gemacht, da dieser Abschnitt nicht Gegenstand der Untersuchungen war. Die sehr einheitliche Ausbildung des FM 2 im Oberrheingraben, Mainzer Becken und in der Hessischen Senke belegt die Verbindung zwischen diesen Gebieten. Wahrscheinlich kam die Strömung in dieser Zeit aus dem Tethysbereich und war nach N gerichtet. Auch während des FM 3 ist diese Tendenz wahrscheinlich gleich geblieben, da die Ausbildung beider Horizonte ähnlich ist. Die Dominanz der Süd-Nord-Richtung hält zu Beginn des Fischschiefers an, FS 1 des Mainzer Beckens ist eher im Oberrheingraben, als in der Hessischen Senke wiederzufinden. Dann gewinnt auch die Nordsee an Einfluß hierfür sind die im Mainzer Becken und in der Hessischen Senke typischen Massenlagen von *Bolivina beyrichi* und *Nodosaria ewaldi* in FS 2 ein Beleg. Langsam läßt die Beeinflussung beider Meeresgebiete für die mitteleuropäische Meeresstraße nach und es herrscht eine weitgehende Faunenarmut. Wahrscheinlich war die Strömung N-S gerichtet, aber da die Fauna durch Barrieren an der Einwanderung von N gehindert wird, ist dies nur bedingt belegbar. Mit dem Zwischenhorizont (FS 5) gewinnt dann wahrscheinlich nochmals die Tethys einen größeren Einfluß.

Zur Zeit des Oberen Rupeltons, der in der Hessischen, sowie in der Hanau-Seligstädter Senke, im Mainzer Becken und im Oberrheingraben (z.T. *Meletta* -Schichten) ähnlich ausgebildet ist, herrschten jedenfalls wieder von S nach N gerichtete Strömungen. Möglicherweise hatte der Oberrheingraben zu diesem Zeitpunkt hauptsächlich Verbindung nach Süden, während das Mainzer Becken und die Hessische Senke auch noch vom Nordmeer beinflußt wurden. Die Schichten des Oberen Rupeltons im Tagebau Amsdorf (angrenzendes Tiefland der Leipziger Bucht) entsprechen denen in der Hessischen Senke und im Mainzer Becken.

Da sich die Schichten des Unteren, Mittleren und Oberen Rupelton des Profils Amsdorf mit denen des Mainzer Beckens und Hessens korrelieren lassen, muß die Ablagerung der Schichten unter ähnlichen Bedingungen stattgefunden haben. Daraus folgt eine Verbindung vom Mainzer Becken über die Hessische Senke in die paläogene Nordsee und über den Bereich südlich des Harzes (Tagebau Amsdorf) in die Leipziger Bucht (Abb.31). Dies unterstützt die Erkenntnisse von KOCKEL (in VINKEN 1988), GRAMANN & KOCKEL (in VINKEN 1988) und KRUTZSCH (1992), der anhand von Pollen eine Verbindung im Süden des Harzes postuliert. Diese Verbindung hat zur Zeit des FM 2 und des Oberen

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

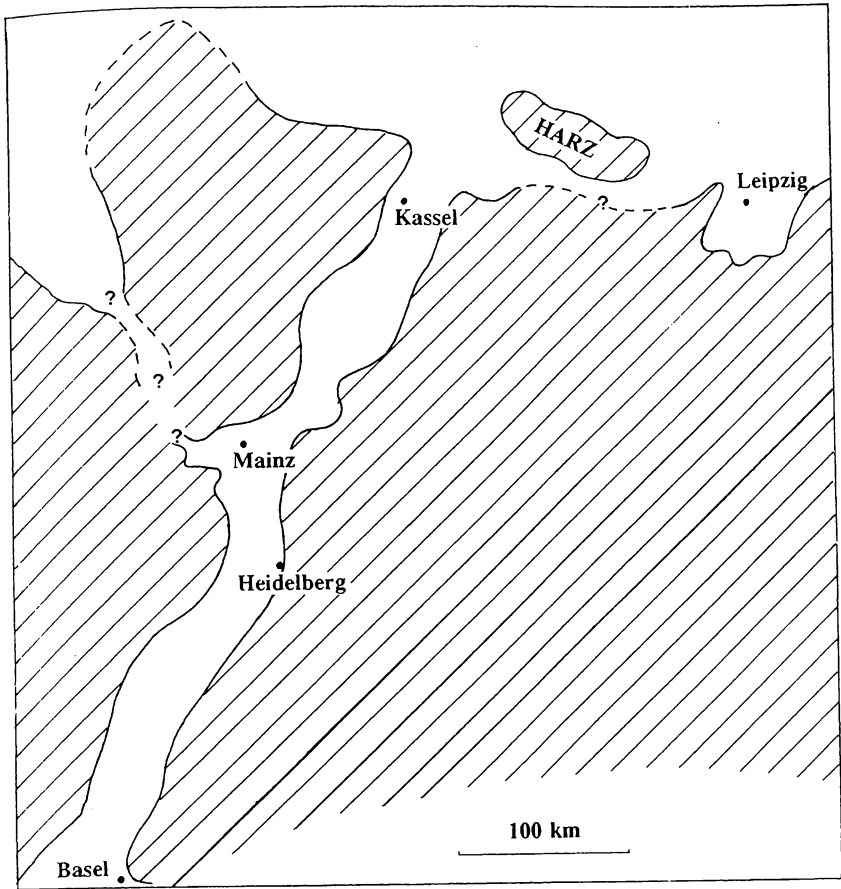


Abb. 31: Paläogeographische Karte Deutschlands (ohne Molassebecken) zur Ablagerungszeit des Fischschiefers nach RITZKOWSKI (1965), GOLWER (1968), MEIBURG & KAEVER (1986), FREESS (1991), KRUTZSCH (1992) und eigenen Untersuchungen.

Rupeltons bestanden. Ob und wie weit sie auch im Fischschiefer und FM 3 vorhanden war, läßt sich anhand der Foraminiferen des Profils Amsdorf nicht belegen.

Nach KRUTZSCH (1992) ist das Klima im mitteldeutschen Bereich zur Zeit der Ablagerung des Unteren Rupeltons in die Klimazone VBx einzuordnen, das entspricht Jahresmitteltemperaturen von etwa 17, 5°C und einer Jahresniederschlagsmenge von etwa 1400 mm, also ein recht warmes und relativ feuchtes Klima. Zum Oberen Rupelton hin nehmen danach wahrscheinlich sowohl die Temperatur als auch die Niederschläge weiter zu und die Temperatur erreicht etwa 20°C, der mittlere Jahresniederschlag knapp 1600 mm. Das entspricht der Klimazone VB. Zum Ende des Oberen Rupeltons stellt sich wieder das wechselfeuchte submediterrane Klima des Unteren Rupeltons ein.

## 11. Zusammenfassung

Ausgehend vom Mainzer Becken wurde anhand der Foraminiferenfauna eine Gliederung des Fischeschiefers aufgestellt, die dann auf den Oberrheingraben und die Hessische Senke übertragen werden konnte. Es wurde versucht, auch Profile aus der Leipziger Bucht und dem angrenzenden Tiefland in diese Gliederung einzuhängen.

Der Fischeschiefer läßt sich in einen unteren faunenreichen Bereich (FS A) und einen oberen faunenarmen Bereich (FS B) einteilen. Beide Bereiche kann man jeweils nochmals in drei Horizonte unterteilen. FS 1 ist der unterste Horizont von FS A und durch das Auftreten von *Spiroplectinella deperdita* und *Palmula obliqua* gekennzeichnet. Der überlagernde FS 2 enthält neben Massenaufreten von *Bolivina beyrichi* und *Nodosaria ewaldi* auch *Planorbulina difformis*. FS 2 und FS 3 werden durch das Auftreten von *Pygmaeosestron hispidum* charakterisiert, da FS 3 keine eigenen Zonenforaminiferen besitzt, sind beide Horizonte oft schwer zu trennen. FS B beginnt mit FS 4, der faunenarm ist und nur gelegentlich *Bathysiphon taurinensis* enthält. In FS 5 tritt neben Durchläuferformen auch schon *Vaginulopsis hauerina* auf, die eigentlich den Oberen Rupelton charakterisiert. Die Gliederung über die Häufigkeitsformen und Charakterformen, kann durch eine Gliederung über die Artenzahl unterstützt werden. Beide zusammen liefern gute Gliederungsergebnisse.

Die erarbeitete Fischeschiefergliederung gründet auf 18 Bohrprofilen im Mainzer Becken, 5 Bohrprofilen im Oberrheingraben, je einem Profil in der Hanau-Seligenstädter Senke und in der Hessischen Senke. Das Profil aus dem angrenzenden Tiefland der Leipziger Bucht konnte in die Rupeltongliederung des Mainzer Beckens, nicht aber in die Feingliederung eingehängt werden. In der Leipziger Bucht konnte ein Profil mangels kalkiger Foraminiferenreste nicht eingeordnet werden, das andere Profil konnte aber über die Artenzahlgliederung und teilweise über die Häufigkeitsformen in Anlehnung an das Mainzer Becken gegliedert werden.

Ergänzend wurden die hangenden Horizonte des Unteren Rupeltons und der liegende Horizont des Oberen Rupeltons untersucht. Hierbei wurde festgestellt, daß der oberste Horizont des Foraminiferenmergels im Oberrheingraben (FM 3) in weiten Teilen des Mainzer Beckens und der Hessischen Senke fehlt. Dort endet der Foraminiferenmergel mit dem FM 2, für den *Ammobaculites agglutinans*, *Spiroplectinella carinata* und *Heterolepa dutemplei* typisch sind. Im überlagernden Horizont FM 3 fehlen diese, dafür sind aber -wie im tieferen Horizont - *Spiroloculina dorsata*, *Ammodiscus incertus*, *Karriella chilostoma* und die auch für den FS 1 typische *Spiroplectinella deperdita* anzutreffen.

Der Obere Rupelton beginnt mit dem Auftreten von *Spiroplectinella carinata*, *Cibicides ungerianus*, *Quinqueloculina impressa*, *Rotaliatina offenbachensis* und *Vaginulopsis hauerina*. Die Grenze Fischeschiefer / Oberer Rupelton ist nach dem derzeitigen Kenntnisstand zugleich die Grenze der Nannoplanktonzonen NP 23/ NP 24 nach MARTINI (1971).

Es wurde versucht, die aufgestellte Gliederung des Fischeschiefers, sowie die allgemeine Gliederung des Rupeltons mit Literaturdaten aus dem Oberrheingraben, der Hessischen Senke und dem paläogenen Nordseebecken zu vergleichen. Dabei ergab sich, daß das Mainzer Becken, der Oberrheingraben und die Hessische Senke weitgehend korrelierbar sind, während die Gebiete des Nordseebeckens, wenn überhaupt, nur sehr schlecht eingehängt werden können. Das ist durch die Paläogeographie erklärbar, denn die zur Fischeschie-

ferzeit vorhandene Meeresverbindung zwischen Tethys und Nordsee verlief ja über den Oberrheingraben, das Mainzer Becken und die Hessische Senke. Der Einfluß von Tethys und Nordsee wechselte während dieser Zeit. Zunächst (FS 1) unterlagen die Untersuchungsgebiete dem Einfluß der Tethys. FS 2 belegt beide Einflüsse stark vermischt. Kontinuierlich bis zu Ende der FS 3- Ablagerung nahm der Einfluß der Tethys ab. Dies erklärt zunächst den oft allmählichen Übergang von FS 2 in FS 3 und auch das weitgehende Fehlen von FS A im nördlichen Deutschland. FS B belegt vorherrschenden Einfluß des Nordmeeres, mit Ausnahme von FS 5, denn hier gewann nochmals der Tethyseinfluß die Oberhand. Die unterscheidbaren Horizonte des Fischschiefers sind also hauptsächlich durch die mit den Strömungswechseln verbundenen Änderungen erklärbar.

Ergänzend wurden an einigen Profilen Untersuchungen an stabilen Sauerstoff- und Kohlenstoffisotopen, sowie röntgendiffraktometrische Untersuchungen durchgeführt. Die Isotopenänderungen der Profile zeigen Änderungen im Sauerstoffverhältnis an, die in etwa denen der Sauerstoffgehaltsschwankungen des Meerwassers entsprechen. Natürlich spielt hier auch die Lage der Profile, wie z.B. die Nähe zum Festland und die Möglichkeit von Süßwassereintrag eine Rolle.

Bei den röntgenographischen Untersuchungen ist ebenfalls der Eintrag vom Festland und damit die paläogeographische Lage von Bedeutung.

Im Mainzer Becken ergeben sich, aufgrund der Sedimentmächtigkeiten und paläoökologischer Untersuchungen einige neue paläogeographische Aussagen. Zur Ablagerungszeit des Fischschiefers war das Mainzer Becken von einem überwiegend vollmarinen Flachmeer überflutet, dessen Sauerstoffgehalt, auch in Abhängigkeit von den Strömungseinflüssen aus Tethys und Nordsee, um den dysaeroben Bereich schwankte. In einigen Bereichen konnten Süßwasserzuflüsse nachgewiesen werden. Das Meer des Oberrheingrabens war wohl tiefer, grundsätzlich herrschten aber dort ähnliche Bedingungen wie im Mainzer Becken. Auch dort kam es in einigen Bereichen zu Süßwasserzuflüssen. Die Hauptabsenkung des Oberrheingrabens zur Ablagerungszeit des Fischschiefers fand im nördlichen Oberrheingraben statt.

Für die Paläogeographie des Rupeltons (Unteroligozän) Mitteleuropas ergibt sich folgendes Bild. Das Meer drang von Norden in den Oberrheingraben ein (MARTINI & MÜLLER 1971, ROTHHAUSEN & SONNE 1984). Danach machte sich verstärkt der Einfluß der Tethys bemerkbar. Der Oberrheingraben verband über das Mainzer Becken und die Hessische Senke die Tethys mit dem Nordseebecken. Von der Hessischen Senke aus bestand eine Verbindung in das Nordseebecken und südlich des Harzes zur Leipziger Bucht, das durch die Schichtenfolge des Profils Amsdorf (angrenzendes Tiefland der Leipziger Bucht) belegt werden kann. Die Leipziger Bucht war ein Randmeer des Nordseebeckens, aber teilweise durch Hochgebiete im W von weiter im E liegenden Küstengebieten abgeschrmt. Da so die Verbindung des Mainzer Beckens zur Leipziger Bucht nur über die offene Nordsee von N bestand, ist eine Korrelation beider Gebiete schwierig.

Eine Verbindung des Mainzer Beckens mit der Niederrheinischen Bucht durch das Rheinische Schiefergebirge ist für die Zeit des FS B möglich, aber zur Zeit nicht direkt belegbar.

### 13. Danksagung

Ich möchte es nicht versäumen mich bei all denen zu bedanken, die mir bei der Entstehung dieser Arbeit behilflich waren. Zunächst gilt mein ganz besonderer Dank Herrn Prof. Dr. V. Sonne, dem Erstgutachter dieser Arbeit. Auch wenn er durch seine Arbeit als Direktor des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz stark eingespannt war, so hat er dennoch immer für mich und meine Probleme Zeit gefunden. Außerdem danke ich ihm für die Bereitstellung von Probenmaterial aus dem Archiv des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz. Ein weiterer besonderer Dank geht an Herrn Prof. Dr. K. Rothausen, dem Initiator und Koordinator des Projektes: Vergleich Mainzer Becken - Leipziger Bucht im Mitteloligozän. Prof. Rothausen war immer für mich ansprechbar, auch wenn eine große räumliche Distanz uns trennte.

An dieser Stelle möchte ich auch der Deutschen Forschungsgemeinschaft für ihre finanzielle Unterstützung im Rahmen der Projekte So 196/5-1 und So 196/5-2 danken.

Für die Bereitstellung von Proben und Probenmaterial, sowie von Profilen danke ich den Herren Möller, Dr. Lund und Dr. Uffenorde von der DEA / Wietze, Herrn Stahmer von der Wintershall AG / Kassel, Herrn Dr. Rabold vom Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Heidelberg, Herrn Dr. Strauß von der BEB / Hannover, Herrn Dr. Kümmerle und Herrn Dr. Hottenrott, beide vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung / Wiesbaden, Herrn Dr. Blumenstengel vom Geologischen Landesamt Sachsen-Anhalt in Halle und der Deilmann AG.

Für die Möglichkeit der Probennahme in den Tagebauen der Leipziger Bucht möchte ich mich bei Herrn Bergwerksdirektor Lehmann und Herrn Dr. Bellmann von der MIBRAG bedanken. Für die Einführung im Gelände danke ich Herrn Dr. Walter / Freiberg. Meinen Kollegen aus dem Großprojekt, Frau Dr. K. Schindler und Herrn Dipl.-Geol. K. Gürs sei nicht nur für die Hilfe bei der Probennahme, sondern auch für die Diskussionen gedankt.

Für die Hilfe bei der Probenaufbereitung möchte ich Frau Dipl.-Geol. M. Kunz-Pirrung, Herrn Dipl.-Geol. M. Pirrung, Herrn K. Schuchmann, Universität Mainz und Frau M. Fischer, Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz danken, aber auch der ganzen Abteilung 2 des Landesamtes, besonders Herrn M. Schmitt für die Hilfe bei der Suche nach Archivdaten und auch für die Ermunterungen, wenn scheinbar unüberwindbare Probleme auftraten.

Prof. Dr. H. Weiler vom Geologischen Landesamt Rheinland-Pfalz danke ich für Auskünfte zu Mikroplanktonproben und den „Fischeiern“. Frau Dr. D. Spiegler /GEO-MAR Kiel danke ich für die freundliche Bestimmung der Bolboformen, Herrn Prof. Dr. M. Mehrnusch Universität Mainz für die Bestimmung der Bolivinen der Leipziger Bucht und Herrn Dr. P. Schäfer / Geologisches Landesamt Rheinland-Pfalz für die Hilfe bei der Bestimmung der Ostrakode der Leipziger Bucht. Herr Dr. R. Janssen /Senckenberg Frankfurt übernahm freundlicherweise die Bestimmung der Scaphopoden.

Für die Einführung am Rasterelektronenmikroskop möchte ich mich bei den Herren Dipl.-Geol. S. Oppermann und Dipl.-Geol. T. Griefemer, beide Universität Mainz bedanken. Herrn Dr. H. Werner und Frau Dr. Ch. Krause danke ich für die Einführung bzw. Hilfe am Röntgendiffraktometer. Außerdem schulde ich Herrn Josten und Frau Wangchun vom MPI Mainz Dank für die Durchführung der Isotopenmessungen. An dieser Stelle



möchte ich Frau Dr. H. Oberhänsli / MPI Mainz für die Anregung zur Isotopenmessung, Ihre Diskussionsbereitschaft und die Durchsicht des Manuskriptkapitels Geochemie herzlich danken.

Bei meinem Dank möchte ich Herrn Dr. M. Morlo nicht vergessen, der mich als mein Zimmernachbar geduldig ertragen hat und stets zur Diskussion bereit war.

Mein größter Dank gilt meinem Ehemann Dipl.-Geol. M. C. Grimm, nicht nur für seine vielfältige Hilfe, ständige Diskussionsbereitschaft und Durchsicht des Manuskripts, sondern auch besonders für die Geduld, die er mit mir hatte.

Zum Abschluß möchte ich noch meinen Eltern danken, die immer für mich und meine Probleme Verständnis hatten und nicht nur in finanziellen Krisensituationen halfen.

#### 14. Literaturverzeichnis

- AEFJ, A.H. (1983): Bestimmung der Salinitätsfazies an einigen Profilen im Kalktertiär des Mainzer Beckens (Oberoligozän - Miozän) auf der Basis von geochemischen Untersuchungen, insbesondere von Isotopenverhältnissen ( $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ) an Mollusken-Schalen.- Dissertation, 165 S., 67 Abb., 2 Tab.; Mainz.
- ANDERSON, H.J. (1962): Paläontologische Bemerkungen zur Stratigraphie des Oligo- Miocän in der Niederrheinischen Bucht.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 6: 1-18, 3 Abb.; Krefeld.
- ANDREAE, A. (1884): Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs.- Abh. geol. Specialkarte Els.- Lothringen, 2, (3): 331 S., 12 Taf.; Straßburg.
- ANDREAE, A. (1890): Weitere Beiträge zur Kenntnis des Oligocäns im Elsaß.- Mitt. Geol. Landesanstalt Els.- Lothringen, 3, (1890-1892): 105-122; Straßburg.
- BARBIER, R. (1938): Etude micropaléontologique des terrains stampiens du district d'Ohlungen (Bassin de Pechelbronn).- Bull. Serv. Carte géol. Alsac. Lorr., 5: 7-25, 2 Taf.; Strasbourg.
- BATJES, D.A.J. (1958): Foraminifera of the Oligocene of Belgium.- Mém. Inst. roy. Sci. nat. Belg., 143: 188 S., 13 Taf.; Brüssel.
- BELLMANN, H.J. (1974): Über eine Foraminiferenfauna im Leipziger Oligozän.- Abh. u. Ber. Naturkundl. Mus. „Mauritianum“, 8: 325-332, 4 Abb.; Altenburg.
- BELLMANN, H.-J., PILOT, J. & RÖSLER, H.J. (1977): Untersuchungen zur Petrographie und Genese von Karbonatkonkretionen im braunkohleführenden Oligozän.- Z. angew. Geol., 23, 7: 334-341, 7 Abb., 7 Tab.; Berlin.
- BELLMANN, H.-J., RÖSLER, H.-J. & STARKE, R. (1984): Faziesdifferenzierung und Tonmineralbestand der oligozänen Schichten in der Leipziger Bucht.- Z. geol. Wiss., 12: 409-418, 3 Abb., 5 Tab.; Berlin.
- BERGGREN, W.A., KENT, D.V., FLYNN, J.J. & COUVERING, J.A. VAN (1985): Cenozoic geochronology.- Bull. geol. Soc. Amer., 96: 1407-1418, 6 Fig., 3 Tab.; New York.
- BEYRICH, E. (1854): Über die Stellung der Hessischen Tertiärbildungen.- Ber. Verh. preuß. Akad. Wiss., Jg. 1854: 640-666; Berlin.
- BOLTOVSKOY, E. (1958): Problems in taxonomy and nomenclature exemplified by Nonion affine (REUSS).- Micropalaeont., 4, (2): 193-200; New York.
- BOLTOVSKOY, E. & WRIGHT, R. (1976): Recent Foraminifera.- 515 S., 133 Abb.; The Hague (Junk Publishers).

- BORNEMANN, J.G. (1855): Die mikroskopische Fauna des Septarienthones von Hermsdorf bei Berlin.- Z. dtsh. geol. Ges., 7: 307-371, Taf.12-21; Berlin.
- BRADY, H.B. (1884): Report on foraminifera dredged by H.M.S. Challenger, during the years 1873-1876.- In: THOMSON, C.W. & MURRAY, J. [Eds.]: Report on the scientific results of the voyage of H.M.S.Challenger during the years 1873-1876.-Zoology, 9: 814 S., 4 Tab., 22 Abb., 115 Taf., 2 Karten im Anhang; Edinburgh.
- BUCHARDT, B. (1978): Oxygen isotope palaeotemperatures from the Tertiary period in the North Sea area.- Nature, 275: 121-123, 2 Abb.; London, Washington.
- CHARNOCK, M.A. & JONES, R.W.C. (1990): Agglutinated Foraminifera from the Palaeogene of the North Sea.- In: HEMLEBEN, C. et al. [Eds.]: Paleoecology, Biostratigraphy, Paleoceanography and Taxonomy of agglutinated Foraminifera: 139-244, 4 Abb., 25 Taf.; Dordrecht.
- CRAIG, H., GORDON, L.I. & HORIBE, Y. (1963): Isotopic exchange effects in the evaporation of water, 1. Low temperature results.- J. geophys. Res., 68: 5079-5087; Washington.
- CREDNER, H. (1878): Das Oligozän des Leipziger Kreises, mit besonderer Berücksichtigung des marinen Mitteloligozäns.- Z. dtsh. geol. Ges., 30: 615-662, 2 Taf.; Berlin.
- CUSHMAN, J.A. (1913): A monograph of the foraminifera of the North Pacific Ocean. Part III. Lagenidae.- U. S. Nat. Museum Bull., 71: 125 S., 47 Taf.; Washington D.C.
- CUSHMAN, J.A. & OZAWA, Y. (1930): A monograph of the foraminiferal family Polymorphinidae recent and fossil.- Proc. U. S. Nat. Museum, 77 (6): 195 S., 40 Taf.; Washington D.C.
- DAM, A.T. & REINHOLD, T. (1942): Die stratigraphische Gliederung des niederländischen Oligo-Miozäns nach Foraminiferen. (Mit Ausnahme von Süd-Limburg).- Med. geol. Sticht., Ser. C-V, 2: 1-106, Taf.1-10; Maastricht.
- DOEBL, F. (1954): Mikrofaunistische Untersuchungen an der Grenze Rupelton - Schleichsand (Mitteloligozän) im Mainzer Becken.- Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 82: 57-111, 10 Abb., 3 Tab., 6 Taf.; Wiesbaden.
- DOEBL, F. (1958): Stratigraphische und paläogeographische Ergebnisse neuerer mikropaläontologischer Untersuchungen im Tertiär des Rheintal-Grabens.- Erdöl u. Kohle, 11: 373-376; 1 Abb., 2 Taf.; Hamburg.
- DOEBL, F. (1964): L'Oligocène du Bassin de Mayence et du Fossé de la Vallée du Rhin.- Mém. BRGM, 28: 591-598, 2 Abb.; Paris.
- DOEBL, F. (1970): Die tertiären und quartären Sedimente des südlichen Rheingrabens.-In: ILLIES, H. & MUELLER, S. [Eds.]: Graben Problems.- International Upper Mantle Project, Scientific Report, 27: 56-66, 9 Fig., 1 Tab., 4 Beilagen; Stuttgart.
- DOEBL, F. & MALZ, H. (1962): Tertiär des Rheintal - Grabens.- in: Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen: Leitfossilien der Mikropaläontologie: S. 379-398, Abb. 26-27, Tab. 22, Taf. 56-59; Berlin.
- DOEBL, F., MÜLLER, C., SCHULER, M., SITTLER, C. & WEILER, H. (1976): Les marnes à foraminifères et les schistes à poisson de Bremmelbach (Bas-Rhin). Etudes sédimentologiques et micropaléontologiques. Reconstruction du milieu au début du Rupélien dans le fossé rhénan.- Sci. géol. Bull., 29, 4: 285-320, 8 Fig., 1 Taf.; Strasbourg.
- DOEBL, F. & SONNE, V. (1974): Mikrofauna und -flora des Unteren Meeressandes (Rupel), 1. Sandgrube am Steigerberg bei Wendelsheim (Mainzer Becken), b) Foraminiferen und Nannoplankton.- Mainzer geowiss. Mitt., 3: 13-67, 2 Tab., 10 Taf.; Mainz.

- DOEBL, F. & TEICHMÜLLER, R. (1979): Zur Geologie und heutigen Geothermik im mittleren Oberrhein-Graben.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 27: 1-17, 3 Abb., 3 Tab., 2 Taf.; Krefeld.
- DREYER, G., FRANKE, W.R. & STAPF, K.R.G. (1983): Geologische Karte des Saar-Nahe-Berglandes und seiner Randgebiete 1 : 100 000.- Mainz.
- EISSMANN, L. (1968): Überblick über die Entwicklung des Tertiärs in der Leipziger Tieflandsbucht (Nordwestsachsen).- Sächs. Heimatblätter, 14, 1: 25-37, 7 Abb., 2 Tab., 4 Bilder; Dresden.
- EISSMANN, L. (1970): Geologie des Bezirkes Leipzig.- Natura regionis Lipsiensis, 1 u. 2; Leipzig.
- ELLERMANN, C. (1958): Die mikrofaunistische Gliederung des Oligozäns im Schacht Kapellen bei Moers (Niederrhein).- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 1: 205-214, 3 Taf., 3 Tab.; Krefeld.
- EMILIANI, C. (1955): Pleistocene Temperature.- J. Geol., 63: 538-578, 30 Tab., 15 Fig.; Chicago.
- ENGELHARDT, H. (1911): Über tertiäre Pflanzenreste von Flörsheim am Main.- Abh. senckenb. naturforsch. Ges., 29: 309-406, 9 Taf.; Frankfurt am Main.
- ENGESSER, B., SCHÄFER, P., SCHWARZ, J. & TOBIEN, H. (1993): Paläontologische Bearbeitung des Grenzbereichs Obere Cerithienschichten / *Corbicula* - Schichten (=Schichten mit *Hydrobia inflata*) im Steinbruch Rüssingen mit Bemerkungen zur Oligozän / Miozän-Grenze im Kalktertiär des Mainzer Beckens.- Mainzer geowiss. Mitt., 22: 247-274, 7 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Mainz.
- FALKE, H. (1960): Rheinhessen und die Umgebung von Mainz.- Sammlung geologischer Führer, 38: 156 S., 7 Karten.; Berlin (Borntraeger).
- FISCHER, H. (1965): Oberes Rupélien (Septarienton) des südlichen Rheintalgrabens: Tongrube von Allschwill bei Basel.- Bull. Ver. schweiz. Petrol.-Geol. u. Ing., 31, (81): 7-16, 3 Fig., 1 Tab.; Basel.
- FRANKE, A. (1925): Die Foraminiferen des Norddeutschen Unteroligozäns mit besonderer Berücksichtigung der Funde an der Fritz-Ebert-Brücke in Magdeburg.- Abh. Ber. Mus. Natur.-Heimatkde. naturwiss. Ver. Magdeburg, 4, 2: 146-190, Taf. 5-6; Magdeburg.
- FREESS, W.B. (1991): Beiträge zur Kenntnis von Fauna und Flora des marinen Mitteloligozäns bei Leipzig.- Altenb. naturwiss. Forsch., 6: 1-74, 11 Illust., 43 Abb., 3 Tab.; Altenburg.
- FÜCHTBAUER, H. (1988): Sedimente und Sedimentgesteine.- 1141 S., 113 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart).
- GANSSEN, G. (1983): Dokumentation von küstenahem Auftrieb anhand stabiler Isotope in rezenten Foraminiferen von Nordwest-Afrika.- „Meteor“-Forsch.-Ergebnisse, C 37 : 1-46, 24 Abb.; Berlin, Stuttgart.
- GOLWER, A. (1968): Paläogeographie des Hanauer Beckens im Oligozän und Miozän.- Notizb. hess. L.-Amt Bodenforsch., 96 : 157-184, 8 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- GOMM, K. & HUCKRIEDE, R. (1973): Zur Datierung des frühen Vogelsberg-Basaltikums: die untermiozänen Kalke am Leidenhöfer Kopf in Oberhessen.- Geologica-Paläontologica, 7: 203-206, 1 Abb.; Marburg.
- GRADSTEIN, F.M. & BERGGREN, W.A. (1981): Flysch-type agglutinated Foraminifera and Maestrichtian to Paleogene History of the Labrador and North Sea.- Mar. Micropal., 6: 211-268, 6 Fig., 10 Taf., 6 Tab.; Amsterdam.
- GRAMANN, F. (1960): Das ältere Tertiär im nördlichen Vorland des Vogelsberges.- Marburger Sitz.-Ber., 82, 1: 118 S., 3 Taf., 19 Abb., 2 Anl.; Marburg.

- GRAMANN, F. (1966): Das Oligozän der Hessischen Senke als Bindeglied zwischen Nordseebecken und Rheintalgraben.- Z. dtsh. geol. Ges., 115: 497-514, 1 Abb.; Hannover.
- GRAMANN, F. (1986): Zur Ostracodenfauna des nordwestdeutschen Alttertiärs mit Ausnahme des Ober-Oligozäns.- In: TOBIEN, H. [Ed.]: Nordwestdeutschland im Tertiär: 415-421, 2 Abb.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- GRIMM, K.I. (1991): Biostratigraphie, Paläogeographie und Paläoökologie des Fischschiefers (Mittlerer Rupelton / Mitteloligozän) im Mainzer Becken.- Mainzer geowiss. Mitt., 20: 249-278, 15 Abb., 2 Taf.; Mainz.
- GRIMM, K.I. (1993): Mikrosklerden aus der Familie der Geodiidae GRAY 1867 (Demospongea, Choristida) aus dem Oligozän der Leipziger Bucht und des Mainzer Beckens.- Mainzer geowiss. Mitt., 22: 141-144, 2 Abb.; Mainz.
- GRIMM, K.I. (1993a): *Spiroplectinella* KISEL'MAN 1972 (Foraminifera) aus dem Rupelium (Oligozän) des Mainzer Beckens.- Paläont. Z., 67, (1/2): 21-26, 4 Abb.; Stuttgart.
- GROSSMAN, E.L. (1987): Stable isotopes in modern benthic Foraminifera: a study of Vital effect.- J. foram. Res., 17, 1: 48-61, 10 Fig., 1 Tab.; Bridgewater / Massachusetts.
- GÜRS, K. (in Vorbereitung): Revision der Molluskenfaunen des Unteren Meeressandes des Mainzer Beckens und der Böhlen-Schichten der Leipziger Tieflandbucht (Mitteloligozän).- Dissertation; Universität Mainz.
- HANTKEN, M. VON (1875): Die Fauna der Clavulia Szaboi Schichten. 1.Theil: Foraminiferen.- Mitt. Jb. königl. ungar. geol. Anstalt, 4, 1: 94 S., 16 Taf.; Budapest.
- HAUSMANN, H.E. (1963): Foraminiferenfauna und Feinstratigraphie des mitteloligozänen Septarien-tones im Raum zwischen Magdeburg und Dessau.- Hercynia, 1: 333-419, 4 Abb., 8 Taf., 1 Tab.; Leipzig.
- HAUSMANN, H.E. (1965): Foraminiferenfauna und Feinstratigraphie des mitteloligozänen Septarien-tones im Raum zwischen Magdeburg und Dessau. Teil II: Feinstratigraphie und Ökologie.- Hercynia, N.F., 2: 267-290, 2 Abb., 5 Diagr.; Leipzig.
- HEDBERG, H.D. (1976): International Stratigraphic Guide. A Guide to Stratigraphic Classification, Terminolgy, and Procedure.- 200 S.; New York.
- HERB, R. (1984): Zur Paläobathymetrie eozäner benthonischer Foraminiferen.- In: LUTERBACHER, H.P. [ed.]: Paläontologische Kursbücher, Band 2 Paläobathymetrie: 124-139, 10 Abb.; München.
- Hessisches Landesamt für Bodenforschung (1992): Hessen Geologische Strukturen.- Übersichtskarte 1: 2 Mio.; Wiesbaden.
- HOEFS, J. (1987): Stable Isotope Geochemistry.- 241 S., 62 Fig.; Berlin.
- HOTTINGER, L., HALICZ, E. & REISS, Z. (1990): Wall texture of Spirorutilus.- J. foram. Res., 20, 1: 65-70, 1 pl.; Bridgewater / Massachusetts.
- ILLIES, J.H. (1977): Ancient and recent rifting in the Rhinegraben.- Geol. en Mijnb., 56, (4): 329-350, 18 Fig.; Amsterdam.
- INDANS, J. (1958): Mikrofaunistische Korrelationen im marinen Tertiär der Niederrheinischen Bucht.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf., 1: 223-238, 8 Taf., 3 Abb.; Krefeld.
- JANSSEN, A.W. (1992): Zur Definition der Rupelstufe als weltweite chronostratigraphische Einheit.- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., 186, (1-2): 91-95; Stuttgart.
- JENKINS, D.G. & MURRAY, J.W. (1989): Stratigraphical Atlas of Fossil Foraminifera.- 583 S.; London.

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

- JUNG, D. & LANGER, W. (1990): Foraminiferen aus dem Oligozän des Schachtes Lohberg IV bei Hünxe a. d. Lippe (Niederrheinische Bucht).- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **180**, (1): 75-96, 4 Abb.; Stuttgart.
- KADOLSKY, D. (1975): Zur Paläontologie und Biostratigraphie des Tertiärs im Neuwieder Becken.- Decheniana, **128**: 113-137, 15 Abb.; Bonn.
- KADOLSKY, D. (1988): Stratigraphie und Molluskenfaunen von „Landschneckenkalk“ und „Cerithienschichten“ im Mainzer Becken (Oberoligozän bis Untermiozän?).- Geol. Jb., **A 110**: 69-133, 10 Abb., 8 Tab.; Hannover.
- KIESEL, Y. (1962): Die oligozänen Foraminiferen der Tiefbohrung Dobbartin (Mecklenburg).- Freiburger Forschungshefte, **C 122**: 1-123, 1 Bild, 12 Taf., 3 Tab.; Berlin.
- KIESEL, Y. (1970): Die Foraminiferenfauna der paläozoischen und eoänen Schichtenfolge der Deutschen Demokratischen Republik.- Paläont. Abh., **A IV**, (2): 163-394, 27 Taf., 8 Abb., 3 Tab., 1 Karte.; Berlin.
- KINKELIN, F. (1885): Senkungen im Gebiet des Untermainthales unterhalb Frankfurts und des Unterniedrthales.- Ber. senckenb. naturforsch. Ges., **1885**: 255-258, 4 Abb.; Frankfurt am Main.
- KRUTZSCH, W. (1992): Paläobotanische Klimagliederung des Alttertiärs (Mitteleozän bis Oberoligozän) in Mitteldeutschland und das Problem der Verknüpfung mariner und kontinentaler Gliederungen (Klassische Biostratigraphien - paläobotanisch-ökologische Klimastratigraphie - Evolution - Stratigraphie der Vertebraten).- N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **186**, (1-2): 137-253, 21 Abb., 6 Tab., Stuttgart.
- KÜMMERLE, E. (1963): Die Foraminiferenfauna des Kasseler Meeresandes (Oberoligozän) im Ahnetal bei Kassel.- Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **45**: 1-72, 1 Abb., 2 Tab., 11 Taf.; Wiesbaden.
- KÜMMERLE, E. (1983): Der „Meereskalk“ (Mitteloligozän) von Frankfurt am Main - Offenbach - Bad Vilbel.- Geol. Jb. Hessen, **111** : 203-217, 1 Taf.; Wiesbaden.
- KUHN, W. (1992): Paleozäne und untereoäne Benthos-Foraminiferen des bayerischen und salzburgischen Helvetikums.- Systematik, Stratigraphie und Paläökologie.- Münchener geowiss. Abh. (A), **24**: 1-224, 6 Abb., 7 Tab., 36 Taf.; München.
- LANGER, W. (1967): Bemerkungen über *Melonis affinis affinis* (REUSS, 1851) und das Problem des „*Nautilus umbilicatus*“ WALKER & JACOB, 1798 (Foraminifera).- Geologie, **16**, (6): 718-726, 5 Abb.; Berlin.
- LOEBLICH, A.R. & TAPPAN, H. (1988): Foraminiferal Genera and their Classification.- 970 S., + Tafelband 211 S., 847 Taf.; New York (Van Nostrand Reinhold Company).
- LOTSCH, D. (1963): Tertiär (Paläogen und Neogen).-In: Grundriß der Geologie der DDR, Band 1 : 356-379; Berlin.
- LUDWIG, R. (1855): Über den Zusammenhang der Tertiärformationen in Niederhessen, Oberhessen, der Wetterau und an dem Rheine.- Jber. Wetterauer Ges. f. gesamte Naturk. zu Hanau, **1855**: 1-62; Hanau.
- MARTINI, E. (1960): Braarudosphaeriden, Discoasteriden und verwandte Formen aus dem Rupelton des Mainzer Beckens.- Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **88**: 65-87, 5 Abb., 4 Taf.; Wiesbaden.
- MARTINI, E. (1971): Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation.- Proc. II. Plankton. Conf., Roma 1970, **2**: 739-785, 6 Tab., 4 Taf.; Rom.
- MARTINI, E. (1982): Bestandsaufnahme des Nannoplankton im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens.- Mainzer geowiss. Mitt., **10**: 29-36, 1 Tab.; Mainz.

- MARTINI, E. & MÜLLER, C. (1971): Das marine Alttertiär in Deutschland und seine Einordnung in die Standard-Nannoplankton-Zonen.- Erdöl u. Kohle, **24**: 381-384, 1 Tab.; Hamburg.
- MEHRNUSCH, M. (1987): *Bolivina beyrichi* REUSS (Foraminifera) und ihre ökotypischen Varianten im Oligozän Europas.- N. Jb. Geol. Paläont., Mh., **1987**, (11): 667-678, 2 Abb.; Stuttgart.
- MEHRNUSCH, M. (1989): Die Bolivinen (Foraminifera) des Oligozäns im Mainzer Becken.- Mainzer geowiss. Mitt., **18**: 49-76, 29 Abb.; Mainz.
- MEHRNUSCH, M. (1993): Die Bolivinen (Foraminifera) des Oligo-Miozäns der Niederrheinischen Bucht.- Mainzer geowiss. Mitt., **22**: 159-210, 4 Abb., 8 Taf.; Mainz.
- MEIBURG, P. (1980): Stabile und mobile Entwicklungsstufen in der Taphrogenese der Hessischen Senke.- Berliner geowiss. Abh. (A), **19**: 143-147, 2 Abb.; Berlin.
- MEIBURG, P. & KAEVER, M. (1986): Tertiär zwischen Egge und Weser.- In: TOBIEN, H. [Ed.]: Beiträge zur regionalen Geologie der Erde. Nordwestdeutschland im Tertiär: 39-86, 14 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- MEYER, W. (1988): Geologie der Eifel.- 615 S., 153 Abb., 13 Tab., 1 Beilage; Stuttgart.
- MÜLLER, A. (1983): Fauna und Palökologie des marinen Mitteloligozäns der Leipziger Tieflandbucht (Böhleener Schichten).- Altenburg. naturwiss. Forsch., **2** : 3-152, 14 Abb., 35 Taf., 3 Tab.; Altenburg.
- MÜLLER, C. (1971): Nannoplankton-Gemeinschaften aus dem W-deutschen Mitteloligozän.- Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **99**: 43-53, 1 Tab., 1 Taf.; Wiesbaden.
- MÜLLER, G. (1967): Diagensis in argillaceous sediments.- In: LARSEN, G. & CHILINGAR, G.V. [Eds.]: Diagensis in Sediments.- Developments in Sedimentology, **8**: 127-177, 11 Abb., 8 Tab.; Amsterdam, London, New York.
- MURRAY, J.W. & WRIGHT, C.A. (1974): Palaeogene Foraminiferida and Palaeoecology in the Hampshire and Paris Basins and the English Channel.- Spec. Pap. Palaeont., **14**: 1-129, 20 Taf., 47 Textfig.; London.
- MURRAY, J.W. (1991): Ecology and Palaeoecology of Benthic Foraminifera.- 379 S.; London.
- NEGENDANK, J. (1983): Trier und Umgebung.- Sammlung Geol. Führer, **60**: 207 S., 29 Abb., 6 Tab., 5 Kten.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- OBERHÄNSLI, H. (1984): Stabile Isotopen: Hilfsmittel für die Paläobathymetrie?- In: LUTERBACHER, H.P. [Ed.]: Paläontologische Kursbücher, Band 2 Paläobathymetrie: 96-103, 4 Abb.; München.
- OERTLI, H.J. (1956): Ostrakoden aus der oligozänen und miozänen Molasse der Schweiz.- Schweiz. paläont. Abh., **74**: 119 S., 15 Abb., 16 Taf.; Basel.
- ORBIGNY, A. D' (1826): Tableau méthodique de la classe des Cephalopodes.- Ann. Sci. natur. Zool., **7**: 245-314, Taf.10-17; Paris.
- ORBIGNY, A. D' (1839): Voyage dans l'Amerique meridionale par A.D.O.- Foraminifères, **5**, **5** : 1-86, 9 Taf.; Paris, Straßburg.
- ORBIGNY, A. D' (1839a): Foraminifères.- In: SAGRA, R. de la [Ed.]: Histoire physique, politique et naturelle de l'Île de Cuba.- 210 S., 12 Taf.; Paris.
- ORBIGNY, A. D' (1846): Foraminifères fossiles du bassin tertiaire de Vienne (Autriche).- 312 S., 21 Taf.; Paris (Gide et Comp.).
- ORTLAM, D. (1981): Neue Aspekte zur känozoischen Entwicklung im Nordteil der Mittelmeer-Mjösen-Zone.- Geol. Rdsch., **70** : 343-354, 5 Abb.; Stuttgart.

- PAPP, A. & SCHMID, M.E. (1985): Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien. Revision der Monographie von Alcide d'Orbigny (1846).- Abh. geol. Bundesanstalt Wien, 37: 1-311, 1 Tab., 16 Abb., 102 Taf.; Wien.
- PAUL, B. (1938): Gliederung und Foraminiferenfauna des Rheintaltertiärs bei Bruchsal.- Mitt. Bad. geol. Landesanstalt, 12, (1): 52 S., 2 Taf., 2 Tab.; Freiburg.
- PFLUG, R. (1982): Bau und Entwicklung des Oberrheingrabens.- Erträge der Forschung, 184: 145 S., 43 Abb., 2 Tab.; Darmstadt.
- POKORNY, V. (1958): Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie, Bd.1.- 580 S., 549 Abb.; Berlin (Dtsch.Verlag der Wiss.).
- PREMOLI-SILVA, I., COCCIONI, R. & MONTANARI, A (Eds.) (1988): The Eocene - Oligocene Boundary in the March - Umbria Basin (Italy).- Internat. Subcommission on Paleogene Stratigraphy, Spec.Publ.: 1- 268; Ancona.
- REISER, H. (1987): Die Foraminiferen der bayerischen Oligozän-Molasse. Systematik, Stratigraphie und Paläobathymetrie.- Zitteliana, 16 : 3-131, 19 Taf.; München.
- REUSS, A.E. (1850): Neue Foraminiferen aus den Schichten des österreichischen Teriärbeckens.- Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Cl., 1 : 365-390, Taf. 46-51; Wien.
- REUSS, A.E. (1851): Über die fossilen Foraminiferen und Entomostracen der Septarienthone der Umgegend von Berlin.- Z. dtsh. geol. Ges., 3 : 49-92, Taf.3-7; Berlin.
- REUSS, A.E. (1852): Herr Reuss an Herrn Beyrich.- Z. dtsh. geol. Ges., 4: B. Briefliche Mittheilungen 1, 16-19, 4 Abb.; Berlin.
- REUSS, A.E. (1853): Über einige Foraminiferen, Bryozoen und Entomostracen des Mainzer Beckens.- N. Jb. Min. Geol. Petrefakt., 1853 : 670-679, 1 Taf.; Stuttgart.
- REUSS, A.E. (1858): Über die Foraminiferen von Pietzpuhl.- Z. dtsh. geol. Ges., 10: 433-438; Berlin.
- REUSS, A.E. (1862): Die Foraminiferen Familie der Lagenideen.- Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss. Wien math. naturw. Cl, 46 : 308-342, 7 Taf.; Wien.
- REUSS, A.E. (1863): Beiträge zur Kenntniss der tertiären Foraminiferenfauna. III. Die Foraminiferen des Septarienthones von Offenbach.- Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Cl., 48 : 36-71, Taf.1-8; Wien.
- REUSS, A.E. (1865): Zur Fauna des deutschen Oberoligozäns.- Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss. Wien math. naturw. Cl., 50 : 435-482, 5 Taf.; Wien.
- REUSS, A.E. (1866): Die Foraminiferen, Anthozoen und Bryozoen des deutschen Septarienthones. Ein Beitrag zur Fauna der mitteloligocänen Tertiärschichten.- Denkschr. k. Akad. Wiss. Wien math. naturw. Cl., 50 : 1-98, Taf.1-11; Wien.
- REUSS, A.E. (1870): Die Foraminiferen des Septarienthones von Pietzpuhl.- Sitz.-Ber. k. Akad. Wiss. Wien, math. naturw. Cl., 62, (1/9): 455-493; Wien.
- RITZKOWSKI, S. (1965): Das marine Oligozän im nördlichen Hessen. Stratigraphie und Paläogeographie.- Dissertation, 104 S., 21 Abb., 3 Tab.; Marburg.
- RITZKOWSKI, S. (1967): Mittel-Oligozän, Ober-Oligozän und die Grenze Rupel / Chatt im nördlichen Hessen.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 127, (3): 293-336, 12 Abb., 3 Tab.; Stuttgart.
- RITZKOWSKI, S. (1969): Stratigraphie der eoziänen / oligozänen Sedimente im nördlichen Hessen und ihre Parallelisierung zu anderen Tertiärgebieten.- In: Coll. Eocène, Paris, Mai 1968, III, Mém. BRGM, 1969 A, 69: 255-258; Paris.
- ROEMER, F. (1838): Die Cephalopoden des Norddeutschen tertiären Meeresandes.- N. Jb. Mineral. Geogn. Petrol., 1838: 381-394, 3 Taf.; Stuttgart.

- ROTHAUSEN, K. (1986): Marine Tetrapoden im tertiären Nordsee-Becken. 1. Nord- und mitteldeutscher Raum ausschließlich Niederrheinische Bucht.- In: TOBIEN, H. [Ed.]: Nordwestdeutschland im Tertiär: 510-557, 3 Abb.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken.- Sammlung Geol. Führer, 79 : 203 S., 21 Abb., 47 Taf., 3 Tab.; Berlin, Stuttgart.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1988): Das Tertiär des Mainzer Beckens.- Geol. Jb., A 110: 5-16, 4 Abb., 1 Tab; Hannover.
- ROTHAUSEN, K., MARTINI, E., ROTHE, P., SONNE, V., TOBIEN, H. & WEILER, W. (1988): Das Kalktertiär des Mainzer Beckens (Oberoligozän - Untermiozän) - Paläontologische, geologische, petrologische und geochemische Untersuchungen im „Kalktertiär-Projekt“.- Geol. Jb., A 110: 17-52, 2 Abb., 3 Tab.; Hannover.
- ROTHER, P., HOEFS, J. & SONNE, V. (1974): The isotopic composition of Tertiary carbonates from the Mainz Basin: an example of isotopic fractionation in „closed basins“.- Sedimentology, 21: 373-395, 6 Fig.; 8 Taf.; Amsterdam.
- SACCO, F. (1893): Le genre *Bathysiphon* à l'état fossile.- Bull. Soc. géol. France, 3, (21): 165-169; Paris.
- SANDBERGER, F. (1853): Untersuchungen über das Mainzer Tertiärbecken und dessen Stellung im geologischen Systeme.- 91 S., 1 Tab.; Wiesbaden.
- SCHÄFER, P. (1984): Zur Feinstratigraphie, Mikropaläontologie und Paläökologie der *Corbicula*-Schichten in Rheinhessen (Unter-Miozän, Mainzer Becken).- Mainzer geowiss. Mitt., 13: 119-158, 7 Abb., 4 Tab.; Mainz.
- SCHÄFER, P. (1986): Eine unteroligozäne Mikrofauna von Bubenheim bei Koblenz (Tertiär, Neuwieder Becken).- Mainzer geowiss. Mitt., 15: 65-76, 7 Abb.; Mainz.
- SCHÄFER, P. (1988): Mikropaläontologisch-feinstratigraphischer Vergleich des Profils Straßeneinschnitt Mainz-Weisenau mit drei Profilen aus dem Steinbruch Oppenheim / Nierstein (Kalktertiär Mainzer Becken, Oberoligozän - Untermiozän).- Geol. Jb., A 110: 277-287, 1 Abb.; Hannover.
- SCHINDLER, K. (1994): Bestandsaufnahme der organischen und kalkigen Dinoflagellaten-Zysten aus den Böhlen-Schichten (Rupelium / Oligozän) der Leipziger Bucht (NW-Sachsen / Ostdeutschland).- 131 S., 33 Abb., 5 Tab., 16 Taf.; Dissertation Universität Mainz.
- SCHINDLER, T. & GRIMM, M.C. (1993): Der Fund eines Phyllitblockes aus dem östlichen Taunus im Unteren Meeressand (Oligozän) von Wendelsheim (Mainzer Becken, Südwestdeutschland).- Geol. Jb. Hessen, 121: 83-90, 5 Abb.; Wiesbaden.
- SCHLICHT, E. VON (1870): Die Foraminiferen des Septarienthones von Pietzpuhl.- 98 S., 38 Taf.; Berlin (Wiegandt & Hempel).
- SCHNITKER, D., MAYER, L.M. & NORTON, S. (1980): Loss of calcareous microfossils from sediments through gypsum formation.- Marine Geol., 36: M35-M44, 3 Abb., 3 Tab., 1 Taf.; Amsterdam.
- SCHRODT, F. (1893): Das Vorkommen der Foraminiferen - Gattung *Cyclammina* im oberen Jura.- Z. dtsh. geol. Ges., 45: 733-735, 1 Abb.; Berlin.
- SITTLER, C., SONNE, V., SCHULER, M., DURINGER, P. & GEISSERT, F. (1985): Le Tertiaire du Fossé rhénan. Excursion géologique.- 74 S.; Strasbourg.
- SITTLER, C. (1992): Illustration de l'histoire géologique du Fossé rhénan et de l'Alsace.- N. Jb. Geol. Paläont. Abh., 186, (3): 255-282, 7 Abb., 2 Tab.; Stuttgart.
- SOLDANI, A. (1791): Testaceographiae ac Zoophytographiae parvae et microscopicae, tomi primi pars altera in qua Minuta et minima Testacea ac Zoophyta maris nativa.- In: Testaceographiae ac



Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

- Zoophytographiae, 1, Cap. VI: Sequitur classis secunda, S. 87-100, Taf. 94-108; Florenz (Francisci Rossi).
- SOLLE, G. (1951): Geologie, Paläomorphologie und Hydrologie der Main-Ebene östlich von Frankfurt am Main.- Abh. senckenb. naturf. Ges., 485: 121-220, 3 Karten, 52 Taf., 7 Abb., Frankfurt am Main.
- SONNE, V. (1958): Obermitteloligozäne Ablagerungen im Küstenraum des nordwestlichen Mainzer Beckens (mit besonderer Würdigung des „Zeilstücks“ bei Weinheim/Rhh.).- Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 86: 281-315, 9 Abb.; Wiesbaden.
- SONNE, V. (1970): Das nördliche Mainzer Becken im Alttertiär; Betrachtungen zur Paläogeographie, Paläogeographie und Tektonik.- Oberrhein. geol. Abh., 19: 1-28, 12 Abb., 1 Tab; Karlsruhe.
- SONNE, V. (1972): Geologische Karte von Rheinland-Pfalz 1:25000. Erläuterungen zu Blatt 6115 Undenheim.- 120 S., 9 Abb., 4 Tab.; Mainz.
- SONNE, V. (1982): Bestandsaufnahme der Foraminiferen und Ostrakoden im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens.- Mainzer geowiss. Mitt., 10: 37-82, 2 Abb.; Mainz.
- SONNE, V. (1982a): Waren Teile des Rheinischen Schiefergebirges im Tertiär vom Meer überflutet? - Mainzer geowiss. Mitt., 11: 217-219, 1 Abb.; Mainz.
- SONNE, V. (1988): Oberer Rupelton, Schleichsand (Rupel) und Cyrenenmergel (tiefes Chatt) im Mainzer Becken: Können sie mikropaläontologisch definiert werden?.- Mainzer geowiss. Mitt., 17: 19-30, 2 Abb., 1 Tab.; Mainz.
- SONNE, V. & WEILER, H. (1984): Die detritischen alttertiären (oligozänen) Faunen- und Florenelemente in den Sedimenten des Meerfelder Maars.- Cour. Forsch. Inst. Senckenberg, 65: 87-95, 1 Taf.; Frankfurt.
- SPANDEL, E. (1901): Untersuchungen an dem Foraminiferengeschlecht *Spiroplecta* im allgemeinen und an *Spiroplecta carinata* d'ORB. im besonderen.- Festschrift Naturhistorische Gesellschaft Nürnberg, 1801-1901: 163-174, 6 Abb.; Nürnberg.
- SPANDEL, E. (1909): Der Rupelton des Mainzer Beckens, seine Abteilungen und deren Foraminiferenfauna, sowie einige weitere geologisch-paläontologische Mitteilungen über das Mainzer Becken.- Ber. Offenbacher Ver. Naturkde., 43-50: 57-230, 2 Taf.; Offenbach.
- SPIEGLER, D. (1965): Biostratigraphie des Rupels auf Grund von Foraminiferen im nördlichen Deutschland.- Geol. Jb., 82: 447-486, 2 Abb., 2 Tab., 2 Taf.; Hannover.
- SPIEGLER, D. (1986): Gliederung des nordwestdeutschen Tertiärs (Paläogen und Neogen) aufgrund von planktonischen Foraminiferen.- In: TOBIEN, H. [Ed.]: Nordwestdeutschland im Tertiär: 213-299, 10 Taf., 6 Tab.; Berlin, Stuttgart (Borntraeger).
- STEININGER, F.F., BERNOR, R.L. & FAHLBUSCH, V. (1990): European Neogene marine / continental chronologic correlations.- In: LINDSAY, E.H., FAHLBUSCH, V. & MEIN, P. [Eds.]: European Neogene Mammal Chronology: 15-46, 1 Abb., 1 Tab.; New York.
- STILLE, H. (1925): Rheinische Gebirgsbildung im Kristianiegebiet und in Westdeutschland.- Abh. preuß. geol. Landesanst., N.F., 95: 110-132; Berlin.
- STOLTZ, K. (1905): Beitrag zur Kenntnis des Septarientones von Wonsheim in Rheinhessen.- Zbl. Mineral., 21: 656-661; Stuttgart.
- STOLTZ, K. (1906): Untersuchungen des Septarien-Tones vom Martinsberg bei Wonsheim in Rheinhessen.- Notizbl. Ver. Erdk. hess. geol. L.-Anstalt, IV Folge, 27: 49-53; Darmstadt.
- STRAUCH, F. (1968): Determination of Cenozoic sea-temperatures using *Hiatella arctica* (LINNÉ).- Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol., 5: 213-233, 4 Abb., 3 Tab.; Amsterdam.

- THURSCHE, H. (1956): Die Gliederung des Unteren Rupeltons im Mainzer Becken auf Grund seiner Foraminiferenfauna.- Notizbl. hess. L.-Amt. Bodenforsch., 84: 216-231, 5 Abb., 2 Tab.; Wiesbaden.
- VINKEN, R. (1988): The Northwest European Tertiary Basin.- Geol. Jb., A 100: 267 S., 3 Tab., 7 Karten; Hannover.
- VOLK, C. (1956): Die Foraminiferen des Rupeltons des Mainzer Beckens.- Dissertation, 180 S.; Frankfurt am Main.
- WAGNER, W. (1925): Woher und wann trat das Tertiärmeer zum erstenmal in die Rheintalsenke ein? (Unter Berücksichtigung der Frage der Entstehung der Kalisalzlager im Rheintal).- Notizbl. Ver. Erdk. hess. geol. Landesanstalt, (V), 7: 56-89, 2 Taf.; Darmstadt.
- WAGNER, W. (1938): Das Mainzer Becken. Eine Zusammenstellung unter besonderer Berücksichtigung der Rheintaltektonik.- Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., 27: 25-62, 3 Textbeil.; Stuttgart.
- WEBER, H. (1951): Mikropaläontologische Untersuchungen im Tertiär des Rheintalrandes bei Wiesloch, Baden.- Erdöl u. Kohle, 4, 9: 543-549, 5 Abb., 1 Taf.; Hamburg.
- WEILER, W. (1928): Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. II. (3. Teil. Die Fische des Septarientones).- Abh. hess. geol. Landesanstalt, 8: 5-61, 6 Taf.; Darmstadt.
- WEILER, W. (1953): Die Verbindung des mitteloigozänen Rheintalgrabens mit dem Mittelmeer.- Jber. u. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N.F., 34: 21-29, 2 Abb.; Stuttgart.
- WEILER, W. (1956): Die Raurachische Meeresstraße des Mittleren Oligozäns.- „Aus der Heimat“, 65: 41-44; Öhningen.
- WEINKAUFF, H.C. (1860): Septarienthon im Mainzer Becken.- N. Jb. Mineral. Geogn. Geol. Petrefakt., 1860: 177-195, 2 Abb.; Stuttgart.
- WEISS, M. (1988): Feinstratigraphie und Mikrofauna im Mittleren Oligozän des Rheintalgrabens bei Wiesloch.- Diplomarbeit 103 S., 5 Taf., 3 Anlagen; Clausthal-Zellerfeld [unveröffentl.].
- WENGER, W.F. (1987): Die Foraminiferen des Miozäns der bayerischen Molasse und ihre stratigraphische sowie paläogeographische Auswertung.- Zitteliana, 16: 173-340, 22 Taf.; München.
- WENZ, W. (1921): Das Mainzer Becken und seine Randgebiete.- 352 S., 39 Taf.; Heidelberg.
- WENZ, W. (1924): Über den Zusammenhang des Mainzer Beckens mit dem Nordmeer und die Altersfrage von Meeressand und Cerithienschichten.- Zbl. Min. Geol. Paläont., 7; (Jg. 1924): 210-215; Stuttgart.
- ZIEGLER, B. (1972): Einführung in die Paläobiologie. Teil 1 Allgemeine Paläontologie.- 245 S., 249 Abb.; Stuttgart (Schweizerbart).

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

(Bei der Schriftleitung eingegangen am 03. 08. 1994)

Anschrift der Autorin:

Dr. Kirsten I. Grimm, Johannes Gutenberg Universität, Institut für Geowissenschaften,  
LE Paläontologie, 55099 Mainz

**Anhang**

A. Tafeln

B. Bohr- und Geländeprofile

C. Anlagen 1 - 26: Faunentabellen  
27 - 36: Artenzahlprofile

## Anhang A

---

### TAFEL 1

#### Faunenvergesellschaftung des Oberen Rupeltons (ORT)

- Fig.1: *Quinqueloculina impressa* REUSS, 1851  
Bohrung Eh 1: 39 m (6213/712/1)
- Fig.2: *Vaginulopsis hauerina* (D'ORBIGNY, 1846)  
Bohrung Eh 1: 39 m (6213/712/2)
- Fig.3: *Rotaliatina offenbachensis* SPANDEL, 1909  
Bohrung Kh 14: 16m (6113/812/1)
- Fig.4: *Cibicides ungerianus* (D'ORBIGNY, 1846)  
4a: Spiralseite: Bohrung Udenheim: 92 m (6115/520/1)  
4b: Umbilikalseite: Bohrung Udenheim: 92 m (6115/520/2)
- Fig.5: *Spiroplectinella carinata* (D'ORBIGNY, 1846)  
Bohrung Kf 16: 11m (6213/623/1)

#### Faunenvergesellschaftung des Fischeschiefers 2/3 (FS 2/3)

- Fig.6: *Bolivina beyrichi* REUSS, 1851  
Bohrung Bo 65: 90 m (6015/1123/1)
- Fig.7: *Nodosaria ewaldi* REUSS, 1851  
7a: Bruchstück: Bohrung Bo 65: 83 m (6015/116/1)  
7b: Endkammer mit Hälschen: Bohrung Bo 65: 83 m (6015/116/2)
- Fig.8: *Pygmaeoseistron hispidum* (REUSS, 1862)  
Bohrung Kf 5: 29 m (6213/339/1)

#### Charakterform des Fischeschiefers 2 (FS2)

- Fig.9: *Planorbulina difformis* ROEMER, 1838  
Bohrung Kh 14: 31 m (6113/827/1)

#### Charakterformen des Fischeschiefers 1 (FS 1)

- Fig.10: *Palmula obliqua* (ROEMER, 1838)  
10a: Bohrung Bo 65: 100 m (6015/1133/1)  
10b: Bohrung Bo 28: 117 m (6015/6567/1)
- Fig.11: *Spiroplectinella deperdita* (D'ORBIGNY, 1846)  
Bohrung Bo 28: 114 m (6015/6555/1)





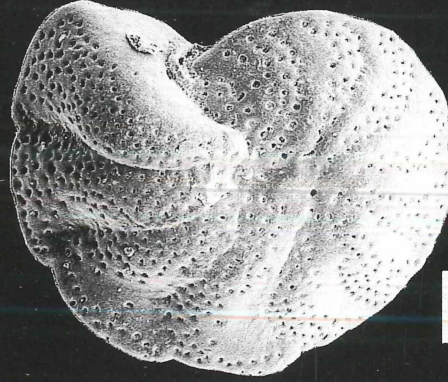
1



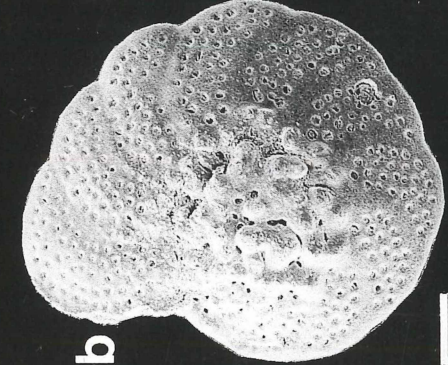
2



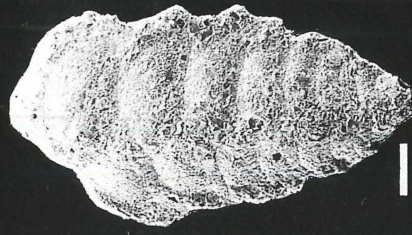
3



4 a

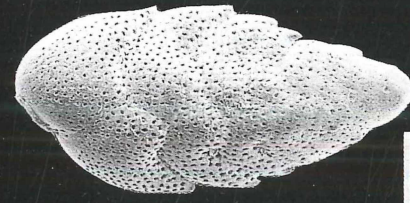


b



5

FS 2 & 3



6

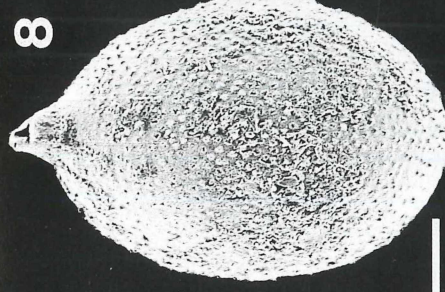


a



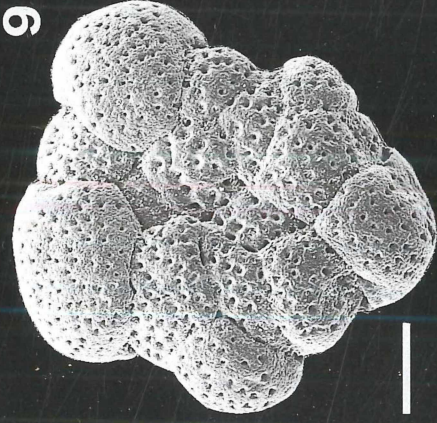
b

7



8

FS 2

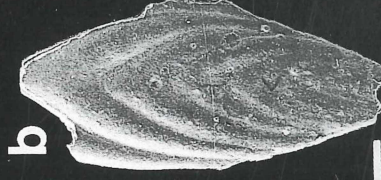


9

FS 1

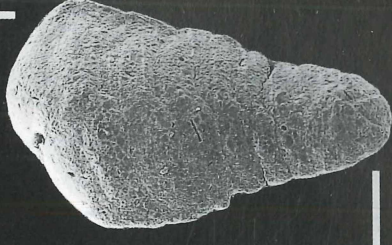


a



b

10



11

## TAFEL 2

### Faunenvergesellschaftung des Foraminiferenmergels 3 (FM 3)

- Fig.1: *Karreriella chilostoma* (REUSS, 1852)  
Bohrung Hackenheim: 146 m (6113/ 267/1)
- Fig.2: *Ammodiscus incertus* (D'ORBIGNY, 1839)  
Bohrung Bo 65: 104 m (6015/1137/1)
- Fig.3: *Spiroloculina dorsata* REUSS, 1866  
Bohrung Bo 65: 102 m (6015/1135/1)
- Fig.4: *Spiroplectinella deperdita* (D'ORBIGNY, 1846)  
Bohrung Bo 65: 110 m (6015/1143/1)
- Fig.5: *Cyclammina placenta* (REUSS, 1851)?  
Bohrung Worms 3: 1208 m (6316/337/1)

### Faunenvergesellschaftung des Foraminiferenmergels 2 (FM 2)

- Fig.6: *Ammobaculites agglutinans* (D'ORBIGNY, 1846)  
Bohrung Worms 3 : 1246 m (6316/356/1)
- Fig.7: *Heterolepa dutemplei* (D'ORBIGNY, 1846)  
7a: Umbilikalseite: Bohrung Kf 16: 49 m (6213/661/1)  
7b: Spiralseite: Bohrung Hackenheim 146 m (6113/267/2)
- Fig.8: *Spiroplectinella carinata* (D'ORBIGNY, 1846)  
Bohrung Bo 65: 120 m (6015/1153/1)

### Durchläuferforaminiferen, Fischreste und Diatomeen aus dem Fischeschiefer

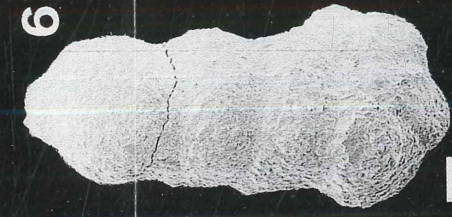
- Fig.9: *Hansenisca soldanii* (D'ORBIGNY, 1826)  
Umbilikalseite: Bohrung Kh 14: 34 m (6113/830/1)
- Fig.10: *Bathysiphon taurinensis* SACCO, 1893:  
Bohrung Worms 3: 1236 m (6316/351/1)
- Fig.11: „Fischei“  
Bohrung Kf 16: 36m (6213/ 648/1)
- Fig.12: Diatomeen: *Triceratium* sp.  
Bohrung Hackenheim: 128,5 m (6113/258/1)  
Balkenlänge 50 µm



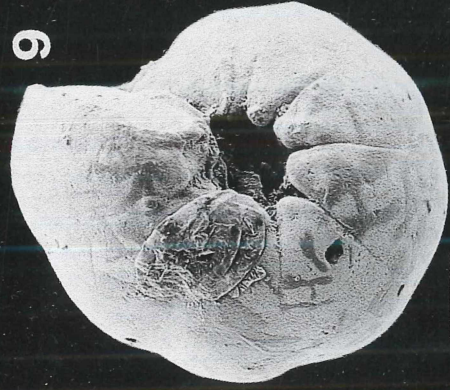
FM 3



FM 2



FS



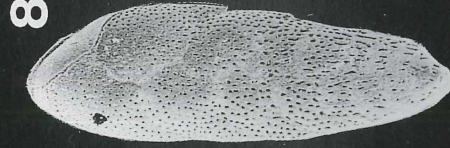
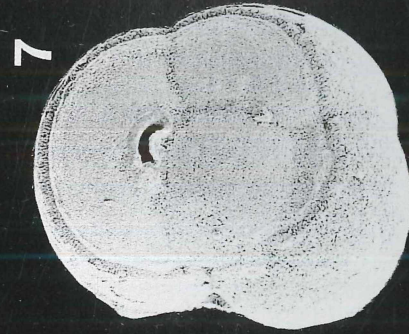
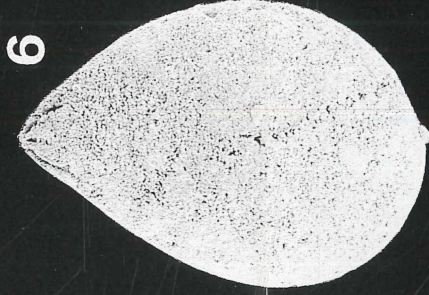
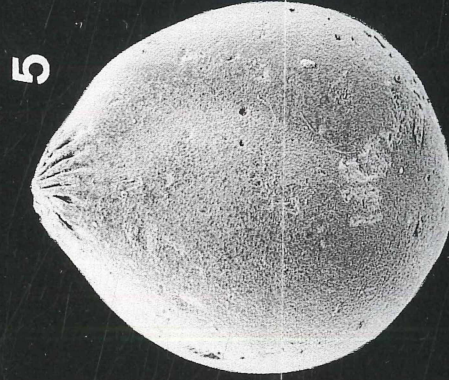
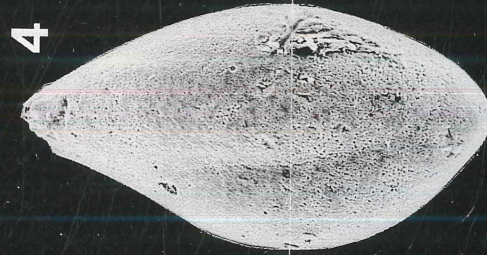
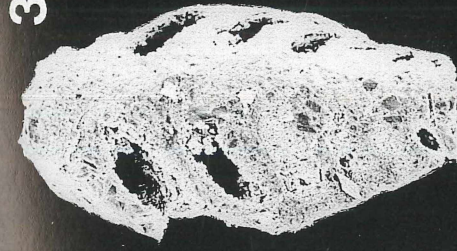
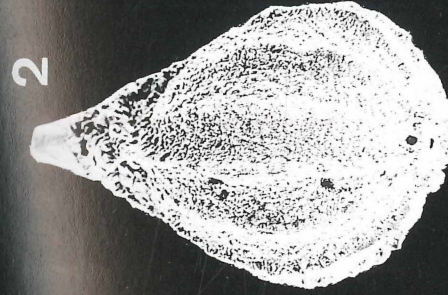
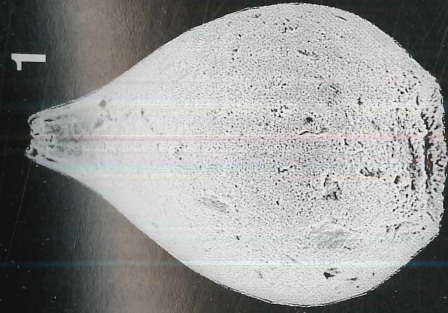


### TAFEL 3

#### Fauna des Profils Cospuden

- Fig.1: *Grigelis pyrula* (D'ORBIGNY, 1826)  
Probe Co 61 (4740/117/1)
- Fig.2: *Lagena sulcata* (WALKER & JACOB, 1798):  
Probe Co 56 (4740/112/1)
- Fig.3: *Spiroplectinella carinata* (D'ORBIGNY, 1846)  
Probe Co 62 (4740/118/1)
- Fig.4: *Pyrulina gutta* (D'ORBIGNY, 1826)  
Probe Co 61 (4740/ 117/2)
- Fig.5: *Guttulina problema* (D'ORBIGNY, 1826)  
Probe Co 54 (4740/110/1)
- Fig.6: *Globulina gibba* (D'ORBIGNY, 1826)  
Probe Co 58 (4740/114/1)
- Fig.7: *Sphaeroidina variabilis* REUSS, 1851  
Probe Co 58 (4740/114/2)
- Fig.8: *Bolivina beyrichi* REUSS, 1851  
Probe Co 59 (4740/115/1)
- Fig.9: *Angulogerina gracilis* (REUSS, 1851)  
Probe Co 59 (4740/115/2)
- Fig.10: *Parafrondicularia oblonga* (ROEMER, 1838)  
Probe Co 62 (4740/118/2)





## TAFEL 4

### Fauna des Profils Cospuden

Fig.1: *Lenticulina* sp.

Probe Co 78 (4740/134/1)

Fig.2: *Cibicides ungerianus* (D'ORBIGNY, 1846)

2a: Umbilikalseite: Probe Co 56 (4740/112/2)

2b: Spiralseite: Probe Co 57 (4740/113/1)

Fig.3: *Melonis affinis* (REUSS, 1851)

Probe Co 59 (4740/115/3)

Fig.4: *Pullenia bulloides* (D'ORBIGNY, 1846)

Probe Co 56 (4740/112/3)

Fig.5: *Hansenisca soldanii* (D'ORBIGNY, 1826)

Umbilikalseite: Probe Co 56 (4740/112/4)

### Fauna des Profils Zwenkau

Fig.6: silifizierter Foraminiferensteinkern

Rotaliidae gen. et spec. indet.: Probe Zw 24 (4740/48/1)

Fig.7: Mikrosklere

Probe ZW 5 (4740/29/1)

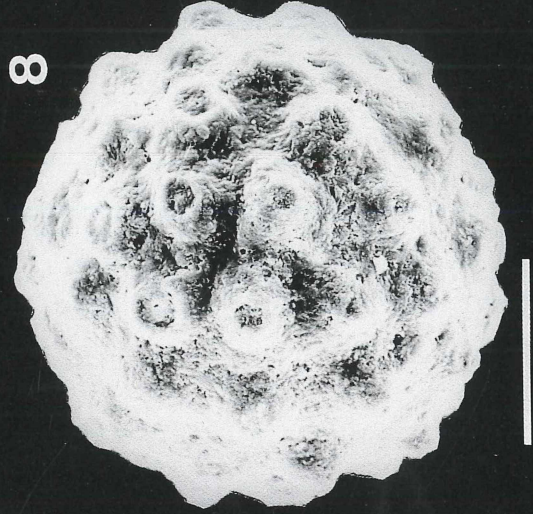
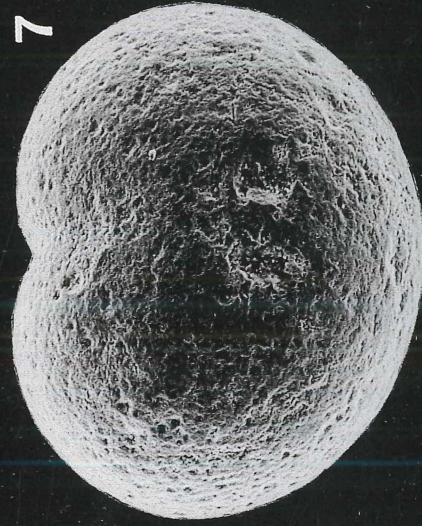
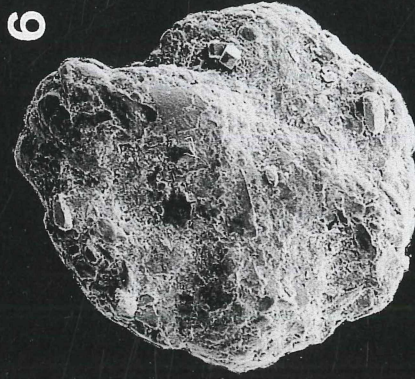
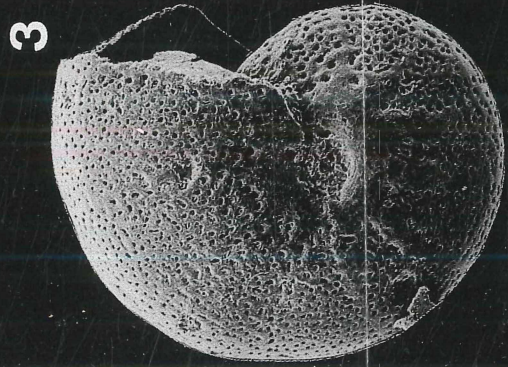
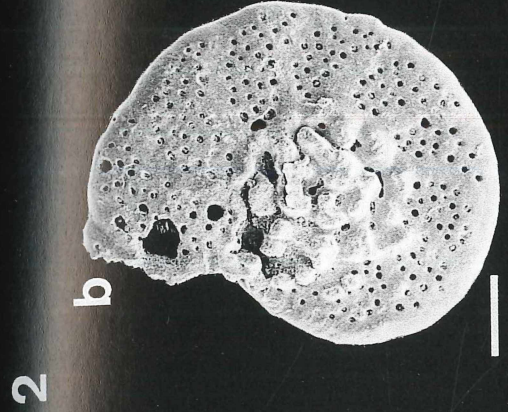
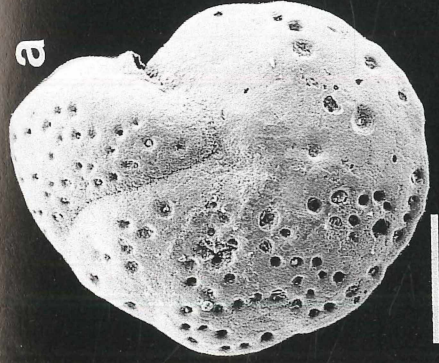
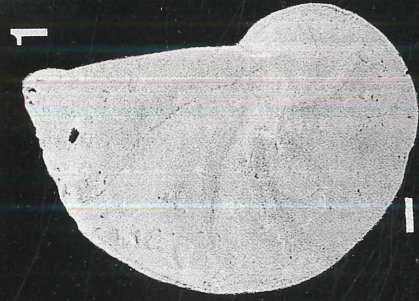
Balkenlänge 50 µm

Fig.8: *Bolboforma* sp.

Probe Zw 2 (4740/26/1)

Balkenlänge 50 µm







## TAFEL 5

Beispiele für die deformierte Foraminiferenfauna aus dem Oberrheingraben

Fig.1: *Ammodiscus incertus*: (D'ORBIGNY,1839)

Bohrung Worms 3: 1246 m

Fig.2: *Ammodiscus incertus*: (D'ORBIGNY,1839)

Bohrung Stockstadt: 1835 m

Fig.3: *Ammodiscus incertus*: (D'ORBIGNY,1839)

Bohrung Stockstadt: 1835 m

Fig.4: *Cyclammina placenta* (REUSS,1851)?

Bohrung Biebesheim 2: 1786 m

Fig.5: *Cyclammina placenta* (REUSS,1851)?

Bohrung Biebesheim 2: 1782 m

Fig.6: *Cyclammina placenta* (REUSS,1851)?

Bohrung Biebesheim 2: 1782 m

Fig.7: *Cyclammina placenta* (REUSS,1851)?

Bohrung Biebesheim 2: 1782 m

Fig.8: *Cyclammina placenta* (REUSS,1851)?

Bohrung Worms 3: 1224 m

Fig.9: Textulariidae gen. et spec. indet

Bohrung Stockstadt: 1835 m

Fig.10: Textulariidae gen. et spec. indet.

Bohrung Stockstadt: 1835 m

### Fauna des Profils Cospuden

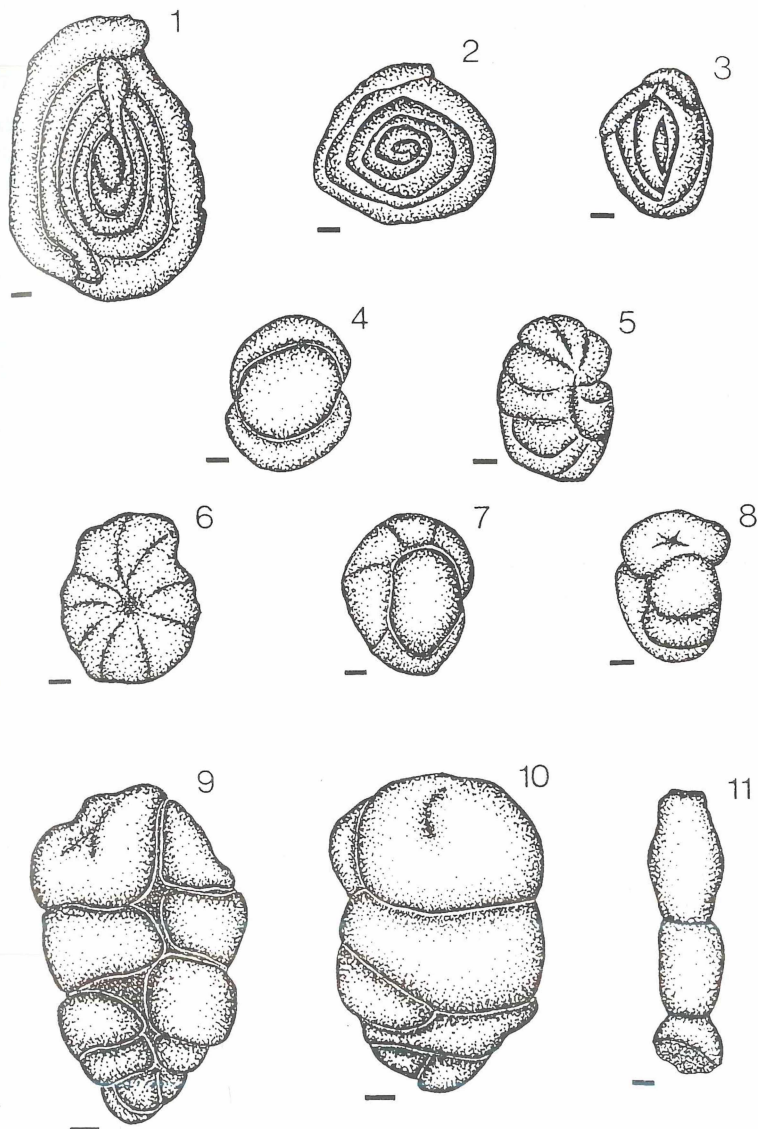
Fig.11: *Nodosaria cf. consobrina* (D'ORBIGNY,1846)

Probe Co 56

Tafel 1 bis 5:

Die abgebildeten Exemplare sind unter den angegebenen Nummern in der Sammlung des Geologischen Landesamtes Rheinland-Pfalz, Mainz hinterlegt. Die Balkenlänge auf den Tafeln beträgt 100 µm, soweit nicht anders angegeben.

# TAFEL 5



## Anhang B

### Bohr- und Geländeprofile

TK 25, Blatt 6013 Bingen

#### Bohrung Fachhochschule Bingen (FH Bingen)

R 22930 H 35800 103 m ü.NN

Aufnahme: Dipl.-Geol. M. Hottenrott 1987

Spülbohrung

Hgd. (Nahe-Terrassenschotter mit Quarzporphyr)

|     |         |                                                                         |
|-----|---------|-------------------------------------------------------------------------|
| 6,6 | - 8,0 m | Ton, grün mit Grobsand, Quarzkörner                                     |
|     | -9,0 m  | Ton, grüngrau mit Feinsand                                              |
|     | -10,0 m | Ton, grün                                                               |
|     | -11,0 m | Ton, grün mit Glimmer und eckigem Quarz                                 |
|     | -12,4 m | Ton, olivgrün, fest mit grobem Quarz                                    |
|     | -12,8 m | Ton, grün mit Bröckchen von Tonschiefer?, quarzitischer Sandstein       |
|     | -14,2 m | Ton, hellgrau, leicht grünlich                                          |
|     | -15,2 m | Ton hellgrau mit Tonstein-(schiefer) Bröckchen, quarzitischer Sandstein |
|     | -16,0 m | Ton, hellgrau bis mittelgrau mit Glimmer                                |
|     | -18,0 m | Ton, mittelgrau bis grün, zäh                                           |
|     | -19,0 m | Ton, grau, leicht bläulich                                              |
|     | -20,0 m | Ton, grau, leicht blau mit Foraminiferen                                |
|     | -21,0 m | Ton, graublau, teilweise bräunlich mit wenig Feinsand                   |
|     | -22,0 m | Ton, hellgrau-blau, teilweise braun, feinsandig                         |
|     | -23,0 m | Ton, tief dunkelblau bis grau mit Quarzkörnern, Sandsteinfragmente      |
|     | -24,0 m | Ton, blaugrün                                                           |
|     | -25,0 m | Ton, grau bis grün, fest mit quarzitischen Bröckchen                    |
|     | -26,0 m | Ton, graublau mit wenig Grobsand                                        |
|     | -27,0 m | Ton, hellgrau-blau mit Feinsand                                         |
|     | -28,0 m | Ton, hellgrau-blau mit Glimmer und Mikrofauna, feinsandig               |
|     | -29,0 m | Ton, hellgrau, teilweise bräunlich mit Mikrofauna                       |
|     | -30,0 m | Ton, hellgrau bis bläulich, Sandpartikel, Schalenreste ?, Mikrofauna    |
|     | -31,0 m | Ton, dunkelgrau, teilweise grünlich, bituminös                          |
|     | -32,0 m | Ton, grau-oliv, bituminös                                               |
|     | -33,0 m | Ton, dunkelgrau bis bläulich mit schwarzen, bituminösen Lagen           |
|     | -34,0 m | Ton, mittelgrau                                                         |
|     | -35,0 m | Ton, mittelgrau, bituminös                                              |
|     | -36,0 m | Ton, tief dunkelgrün-dunkelgrau, bituminös, Glimmer, Mikrofauna         |
|     | -37,0 m | Ton, olivgrün mit braunen und hellbraunen Schlieren                     |
|     | -38,0 m | Ton, olivgrün mit dunklen bituminösen Lagen, schwach feinsandig         |
|     | -39,0 m | Ton, mittelgrau mit Sand, Schalenreste, evtl. Mikrofauna                |
|     | -40,0 m | Ton, oliv mit wenig Feinsand                                            |
|     | -41,0 m | Ton, olivgrün, dunkel-schlierig, bituminös                              |
|     | -42,0 m | Ton, hell-olivgrün, Glimmer, bituminös                                  |
|     | -43,0 m | Ton, hell-olivgrün, feinsandig                                          |
|     | -44,0 m | Ton, hell-blaugrau                                                      |
|     | -45,0 m | Ton, olivgrün bis olivgrau, helle und dunkle Lagen, Glimmer             |
|     | -46,0 m | Ton, hell-olivgrün, stark feinsandig, Mikrofauna                        |

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

|         |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| -47,0 m | Ton, blaugrau, teilweise grünlich, helle und dunkle Lagen, sandig |
| -48,0 m | Ton, hellgrau-oliv, sandig                                        |
| -49,0 m | Ton, mittelgrau                                                   |
| -50,0 m | Ton, oliv                                                         |
| -51,0 m | Ton, mittelgrau-grün mit Foraminiferen                            |
| -52,0 m | Ton, olivgrün mit Mikrofauna                                      |

(ET)

**Geisenheim Rheinbrücke Bohrung 41 (Geisenheim 41)**

R 27190 H 38615 ca.80 m ü.NN

Kernbohrung

6 -45 m Mittlerer Rupelton

(ET)

weitere Angaben fehlen

**Münster-Sarmsheim Bohrung 5 (Münster-Sa 5)**

R 20920 H 33480 ca.85 m ü.NN

Aufnahme: J. Brechtel 1959

Spülbohrung

Hgd. (Quartär)

|      |          |                            |
|------|----------|----------------------------|
| 5,00 | -20,20 m | Ton, grau                  |
|      | -21,80 m | Fein-bis Mittelkies, grau  |
|      | -37,00 m | Ton, grau                  |
|      | -46,00 m | Ton, hellgrau bis rotbraun |
|      | -51,50 m | Ton, rotbraun              |
|      | -54,00 m | Fels, rotbraun             |

(ET)

**Dietersheim Nahebrücke Bohrung 2 (Dietersheim)**

R 21040 H 33470 82,5 m ü.NN

Aufnahme: J.Brechtel / Dr. V. Sonne 1959

Spülbohrung

Hgd. (Quartär)

|     |         |                                                                                             |
|-----|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4,3 | -38,1 m | dunkelgrauer Mergel                                                                         |
|     | -51,4 m | kiesig-sandiger, grauer bis rötlichweißer Ton, kalkfrei bis schwach kalkhaltig              |
|     | -65,0 m | Feinsandiger schluffiger rötlicher und grünlich-weißer Ton, kalkfrei bis schwach kalkhaltig |

(ET)

**TK 25, Blatt 6014 Ingelheim**

**Bohrung Ingelheim Boehringer 1950/51 (Boehringer 50/51)**

R 31390 H 37680 93 m ü. NN

1950/51

**Kernbohrung**

nur stratigraphisches Profil vorhanden

Hgd. (Cyrenenmergel, Schleichsand, Oberer Rupelton)

122 -188 m      Fischechiefer

Lgd. (Foraminiferenmergel, Mittlere Pechelbronn-Schichten)

**TK 25, Blatt 6015 Mainz**

**Bodenheim Bohrung 28 Kernbohrung 3 (Bo 28)**

R 50060 H 30435 160 m ü.NN

**Kernbohrung**

Aufnahme: M. Schmitt 1983

Hgd. (Quartär, Cyrenenmergel, Schleichsand, Oberer Rupelton)

- 61,45 - 62,65 m      Kernverlust
- 64,70 m      Mergel, fein geschichtet, schwarz gefleckt, bituminös (öliger Geruch),  
oliv und bräunlich, sehr fest
- 66,00 m      Kernverlust
- 80,00 m      Mergel, fein geschichtet, bituminös (öliger Geruch), oliv und  
bräunlich, sehr fest (von 73,75-73,80 m mit Pyritbank)
- 81,80 m      Mergel, mit mm-feinen Sandeinschaltungen, bituminös (öliger Geruch),  
oliv und bräunlich
- 86,25 m      Mergel, fein geschichtet, bituminös (öliger Geruch) oliv und bräunlich,  
sehr fest (von 83,50-83,70 m und von 84,50-84,80 m mit mm-feinen  
Sandeinschaltungen)
- 86,75 m      Mergel, mit mm-feinen Sandeinschaltungen, dünne Pyritbank,  
bituminös (öliger Geruch), oliv, bräunlich
- 106,00 m      Mergel, fein geschichtet, bituminös (öliger Geruch), vereinzelt mit  
Mollusken, sehr fest, oliv, bräunlich
- 108,70 m      Kernverlust
- 109,00 m      Mergel, fein geschichtet, grau-oliv
- 110,00 m      Kernverlust
- 117,00 m      Mergel, fein geschichtet, bituminös (von 111,15-111,55 m mit  
mm-feiner grauer Bänderung), oliv, bräunlich
- 117,80 m      Mergel, mit mm-feiner grauer Bänderung, oliv, bräunlich
- 118,20 m      Mergel, fein geschichtet, dunkelgrau-grün

Lgd. (Mittlere Pechelbronn-Schichten)

**Tiefbohrung 1965 Bodenheim (Bo 65)**

R 51460 H 33470 84 m ü. NN

Aufnahme: Dr. V. Sonne 1965

kombinierte Spül- und Kernbohrung

Hgd. (Oberer Rupelton)

- 21,50 - 98,00 m      Mergel, dunkelbraun
- 136,00 m      Mergel, grau
- 137,00 m      Feinsand, schwach tonig, dunkelgrau
- 138,00 m      Feinsand, schwach tonig, hellgrau
- 139,00 m      Feinsand, schwach tonig, dunkelgrau



Lgd. (Mittlere Pechelbronn-Schichten)

**Nieder-Olm Bohrung 2 (NO 2)**

R 42200 H 30370 112 m ü.NN

Etschel & Meyer

Spülbohrung

nur stratigraphisches Profil vorhanden

Hgd. (Quartär, Schleichsand, Oberer Rupelton)

47,00 - 83,50 m Fischechiefer

Lgd. (Mittlere Pechelbronn-Schichten)

**TK 25, Blatt 6113 Bad Kreuznach**

**Hackenheim Kernbohrung (Hackenheim)**

R 21520 H 22000 ca.158 m ü.NN

Aufnahme: Dr. V. Sonne 1968/1969

Kernbohrung, ab 130,50 m Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Schleichsand, Oberer Rupelton)

84,50 - 93,00 m Mergel, dunkelgrau, braunstichig

- 95,60 m Mergel, grau, feinsandig

-106,00 m Mergel, grau, feinsandig, vereinzelt Brocken von Mergel,  
dunkelbraungrau

-116,00 m Mergel, dunkelgrau, braunstichig

-121,00 m Mergel, dunkelgrau

-127,00 m Mergel, dunkelgrau und hellgrau

-130,50 m Mergel, hellgrau, braunstichig

-146,00 m Spülgut grau, tonig

Lgd. Spülgut grau, tonig (Unterer Rupelton)

**Erkundungsbohrung Bad Kreuznach 14/85 (Kh 14)**

R 25710 H 18670 143 m ü.NN

Aufnahme: M. Schmitt 1985

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Oberer Rupelton)

17 -53 m Mergel, oliv-grau und graubraun

-65 m Ton, schwach sandig, ganz selten schwach kalkhaltig, grau, schwach  
oliv

-66 m Ton, grau und hellgrau, schwach oliv, durchsetzt mit grau-schwarzem,  
glimmerhaltigem, gerundetem Gestein

Lgd. (Rotliegendes)

**TK 25, Blatt 6115 Udenheim**

**Mommenheim Bhg.9 (Mommenheim)**

R 48270 H 27050 134 m ü.NN

Aufnahme: M. Schmitt 1988

Spülbohrung

Hgd. (Quartär)

|      |          |                                                                 |
|------|----------|-----------------------------------------------------------------|
| 8,00 | -11,00 m | gelber Ton                                                      |
|      | -53,00 m | Ton, vereinzelt kalkhaltig, dunkelbraungrau-oliv                |
|      | -57,00 m | Mergel, vereinzelt schwach kalkhaltig, dunkelgrau, schwach oliv |
|      | -58,00 m | Mergel, grau und grünlich                                       |
|      | -62,00 m | Ton, blau                                                       |

Lgd. (Mittlere Pechelbronn-Schichten)

**Udenheim Tiefbohrung (Udenheim)**

R 42480 H 25070 140 m ü.NN

1966

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Schleichsand, Oberer Rupelton)

|    |        |                                     |
|----|--------|-------------------------------------|
| 88 | -134 m | Tonmergel, dunkelgrau               |
|    | -142 m | Mergel, blaugrau                    |
|    | -145 m | Mergel, blaugrau, hellgrün gefleckt |

Lgd. (Mittlere Pechelbronn-Schichten)

**TK 25, Blatt 6213 Kriegsfeld**

**Erkundungsbohrung Kriegsfeld 3/85 (Kf 3)**

R 26780 H 16785 160 m ü.NN

Aufnahme: M. Schmitt 1985

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Oberer Rupelton)

|    |       |                                                                            |
|----|-------|----------------------------------------------------------------------------|
| 12 | -38 m | Wechselfolge von Mergel, schwach kalkhaltig und Ton, olivgrau und grauoliv |
|----|-------|----------------------------------------------------------------------------|

Lgd. (Rotliegendes)

**Erkundungsbohrung Kriegsfeld 5/85 (Kf 5)**

R 25790 H 17405 158 m ü.NN

Aufnahme: M. Schmitt 1985

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Oberer Rupelton)

|   |       |                                               |
|---|-------|-----------------------------------------------|
| 7 | - 8 m | Mergel, grau-oliv, schwach bräunlich gefleckt |
|   | -32 m | Mergel, olivgrau                              |
|   | -34 m | Mergel, olivgrau und Mergel?, hellgrau        |

Lgd. (Rotliegendes)

**Erkundungsbohrung Kriegsfeld 16/85 (Kf 16)**

R 25335 H 17535 160,5 m ü.NN

Aufnahme: M. Schmitt 1985

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Oberer Rupelton)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

|    |       |                               |
|----|-------|-------------------------------|
| 12 | -28 m | Mergel, grau-oliv             |
|    | -39 m | Mergel, olivgrau              |
|    | -42 m | Mergel, grüngrau, olivstichig |
|    | -50 m | Mergel, grüngrau, olivstichig |

(ET)

**Eckelsheim Versuchsbohrung I, 1978 (Eh 1)**

R 26580 H 17810 139 m ü.NN

Aufnahme: M. Schmitt 1988

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Oberer Rupelton)

|    |        |                                                                          |
|----|--------|--------------------------------------------------------------------------|
| 41 | - 72 m | Mergel, grau (mit zunehmender Tiefe braungrau und geringerer Kalkgehalt) |
|----|--------|--------------------------------------------------------------------------|

Lgd. (Meeressand)

**Erkundungsbohrung Kriegsfeld 13/85 (Kf 13)**

R 27550 H 18355 158 m ü. NN

Aufnahme: M. Schmitt 1985

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Schleichsand, Oberer Rupelton)

|    |       |                   |
|----|-------|-------------------|
| 54 | -76 m | Mergel, oliv-grau |
|----|-------|-------------------|

Lgd. (Rotliegendes)

**TK 25, Blatt 6214 Alzey**

**Albig Versuchsbohrung 1972 (Albig)**

R 37220 H 15990 165 m ü.NN

Aufnahme: M. Schmitt 1988

Saugbohrung

Hgd. (Quartär, Schleichsand, Oberer Rupelton)

|    |        |                                                              |
|----|--------|--------------------------------------------------------------|
| 52 | - 73 m | Mergel, unterschiedlich kalkhaltig, dunkelgrau und bräunlich |
|    | - 83 m | Mergel, z.T. mt Muschelbruch, grau und schwach bräunlich     |
|    | - 88 m | Mergel, unterschiedlich kalkhaltig, grau                     |

Lgd. (Rotliegendes)

**TK 25, Blatt 6216 Gernsheim**

**Erdölbohrung Biebesheim 2 (Biebesheim 2)**

R 3458726 H 5516235 87,76 m ü.NN

Aufnahme: BEB Elsner

Kernbohrung

|         |                                       |
|---------|---------------------------------------|
| -1751 m | Meletta-Schichten                     |
| -1760 m | Kernverlust                           |
| -1805 m | Fischschiefer und Foraminiferenmergel |

weitere Angaben fehlen

**TK 25, Blatt 6316 Worms**

Erdölbohrung Worms 3 (Worms 3)

R 3453265 H 5503850 90 m ü.NN

Aufnahme: BEB 1980

Kernbohrung

Hgd. (Bunte Niederroed.Schichten)

879 -1250 m Graue Schichtenfolge

Lgd. (Pechelbronn-Schichten)

weitere Anagben fehlen

**TK 25, Blatt 6514 Bad Dürkheim**

**Bad Dürkheim Hauptbohrung II Borntal 1979 (Borntal)**

R 3439420 H 5482560 152,3 m ü.NN

Aufnahme: Dr. H. Heitele 1979

Spülbohrung

Hgd. (Quartär, Oberer Rupelton mit Meeressandeinlagerungen)

26,00 -30,80 m Schiefertone, z.T. schwach sandig, schwarzgrau Braun

-32,90 m Mittelsand, schwach feinsandig, schwach grobsandig, bis stark grobsandig, z.T. schwach schluffig, hellgrau

-35,20 m Schluffstein, stark mit organischem Material durchsetzt, im mm-Bereich Feinsandlagen und daher dünn aufblättern, schwarz

-40,00 m Kies, schwach sandig bis stark sandig, z.T. schluffig, von 35,2-37,0 m sehr viel Mittelkies bis Grobkies (Buntsandsteingerölle), hellgrau

-41,00 m Sand und Schluff, schwach tonig, grau

-44,50 m Schluffstein, stark sandig, grau

-53,00 m Schluffstein, z.T. schwach sandig und Tonsteine, grau, graugrün

-62,00 m Schluff- und Tonsteine, graugrün und rostbraun, ab 57 m überwiegen die rostbraunen Farben

-64,00 m Tonstein, rostbraun

(ET)

**TK 25, Blatt 6913 Oberotterbach**

**Thermalbohrung Bad Bergzabern 2 (Bad Bergzabern)**

R 3426320 H 5440670 ca.195 m ü.NN

Luftthebeverfahren

Aufnahme: Dr. Bangert / Dr. Heyl 1969

Hgd. (Holozän, Oberer Teil der Grauen Schichtenfolge)

72,00 - 75,3 m Ton, schluffig, kalkhaltig, mittelgrau

- 85,4 m Ton, schluffig, schwach kalkhaltig, dunkelgraugrün

- 87,6 m Ton, schluffig, kalkhaltig, mittelgraugrün

- 88,2 m tonig-feinkörniger Sandstein, mittelgrau

- 92,8 m Schluff, tonig, kalkhaltig, mittelgraublau

Lgd. (ältere tertiäre Schichten)

TK 25, Blatt 8211 Kandern

**Bohrung Schliengen 1012 (Schliengen 1012)**

R 3392180 H 5287440 347 m ü.NN

Wintershall

Aufnahme der Kernstücke: K. Grimm 1992

kombinierte Kern- und Spülbohrung

Hgd. (*Meletta*-Schichten)

143 -145,2 m Fischschiefer (Kerngewinn 1,8m)

145,2 -151,2 m Foraminiferenmergel (Kerngewinn 2,7 m)

143,2 -143,30 m dunkelgrau, siltiger Mergel, laminiert (Probe 1 und 2)

-143,40 m hellgrauer bis mittelgrauer, siltig - feinsandiger Mergel, laminiert (Probe 3)

-146,00 m mittelgrauer, siltig-feinsandiger Mergel, z.T. mit Fischresten (Probe 4 -29)

-146,10 m hellgrau, siltig- feinsandiger Mergel, laminiert, mit Bioturbation und Fischresten

-146,45 m hellgrau, siltig-feinsandiger Mergel, grünlich-ocker verwittert

-147,20 m hellgrau, siltig-feinsandiger Mergel, z.T. bioturbiert

-147,95 m hell schokoladenbraun, siltig feinsandiger Mergel, stark bioturbiert, z.T. mit Fischresten

-148,20 m grau, stärker siltiger-feinsandiger Mergel

Lgd. (Bunte Mergel)

TK 25, Blatt 4740 Leipzig-Süd

**Zwenkau (Zw)**

R 4521683168 H 56780445 ca 120 m ü.NN

Schlitzprofil an einer W-E Seitenwand im westlichen Teil des Tagebaus

Aufnahme: K. Schindler und K. Grimm 1991

Hgd.

0 - 0,70 m Fein- bis Mittelsand, mittelbraun mit z.T. hell-bis dunkelbraunen Linsen vermischt

- 1,47 m Fein- bis Mittelsand, siltig, dunkelbraun, mit Gastropoden und kohligen Resten

- 6,97 m Fein- bis Mittelsand, mittelbraun, z.T. auch hellere Bereiche

- 7,22 m Lamination zwischen grünen siltigen, hellgelben sandigen und lila- braunen verfestigten Bereichen

- 7,92 m Feinsand, siltig, dunkelbraun bis grünlich

- 8,92 m Feinsand, siltig, dunkelbraun, mit hellen sandigen Geröllen

- 9,42 m Fein-bis Mittelsand, Top siltig, dunkelbraun, selten kohlige Gerölle

-10,72 m groblaminiert; dunkle, siltige, breite Lagen und helle, sandige, dünne Lagen; z.T. wellig

-16,72 m Silt, z.T. sandig, dunkelbraungrün, stark bioturbat; Grabgänge mit hellem Feinsand verfüllt

Lgd.

### Cospuden (Co)

R 452450495 H 5682549505 ca. 110 m ü. NN

Schlitzprofil im Tagebau Cospuden; NE-Ecke des Tagebaus in Richtung Markkleeberg

Aufnahme: K. Schindler und K. Grimm 1991

Hgd.

- |   |          |                                                                                                                                                                                                       |
|---|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | - 0,70 m | Mittelsand, lilabraun, mit Glimmer und Kohlegeröllen                                                                                                                                                  |
|   | - 1,14 m | Mittelsand, hellgraubraun, mit kohligen Lagen, z.T Grabgänge, an der Basis auch mit Tongeröllen                                                                                                       |
|   | - 1,64 m | Mittelsand, schwach violett mit Kohlegeröllen                                                                                                                                                         |
|   | - 2,14 m | Mittelsand, graubraun, bioturbat, mit Glimmer                                                                                                                                                         |
|   | - 2,34 m | Mittelsand, ockerfarben bis orange, bioturbat, mit Glimmer                                                                                                                                            |
|   | - 8,42 m | Mittelsand, siltig, graubraun, stark bioturbat, bei 4,85 m Bivalvenschill, vereinzelt Bivalven auch an der Basis, im Topbereich „Sand“- und Kohlegerölle                                              |
|   | -10,92 m | Fein- bis Mittelsand, graubraun, basal verfestigt, oberhalb der Mitte mit vereinzelt Kohlegeröllen                                                                                                    |
|   | -11,40 m | verfestigte Kalkbank, graubraun                                                                                                                                                                       |
|   | -16,40 m | Feinsand, stark siltig, graubraun, mit Glimmer, bei 11,45 m dicht gepackte Bivalvenlage, bei 12,20 m locker gepackte Bivalvenlage mit doppelklappigen Exemplaren, im mittleren Teil mit Kohlegeröllen |
|   | -20,05 m | Mittelsand, graubraun, mit einzelnen Mollusken, bioturbate Bereiche, heller an der Basis etwa 15 cm mächtiger dunkelbrauner Mittel- bis Grobsand mit Phosphoritknollen                                |
|   | -25,55 m | Mittelsand, ockergelb, bioturbat                                                                                                                                                                      |
|   | -26,05 m | Feinsand, hellbraun, mit einzelnen Quarzitzeröllen                                                                                                                                                    |
|   | -33,05 m | Feinsand, graubraun                                                                                                                                                                                   |
|   | -36,25 m | Feinsand, z.T. siltig, graubraun bis gelblich, bioturbat mit Quarzitzeröllen                                                                                                                          |
|   | -36,43 m | Geröll-Lage im Feinsand, z.T. siltig, dunkelbraungrün, im Top einige kohlige Linsen, an der Basis Quarzitzerölle                                                                                      |

Lgd. (Böhlener Oberflöz)

### TK 25, Blatt 4536 Teutschenthal

#### Amsdorf (Am)

R 447800 H 570200 ca. 100 m ü. NN

Aufnahme: Dr. H. Blumenstengel / L. Volland, September 1993

Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt

Hgd.

- |   |         |                                                                                                                                           |
|---|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 | - 0,6 m | feinsandiger Silt, rotbraun, mit hellbraunen tonigen Schlieren, Eisenoxid-Schlieren und mit durch Feinsand verfüllte Grabgänge (Probe 26) |
|   | - 1,3 m | toniger Silt, dunkelgrau mit Eisenoxidflecken und mit durch weißen Feinsand verfüllte Röhren (Probe 25)                                   |
|   | - 1,7 m | Silt, dunkelbraun - rotbraun - hellbraun marmoriert, mit durch Feinsand und Silt verfüllte Röhren, Übergänge zum Lgd. und Hgd. (Probe 24) |
|   | - 2,0 m | schwach feinsandiger Silt, rotbraun, hellbraun marmoriert                                                                                 |
|   | - 2,1 m | Silt, dunkelbraun - rotbraun - hellbraun marmoriert, mit durch Feinsand                                                                   |

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

- und Silt verfüllte Röhren
- 2,2 m schwach feinsandiger toniger Silt, braungrau mit Eisenoxid-Schlieren und Muschelresten
  - 2,9 m schwach feinsandiger Silt, rötlichbraun, hellbraun marmoriert (Probe 23)
  - 3,4 m Silt, dunkelbraun, hellbraun marmoriert mit Eisenoxidflecken und Muschelresten (Probe 22)
  - 4,0 m toniger Silt, braunschwarz mit Eisenoxidflecken und -schlieren, mit durch Feinsand verfüllte Röhren (Probe 21)
  - 4,9 m schwach feinsandiger Silt, braun, hellbraun marmoriert, mit Eisenoxidschlieren, mit durch weißen Feinsand verfüllte Röhren und Gastropodenreste, Übergänge zum Lgd. und Hgd. (Probe 20)
  - 5,5 m schwach toniger Silt, dunkelgrau, mit Eisenoxidschlieren und mit durch weißen Feinsand verfüllte Röhren (Probe 19)
  - 6,0 m stark siltiger Feinsand, rötlichbraun, hellgrau marmoriert, mit hellgrauen Tonlinsen, Eisenoxidschlieren und Übergänge zum Lgd. und Hgd. (Probe 18)
  - 7,0 m Profillücke, stark zugewachsener Bereich
  - 7,8 m siltiger Ton, grau, auf Klüften rostrot, mit Gips (Probe 17)
  - 8,0 m schwach feinsandiger Silt, dunkelgrau, mit Eisenoxidschlieren und Gips (Probe 16)
  - 8,5 m Feinsand, rötlichbraun, hellbraun marmoriert, auf Klüften rostrot, mit durch weißen Feinsand verfüllte Röhren, Übergänge zum Lgd. und Hgd. (Probe 15)
  - 8,8 m schwach siltiger Feinsand, dunkelgrau mit hellbraunen bis rostroten Feinsandfasern und -lagen
  - 9,6 m schwach siltiger Ton, grau, mit Feinsandnestern, hellbraun und Gips (Probe 14)
  - 11,3 m teilweise schwach siltiger Feinsand, rotbraun, mit Eisenoxidschlieren und mit durch weißen Feinsand verfüllte Röhren (Probe 13); in diesem Bereich wurde das Profil um mehrere Meter versetzt.
  - 11,8 m schwach siltiger Ton, grau, mit Feinsandnestern, hellbraun und Gips (Probe 12)
  - 12,2 m schwach feinsandiger Silt, dunkelgraubraun, blättrig verwitternd, mit hellbraunen Feinsandschlieren, weißen Feinsandröhren und wenig Gips; in diesem Bereich wurde das Profil erneut um mehrere Meter versetzt.
  - 12,5 m schwach feinsandiger Silt, dunkelgraubraun, mit hellbraunen Feinsandlagen und Gips (Probe 11)
  - 12,9 m schwach toniger Silt, grau, mit senkrechten Klüften, die rostrot verfärbt sind, Feinsandröhren und Gips
  - 13,0 m schwach toniger Silt, dunkelgrau, mit Pyritkonkretionen und Gips
  - 13,1 m schwach siltiger Feinsand, dunkelbraun - hellbraun marmoriert, mit Pyritkonkretionen, Gips und hellbraunen Feinsandröhren
  - 13,3 m schwach feinsandiger Silt, schwarzbraun, mit rötlichbraunen Klüften (Probe 10)
  - 13,8 m Profillücke, Schwemmkegel
  - 14,7 m schwach siltiger Ton, grau, Oberkante verwachsen (Probe 9); in diesem Bereich wurde das Profil um mehrere Meter versetzt.
  - 14,9 m stark siltiger Feinsand, braungrau, mit Karbonatkonkretionen bis 50 cm Ø Pyritkonkretionen, Übergänge zum Lgd. und Hgd.
  - 15,5 m schwach feinsandiger Silt, braunschwarz - dunkelgrau, mit rostroten

- |         |                                                                                                                                          |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | Klüften und Gips (Probe 8)                                                                                                               |
| -16,35m | stark siltiger Feinsand, rötlichbraun mit hellbraunen Feinsandschlieren, Eisenoxidflecken und Gips                                       |
| -17,1 m | siltiger Ton, grüngrau, mit rostroten Klüften und Gips, an der Basis Feinsandschlieren (Probe 7)                                         |
| -17,85m | Feinsand, rötlichbraun, mit Linsen von hellbraunem Feinsand, Linsen von graugrünem stark siltigem Ton und weiße Feinsandröhren (Probe 6) |

Lgd. (Magdeburger Sand, Proben 1-5)

### **TK 25, Blatt 4723 Oberkaufungen**

#### **Deponie Steinertfeld BK 1 (Steinertfeld)**

R 3543040 H 5683840 190,60 m ü. NN

Aufnahme: Hessisches Landesamt für Bodenforschung

Hgd. (Quartär, Oberoligozän)

14,2- 39,5 m Mitteloligozän

Lgd. (Unteroligozän)

weitere Angaben fehlen

### **TK 25, Blatt 5818 Frankfurt am Main - Ost**

#### **Kaiser Friedrich-Quelle IV (Kaiser Friedrich-Quelle)**

R 348258 H 555186 ca. 101 m ü. NN

Aufnahme: Hessisches Landesamt für Bodenforschung

kombinierte Spül- und Kernbohrung 1979

Hgd. (Aufschüttung)

1,0 -52,0 m Oberer Rupelton, grüngrau, mergelig, meist schluffig, teilweise feinsandig

-91,0 m Mittlerer Rupelton, graugrün bis dunkelgrüngrau, teilweise stark schluffig, helle Schlieren

Lgd. (Unterer Rupelton, Meereskalk)



## Anhang C

### Erläuterungen zu den Anlagen 1 - 26

|                                                                                   |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | selten     |
|  | häufig     |
|  | massenhaft |

n.u. = nicht untersucht

n.b. = nicht beprobt

\* = Nachfall aus dem Oberen Rupelton

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                        |
|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
| 51   | 41   | 31   | 21   | 11   | 9    | Teufe [m]                         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Ammobaculites agglutinans</i>  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cyclamina placenta ?</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      |      |      |      |      |      | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena striata</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pygmaeoeseistron hispidum</i>  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globulina minuta</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globulina gibba</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina communis</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina problema</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Turrilina alsatica</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      |      |      |      |      |      | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Melonis affinis</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides kiliani</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides sp.</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Heterolepa dutemplei</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
|      |      |      |      |      |      | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      |      |      |      |      |      | Foraminifera inc. sedis           |

Anlage 1: Faunentabelle der Bohrung FH Bingen (Mainzer Becken)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                        |
|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
| 45   | 41   | 35   | 27   | 17   | 7    | Teufe [m]                         |
| 44   | 40   | 34   | 26   | 16   | 6    | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
| 43   | 39   | 33   | 25   | 15   | 5    | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
| 42   | 38   | 32   | 24   | 14   | 4    | <i>Ammodiscus agglutinans</i>     |
| 41   | 37   | 31   | 23   | 13   | 3    | <i>Cyclammina placenta</i> ?      |
| 40   | 36   | 30   | 22   | 12   | 2    | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
| 39   | 35   | 29   | 21   | 11   | 1    | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
| 38   | 34   | 28   | 20   | 10   | 0    | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
| 37   | 33   | 27   | 19   | 9    | -1   | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
| 36   | 32   | 26   | 18   | 8    | -2   | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
| 35   | 31   | 25   | 17   | 7    | -3   | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
| 34   | 30   | 24   | 16   | 6    | -4   | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
| 33   | 29   | 23   | 15   | 5    | -5   | <i>Nodosaria capitata</i>         |
| 32   | 28   | 22   | 14   | 4    | -6   | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
| 31   | 27   | 21   | 13   | 3    | -7   | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
| 30   | 26   | 20   | 12   | 2    | -8   | <i>Grigelis pyrula</i>            |
| 29   | 25   | 19   | 11   | 1    | -9   | <i>Dentalina soluta</i>           |
| 28   | 24   | 18   | 10   | 0    | -10  | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
| 27   | 23   | 17   | 9    | -1   | -11  | <i>Lenticulina deformis</i>       |
| 26   | 22   | 16   | 8    | -2   | -12  | <i>Lenticulina sp.</i>            |
| 25   | 21   | 15   | 7    | -3   | -13  | <i>Palmula obliqua</i>            |
| 24   | 20   | 14   | 6    | -4   | -14  | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
| 23   | 19   | 13   | 5    | -5   | -15  | <i>Lagena striata</i>             |
| 22   | 18   | 12   | 4    | -6   | -16  | <i>Lagena sulcata</i>             |
| 21   | 17   | 11   | 3    | -7   | -17  | <i>Lagena hexagona</i>            |
| 20   | 16   | 10   | 2    | -8   | -18  | <i>Pygmaeoestron hispidum</i>     |
| 19   | 15   | 9    | 1    | -9   | -19  | <i>Globulina minuta</i>           |
| 18   | 14   | 8    | 0    | -10  | -20  | <i>Globulina gibba</i>            |
| 17   | 13   | 7    | -1   | -11  | -21  | <i>Guttulina communis</i>         |
| 16   | 12   | 6    | -2   | -12  | -22  | <i>Guttulina problema</i>         |
| 15   | 11   | 5    | -3   | -13  | -23  | <i>Guttulina sp.</i>              |
| 14   | 10   | 4    | -4   | -14  | -24  | <i>Pyrulina gutta</i>             |
| 13   | 9    | 3    | -5   | -15  | -25  | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
| 12   | 8    | 2    | -6   | -16  | -26  | <i>Polymorphina sp.</i>           |
| 11   | 7    | 1    | -7   | -17  | -27  | <i>Fissurina laevigata</i>        |
| 10   | 6    | 0    | -8   | -18  | -28  | <i>Fissurina sp.</i>              |
| 9    | 5    | -1   | -9   | -19  | -29  | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
| 8    | 4    | -2   | -10  | -20  | -30  | <i>Cassidulina crassa</i>         |
| 7    | 3    | -3   | -11  | -21  | -31  | <i>Turritina alsatica</i>         |
| 6    | 2    | -4   | -12  | -22  | -32  | <i>Bulimina pyrula</i>            |
| 5    | 1    | -5   | -13  | -23  | -33  | <i>Bulimina inflata</i>           |
| 4    | 0    | -6   | -14  | -24  | -34  | <i>Bulimina sp.</i>               |
| 3    | -1   | -7   | -15  | -25  | -35  | <i>Bulminella sp.</i>             |
| 2    | -2   | -8   | -16  | -26  | -36  | <i>Stainforthia sp.</i>           |
| 1    | -3   | -9   | -17  | -27  | -37  | <i>Uvigerina sp.</i>              |
| 0    | -4   | -10  | -18  | -28  | -38  | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
| -1   | -5   | -11  | -19  | -29  | -39  | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
| -2   | -6   | -12  | -20  | -30  | -40  | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
| -3   | -7   | -13  | -21  | -31  | -41  | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
| -4   | -8   | -14  | -22  | -32  | -42  | <i>Planorbulina difformis</i>     |
| -5   | -9   | -15  | -23  | -33  | -43  | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
| -6   | -10  | -16  | -24  | -34  | -44  | <i>Melonis affinis</i>            |
| -7   | -11  | -17  | -25  | -35  | -45  | <i>Rosalina sp.</i>               |
| -8   | -12  | -18  | -26  | -36  | -46  | <i>Cancris turgidus</i>           |
| -9   | -13  | -19  | -27  | -37  | -47  | <i>Eponides pygmaea</i>           |
| -10  | -14  | -20  | -28  | -38  | -48  | <i>Eponides kiliani</i>           |
| -11  | -15  | -21  | -29  | -39  | -49  | <i>Eponides boueanus</i>          |
| -12  | -16  | -22  | -30  | -40  | -50  | <i>Eponides sp.</i>               |
| -13  | -17  | -23  | -31  | -41  | -51  | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
| -14  | -18  | -24  | -32  | -42  | -52  | <i>Discorbis sp.</i>              |
| -15  | -19  | -25  | -33  | -43  | -53  | <i>Discorbatura sp.</i>           |
| -16  | -20  | -26  | -34  | -44  | -54  | <i>Pullenia bulloides</i>         |
| -17  | -21  | -27  | -35  | -45  | -55  | <i>Heterolepa dutemplei</i>       |
| -18  | -22  | -28  | -36  | -46  | -56  | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
| -19  | -23  | -29  | -37  | -47  | -57  | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
| -20  | -24  | -30  | -38  | -48  | -58  | <i>Rotalia sp.</i>                |
| -21  | -25  | -31  | -39  | -49  | -59  | <i>Elphidium sp.</i>              |
| -22  | -26  | -32  | -40  | -50  | -60  | <i>Globigerina bulloides</i>      |
| -23  | -27  | -33  | -41  | -51  | -61  | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

Anlage 2: Faunentabelle der Bohrung Geisenheim 41 (Mainzer Becken)

| FS 1 |   | FS 2/3 |   | FS 4 |   | FS 5 |   | FS 6 |   | Gliederung                        |
|------|---|--------|---|------|---|------|---|------|---|-----------------------------------|
| n.b. | 5 | n.b.   | 4 | n.b. | 3 | n.b. | 2 | n.b. | 1 | Teufe [m]                         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Ammobaculites agglutinans</i>  |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Lagena striata</i>             |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Pygmaeoelstron hispidum</i>    |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Globulina minuta</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Globulina gibba</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Guttulina communis</i>         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Guttulina problema</i>         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Turrilina alsatica</i>         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Melonis affinis</i>            |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Eponides killani</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Eponides sp.</i>               |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Heierolepa duemplei</i>        |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      |   |        |   |      |   |      |   |      |   | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

Anlage 3: Faunentabelle der Bohrung Münster-Sarmsheim 5 (Mainzer Becken)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1       | FS 2 |    |    |    |    | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   |                                   |
|------------|------|----|----|----|----|------|------|------|------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|------|---|---|-----------------------------------|
| 62,5<br>65 | 60   | 58 | 56 | 54 | 52 | 50   | 48   | 46   | 44   | 42         | 40 | 38 | 36 | 34 | 32 | 30 | 28 | 26 | 24 | 22 | 20 | 18 | 16 | n.b. | 8 | 6 | Teufe [m]                         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Ammobaculites agglutinans</i>  |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Dentalina soluta</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Palmula obliqua</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Lagena striata</i>             |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Lagena sulcata</i>             |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Lagena hexagona</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Pygmaeoseistrion hispidum</i>  |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Globulina minuta</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Globulina gibba</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Guttulina communis</i>         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Guttulina problema</i>         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Guttulina sp.</i>              |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Fissurina sp.</i>              |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Turrilina alsatica</i>         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Bulimina inflata</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Bulimina sp.</i>               |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Buliminella sp.</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Melonis affinis</i>            |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Rosalina sp.</i>               |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Cancris turgidus</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Eponides kiliani</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Eponides boueanus</i>          |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Eponides sp.</i>               |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Discorbis sp.</i>              |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Heterolepa dutemplei</i>       |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Rotalitina offenbachensis</i>  |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Rotalia sp.</i>                |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Elphidium sp.</i>              |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|            |      |    |    |    |    |      |      |      |      |            |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |      |   |   | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

Anlage 4: Faunentabelle der Bohrung Dietesheim (Mainzer Becken)



| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                         |
|------|------|------|------|------|------|------------------------------------|
| 188  | 185  | 172  | 157  | 131  | 122  | Teufe [m]                          |
| 186  | 184  | 171  | 156  | 130  | 121  | <i>Bathysiphon taurinensis</i>     |
| 187  | 183  | 170  | 155  | 129  | 120  | <i>Ammodiscus incertus</i>         |
| 185  | 181  | 169  | 154  | 128  | 119  | <i>Ammodiscus agglutinans</i>      |
| 184  | 180  | 168  | 153  | 127  | 118  | <i>Cyclammina placenta ?</i>       |
| 183  | 179  | 167  | 152  | 126  | 117  | <i>Spiroplectinella carinata</i>   |
| 182  | 178  | 166  | 151  | 125  | 116  | <i>Spiroplectinella deperditia</i> |
| 181  | 177  | 165  | 150  | 124  | 115  | <i>Karrerella chilostoma</i>       |
| 180  | 176  | 164  | 149  | 123  | 114  | <i>Spiroloculina dorsata</i>       |
| 179  | 175  | 163  | 148  | 122  | 113  | <i>Quinqueloculina impressa</i>    |
| 178  | 174  | 162  | 147  | 121  | 112  | <i>Nodosaria obliqua</i>           |
| 177  | 173  | 161  | 146  | 120  | 111  | <i>Nodosaria ewaldi</i>            |
| 176  | 172  | 160  | 145  | 119  | 110  | <i>Nodosaria capitata</i>          |
| 175  | 171  | 159  | 144  | 118  | 109  | <i>Nodosaria retrorsa</i>          |
| 174  | 170  | 158  | 143  | 117  | 108  | <i>Nodosaria consobrina</i>        |
| 173  | 169  | 157  | 142  | 116  | 107  | <i>Grigelis pyrula</i>             |
| 172  | 168  | 156  | 141  | 115  | 106  | <i>Denialina soluta</i>            |
| 171  | 167  | 155  | 140  | 114  | 105  | <i>Lenticulina dimorpha</i>        |
| 170  | 166  | 154  | 139  | 113  | 104  | <i>Lenticulina deformis</i>        |
| 169  | 165  | 153  | 138  | 112  | 103  | <i>Lenticulina sp.</i>             |
| 168  | 164  | 152  | 137  | 111  | 102  | <i>Palmula obliqua</i>             |
| 167  | 163  | 151  | 136  | 110  | 101  | <i>Vaginulopsis hauerina</i>       |
| 166  | 162  | 150  | 135  | 109  | 100  | <i>Lagena striata</i>              |
| 165  | 161  | 149  | 134  | 108  | 99   | <i>Lagena sulcata</i>              |
| 164  | 160  | 148  | 133  | 107  | 98   | <i>Lagena hexagona</i>             |
| 163  | 159  | 147  | 132  | 106  | 97   | <i>Pygmaeostron hispidum</i>       |
| 162  | 158  | 146  | 131  | 105  | 96   | <i>Globulina minuta</i>            |
| 161  | 157  | 145  | 130  | 104  | 95   | <i>Globulina gibba</i>             |
| 160  | 156  | 144  | 129  | 103  | 94   | <i>Guttulina communis</i>          |
| 159  | 155  | 143  | 128  | 102  | 93   | <i>Guttulina problema</i>          |
| 158  | 154  | 142  | 127  | 101  | 92   | <i>Guttulina sp.</i>               |
| 157  | 153  | 141  | 126  | 100  | 91   | <i>Pyrulina gutta</i>              |
| 156  | 152  | 140  | 125  | 99   | 90   | <i>Polymorphina lanceolata</i>     |
| 155  | 151  | 139  | 124  | 98   | 89   | <i>Polymorphina sp.</i>            |
| 154  | 150  | 138  | 123  | 97   | 88   | <i>Fissurina laevigata</i>         |
| 153  | 149  | 137  | 122  | 96   | 87   | <i>Fissurina sp.</i>               |
| 152  | 148  | 136  | 121  | 95   | 86   | <i>Bolivina beyrichi</i>           |
| 151  | 147  | 135  | 120  | 94   | 85   | <i>Cassidulina crassa</i>          |
| 150  | 146  | 134  | 119  | 93   | 84   | <i>Turritina alsatica</i>          |
| 149  | 145  | 133  | 118  | 92   | 83   | <i>Bulimina pyrula</i>             |
| 148  | 144  | 132  | 117  | 91   | 82   | <i>Bulimina inflata</i>            |
| 147  | 143  | 131  | 116  | 90   | 81   | <i>Bulimina sp.</i>                |
| 146  | 142  | 130  | 115  | 89   | 80   | <i>Buliminella sp.</i>             |
| 145  | 141  | 129  | 114  | 88   | 79   | <i>Stainforthia sp.</i>            |
| 144  | 140  | 128  | 113  | 87   | 78   | <i>Uvigerina sp.</i>               |
| 143  | 139  | 127  | 112  | 86   | 77   | <i>Sphaeroidina variabilis</i>     |
| 142  | 138  | 126  | 111  | 85   | 76   | <i>Cibicides lobatulus</i>         |
| 141  | 137  | 125  | 110  | 84   | 75   | <i>Cibicides aknerianus</i>        |
| 140  | 136  | 124  | 109  | 83   | 74   | <i>Cibicides ungerianus</i>        |
| 139  | 135  | 123  | 108  | 82   | 73   | <i>Planorbulina difformis</i>      |
| 138  | 134  | 122  | 107  | 81   | 72   | <i>Protephidium ? granosum</i>     |
| 137  | 133  | 121  | 106  | 80   | 71   | <i>Melonis affinis</i>             |
| 136  | 132  | 120  | 105  | 79   | 70   | <i>Rosalina sp.</i>                |
| 135  | 131  | 119  | 104  | 78   | 69   | <i>Cancris turgidus</i>            |
| 134  | 130  | 118  | 103  | 77   | 68   | <i>Eponides pygmaea</i>            |
| 133  | 129  | 117  | 102  | 76   | 67   | <i>Eponides kiliari</i>            |
| 132  | 128  | 116  | 101  | 75   | 66   | <i>Eponides boueanus</i>           |
| 131  | 127  | 115  | 100  | 74   | 65   | <i>Eponides sp.</i>                |
| 130  | 126  | 114  | 99   | 73   | 64   | <i>Discorbis orbicularis</i>       |
| 129  | 125  | 113  | 98   | 72   | 63   | <i>Discorbis sp.</i>               |
| 128  | 124  | 112  | 97   | 71   | 62   | <i>Discorbatura sp.</i>            |
| 127  | 123  | 111  | 96   | 70   | 61   | <i>Fullenia bulloides</i>          |
| 126  | 122  | 110  | 95   | 69   | 60   | <i>Heterolepa dutemplei</i>        |
| 125  | 121  | 109  | 94   | 68   | 59   | <i>Rotaliaina offenbachensis</i>   |
| 124  | 120  | 108  | 93   | 67   | 58   | <i>Rotaliaina soldanii</i>         |
| 123  | 119  | 107  | 92   | 66   | 57   | <i>Rotalia sp.</i>                 |
| 122  | 118  | 106  | 91   | 65   | 56   | <i>Elphidium sp.</i>               |
| 121  | 117  | 105  | 90   | 64   | 55   | <i>Globigerina bulloides</i>       |
| 120  | 116  | 104  | 89   | 63   | 54   | <i>Foraminifera inc. sedis</i>     |





•

Anlage 6: Faunentabelle der Bohrung Bodenheim 28 (Mainzer Becken), geändert nach GRIMM 1991



| FS 1                                                                                                | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6                                              | Gliederung                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|---------------------------------------------------|----------------------------|
| 100<br>98<br>97<br>96<br>95<br>94<br>93<br>92<br>91<br>90<br>88<br>86<br>84<br>83<br>82<br>81<br>80 |      |      |      |      | Sammelp. 36-42 Sammelp. 29-35,5 Sammelprobe 21-28 | Teufe [m]                  |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Bathysiphon taurinensis    |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Ammodiscus incertus        |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Ammobaculites agglutinans  |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Cyclamina placenta ?       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Spiroplectinella carinata  |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Spiroplectinella deperdita |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Karreriella chilostoma     |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Spiroloculina dorsata      |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Quinqueloculina impressa   |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Nodosaria obliquata        |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Nodosaria ewaldi           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Nodosaria capitata         |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Nodosaria retrorsa         |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Nodosaria consobrina       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Grigelis pyrula            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Dentalina soluta           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Lenticulina dimorpha       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Lenticulina deformis       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Lenticulina sp.            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Palmula obliqua            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Vaginulopsis hauerina      |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Lagena striata             |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Lagena sulcata             |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Lagena hexagona            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Pyramosistrion hispidum    |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Globulina minuta           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Globulina gibba            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Guttulina communis         |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Guttulina problema         |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Guttulina sp.              |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Pyrulina gutta             |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Polymorphina lanceolata    |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Polymorphina sp.           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Fissurina laevigata        |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Fissurina sp.              |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Bolivina beyrichi          |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Cassidulina crassa         |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Turrilina alsatica         |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Bulimina pyrula            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Bulimina inflata           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Bulimina sp.               |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Buliminella sp.            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Stainforthia sp.           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Uvigerina sp.              |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Sphaeroidina variabilis    |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Cibicides lobatulus        |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Cibicides aknerianus       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Cibicides ungerianus       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Planorbulina difformis     |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Protelphidium ? granosum   |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Melonis affinis            |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Kosolina sp.               |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Cancris turgidus           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Eponides pygmaea           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Eponides kiliani           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Eponides boueanus          |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Eponides sp.               |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Discorbis orbicularis      |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Discorbis sp.              |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Discorbatura sp.           |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Pullenia bulloides         |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Heterolepa dutemplei       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Rotaliatina offenbachensis |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Transenisco soldanii       |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Rotalia sp.                |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Elphidium sp.              |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Globigerina bullioles      |
|                                                                                                     |      |      |      |      |                                                   | Foraminifera inc. sedis    |

| FS A |   |   |   |   | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    |                                   |
|------|---|---|---|---|------|------|------|------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|-----------------------------------|
| 83.5 | n | i | c | h | t    | b    | e    | p          | r | o | b | t | 60 | 57 | 56 | 55 | 54 | 53 | n.b. | 52 | 50 | 48 | Teufe [m]                         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Ammodiscus agglutinans</i>     |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Lagena striata</i>             |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Pygmaeostron hispidum</i>      |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Globulina minuta</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Globulina gibba</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Guttulina communis</i>         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Guttulina problema</i>         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Turrilina alsatica</i>         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Melonis affinis</i>            |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Eponides kiltani</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Eponides sp.</i>               |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Heterolepa dutemplei</i>       |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Hansensica soldanii</i>        |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      |   |   |   |   |      |      |      |            |   |   |   |   |    |    |    |    |    |    |      |    |    |    | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

Anlage 8: Faunentabelle der Bohrung Nieder-Olm 2 (Mainzer Becken)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1  | FS 2/3        | FS 4  | FS 5  | FS 6 | Gliederung                             |
|-------|---------------|-------|-------|------|----------------------------------------|
| 130,5 | 127,0         | 112,9 | 106,0 | 98,4 | Teufe [m]                              |
| n.b.  | n.b.          | n.b.  | n.b.  | n.b. |                                        |
| 128,5 | 121,0         | 108,1 | 102,5 | 97,6 |                                        |
|       | nicht beprobt |       |       |      |                                        |
|       |               |       |       |      | <i>Bathysiphon taurinensis</i>         |
|       |               |       |       |      | <i>Ammodiscus incertus</i>             |
|       |               |       |       |      | <i>Ammobaculites agglutinans</i>       |
|       |               |       |       |      | <i>Cyclamina placenta</i> ?            |
|       |               |       |       |      | <i>Spiroplectinella carinata</i>       |
|       |               |       |       |      | <i>Spiroplectinella deperdita</i>      |
|       |               |       |       |      | <i>Karrierella chilostoma</i>          |
|       |               |       |       |      | <i>Spiroloculina dorsata</i>           |
|       |               |       |       |      | <i>Quinqueloculina impressa</i>        |
|       |               |       |       |      | <i>Nodosaria obliquata</i>             |
|       |               |       |       |      | <i>Nodosaria ewaldi</i>                |
|       |               |       |       |      | <i>Nodosaria capitata</i>              |
|       |               |       |       |      | <i>Nodosaria retrorsa</i>              |
|       |               |       |       |      | <i>Nodosaria consobrina</i>            |
|       |               |       |       |      | <i>Grigelis pyrula</i>                 |
|       |               |       |       |      | <i>Dentalina soluta</i>                |
|       |               |       |       |      | <i>Lenticulina dimorpha</i>            |
|       |               |       |       |      | <i>Lenticulina deformis</i>            |
|       |               |       |       |      | <i>Lenticulina</i> sp.                 |
|       |               |       |       |      | <i>Palmula obliqua</i>                 |
|       |               |       |       |      | <i>Vaginulopsis hauerina</i>           |
|       |               |       |       |      | <i>Lagena striata</i>                  |
|       |               |       |       |      | <i>Lagena sulcata</i>                  |
|       |               |       |       |      | <i>Lagena hexagona</i>                 |
|       |               |       |       |      | <i>Pygmaeostron hispidum</i>           |
|       |               |       |       |      | <i>Globulina minuta</i>                |
|       |               |       |       |      | <i>Globulina gibba</i>                 |
|       |               |       |       |      | <i>Guttulina communis</i>              |
|       |               |       |       |      | <i>Guttulina problema</i>              |
|       |               |       |       |      | <i>Guttulina</i> sp.                   |
|       |               |       |       |      | <i>Pyrulina gutta</i>                  |
|       |               |       |       |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>         |
|       |               |       |       |      | <i>Polymorphina</i> sp.                |
|       |               |       |       |      | <i>Fissurina laevigata</i>             |
|       |               |       |       |      | <i>Fissurina</i> sp.                   |
|       |               |       |       |      | <i>Bolivina beyrichi</i>               |
|       |               |       |       |      | <i>Cassidulina crassa</i>              |
|       |               |       |       |      | <i>Turrilina alsatica</i>              |
|       |               |       |       |      | <i>Bulimina pyrula</i>                 |
|       |               |       |       |      | <i>Bulimina inflata</i>                |
|       |               |       |       |      | <i>Bulimina</i> sp.                    |
|       |               |       |       |      | <i>Buliminella</i> sp.                 |
|       |               |       |       |      | <i>Stainforthia</i> sp.                |
|       |               |       |       |      | <i>Uvigerina</i> sp.                   |
|       |               |       |       |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>         |
|       |               |       |       |      | <i>Cibicides lobatulus</i>             |
|       |               |       |       |      | <i>Cibicides aknerianus</i>            |
|       |               |       |       |      | <i>Cibicides ungerianus</i>            |
|       |               |       |       |      | <i>Planorbulina difformis</i>          |
|       |               |       |       |      | <i>Protelphidium</i> ? <i>granosum</i> |
|       |               |       |       |      | <i>Melonis affinis</i>                 |
|       |               |       |       |      | <i>Rosalina</i> sp.                    |
|       |               |       |       |      | <i>Cancris turgidus</i>                |
|       |               |       |       |      | <i>Eponides pygmaea</i>                |
|       |               |       |       |      | <i>Eponides kiliani</i>                |
|       |               |       |       |      | <i>Eponides boueanus</i>               |
|       |               |       |       |      | <i>Eponides</i> sp.                    |
|       |               |       |       |      | <i>Discorbis orbicularis</i>           |
|       |               |       |       |      | <i>Discorbis</i> sp.                   |
|       |               |       |       |      | <i>Discorbatura</i> sp.                |
|       |               |       |       |      | <i>Fullenia bulloides</i>              |
|       |               |       |       |      | <i>Heterolepa dutemplei</i>            |
|       |               |       |       |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i>      |
|       |               |       |       |      | <i>Hansensica soldanii</i>             |
|       |               |       |       |      | <i>Rotalia</i> sp.                     |
|       |               |       |       |      | <i>Elphidium</i> sp.                   |
|       |               |       |       |      | <i>Globigerina bulloides</i>           |
|       |               |       |       |      | <i>Foraminifera</i> inc. sedis         |

\*

Anlage 9: Faunentabelle der Bohrung Hackenheim (Mainzer Becken)

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                        |
|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
| 53   | 48   | 37   | 32   | 26   | 23   | Tiefe [m]                         |
| 52   | 47   | 36   | 31   | 25   | 22   |                                   |
| 51   | 46   | 35   | 30   | 24   | 21   | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
| 50   | 45   | 34   | 29   | 23   | 20   | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
| 49   | 44   | 33   | 28   | 22   | 19   | <i>Ammobaculites agglutinans</i>  |
| 48   | 43   | 32   | 27   | 21   | 18   | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|      | 42   | 31   | 26   | 20   | 17   | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      | 41   | 30   | 25   | 19   | 16   | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      | 40   | 29   | 24   | 18   | 15   | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|      | 39   | 28   | 23   | 17   | 14   | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      | 38   | 27   | 22   | 16   | 13   | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      | 37   | 26   | 21   | 15   | 12   | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      | 36   | 25   | 20   | 14   | 11   | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      | 35   | 24   | 19   | 13   | 10   | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      | 34   | 23   | 18   | 12   | 9    | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      | 33   | 22   | 17   | 11   | 8    | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      | 32   | 21   | 16   | 10   | 7    | <i>Grigella pyrula</i>            |
|      | 31   | 20   | 15   | 9    | 6    | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      | 30   | 19   | 14   | 8    | 5    | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      | 29   | 18   | 13   | 7    | 4    | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      | 28   | 17   | 12   | 6    | 3    | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      | 27   | 16   | 11   | 5    | 2    | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      | 26   | 15   | 10   | 4    | 1    | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      | 25   | 14   | 9    | 3    | 0    | <i>Lagena striata</i>             |
|      | 24   | 13   | 8    | 2    | -1   | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      | 23   | 12   | 7    | 1    | -2   | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      | 22   | 11   | 6    | 0    | -3   | <i>Pygmaeostron hispidum</i>      |
|      | 21   | 10   | 5    | -1   | -4   | <i>Globulina minuta</i>           |
|      | 20   | 9    | 4    | -2   | -5   | <i>Globulina gibba</i>            |
|      | 19   | 8    | 3    | -3   | -6   | <i>Guttulina communis</i>         |
|      | 18   | 7    | 2    | -4   | -7   | <i>Guttulina problema</i>         |
|      | 17   | 6    | 1    | -5   | -8   | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      | 16   | 5    | 0    | -6   | -9   | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      | 15   | 4    | -1   | -7   | -10  | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      | 14   | 3    | -2   | -8   | -11  | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      | 13   | 2    | -3   | -9   | -12  | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      | 12   | 1    | -4   | -10  | -13  | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      | 11   | 0    | -5   | -11  | -14  | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      | 10   | -1   | -6   | -12  | -15  | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      | 9    | -2   | -7   | -13  | -16  | <i>Turrillina alsatica</i>        |
|      | 8    | -3   | -8   | -14  | -17  | <i>Bulmina pyrula</i>             |
|      | 7    | -4   | -9   | -15  | -18  | <i>Bulmina inflata</i>            |
|      | 6    | -5   | -10  | -16  | -19  | <i>Bulmina sp.</i>                |
|      | 5    | -6   | -11  | -17  | -20  | <i>Bulminella sp.</i>             |
|      | 4    | -7   | -12  | -18  | -21  | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      | 3    | -8   | -13  | -19  | -22  | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      | 2    | -9   | -14  | -20  | -23  | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      | 1    | -10  | -15  | -21  | -24  | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      | 0    | -11  | -16  | -22  | -25  | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      | -1   | -12  | -17  | -23  | -26  | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      | -2   | -13  | -18  | -24  | -27  | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      | -3   | -14  | -19  | -25  | -28  | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      | -4   | -15  | -20  | -26  | -29  | <i>Melonis affinis</i>            |
|      | -5   | -16  | -21  | -27  | -30  | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      | -6   | -17  | -22  | -28  | -31  | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      | -7   | -18  | -23  | -29  | -32  | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      | -8   | -19  | -24  | -30  | -33  | <i>Eponides killiani</i>          |
|      | -9   | -20  | -25  | -31  | -34  | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      | -10  | -21  | -26  | -32  | -35  | <i>Eponides sp.</i>               |
|      | -11  | -22  | -27  | -33  | -36  | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      | -12  | -23  | -28  | -34  | -37  | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      | -13  | -24  | -29  | -35  | -38  | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      | -14  | -25  | -30  | -36  | -39  | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      | -15  | -26  | -31  | -37  | -40  | <i>Heterolepa dutemplei</i>       |
|      | -16  | -27  | -32  | -38  | -41  | <i>Rotiatina offenbachensis</i>   |
|      | -17  | -28  | -33  | -39  | -42  | <i>Hansensca soldanii</i>         |
|      | -18  | -29  | -34  | -40  | -43  | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      | -19  | -30  | -35  | -41  | -44  | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      | -20  | -31  | -36  | -42  | -45  | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      | -21  | -32  | -37  | -43  | -46  | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

Anlage 10: Faunentabelle der Bohrung Bad Kreuznach 14 (Mainzer Becken),  
geändert nach GRIMM 1991

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                        |
|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
| 58   | 54   | 42   | 33   | 15   | 4    | Teufe [m]                         |
| 57   |      |      |      | 16   | 5    | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
| 56   |      |      |      | 17   | 6    | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
| 55   |      |      |      | 18   | 7    | <i>Ammodiscus agglutinans</i>     |
|      |      |      |      | 19   | 8    | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|      |      |      |      | 20   | 9    | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      |      |      |      | 21   | 10   | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      |      |      |      | 22   | 11   | <i>Karrerella chlostoma</i>       |
|      |      |      |      | 23   | 12   | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      |      |      |      | 24   | 13   | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      |      |      |      | 25   | 14   | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      |      |      |      | 26   | 15   | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      |      |      |      | 27   | 16   | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      |      |      |      | 28   | 17   | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      |      |      |      | 29   | 18   | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      |      |      |      | 30   | 19   | <i>Grigalis pyrula</i>            |
|      |      |      |      | 31   | 20   | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      |      |      |      | 32   | 21   | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      |      |      |      | 33   | 22   | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      |      |      |      | 34   | 23   | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      |      |      |      | 35   | 24   | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      |      |      |      | 36   | 25   | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      |      |      |      | 37   | 26   | <i>Lagena striata</i>             |
|      |      |      |      | 38   | 27   | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      |      |      |      | 39   | 28   | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      |      |      |      | 40   | 29   | <i>Pygmaeoestron hispidum</i>     |
|      |      |      |      | 41   | 30   | <i>Globulina minuta</i>           |
|      |      |      |      | 42   | 31   | <i>Globulina gibba</i>            |
|      |      |      |      | 43   | 32   | <i>Gutulina communis</i>          |
|      |      |      |      | 44   | 33   | <i>Gutulina problema</i>          |
|      |      |      |      | 45   | 34   | <i>Gutulina sp.</i>               |
|      |      |      |      | 46   | 35   | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      |      |      |      | 47   | 36   | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      |      |      |      | 48   | 37   | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      |      |      |      | 49   | 38   | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      |      |      |      | 50   | 39   | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      |      |      |      | 51   | 40   | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      |      |      |      | 52   | 41   | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      |      |      |      | 53   | 42   | <i>Turritina alsatica</i>         |
|      |      |      |      | 54   | 43   | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      |      |      |      | 55   | 44   | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      |      |      |      | 56   | 45   | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      |      |      |      | 57   | 46   | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      |      |      |      | 58   | 47   | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      |      |      |      |      | 48   | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      |      |      |      |      | 49   | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      |      |      |      |      | 50   | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      |      |      |      |      | 51   | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      |      |      |      |      | 52   | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      |      |      |      |      | 53   | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      |      |      |      |      | 54   | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      |      |      |      |      | 55   | <i>Melonis affinis</i>            |
|      |      |      |      |      | 56   | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      |      |      |      |      | 57   | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      |      |      |      |      | 58   | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides kiliani</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides sp.</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Heterolepa duemplei</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotalitina offenbachensis</i>  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Olabigerina bulloides</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                        |
|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
| 136  |      |      |      |      |      | Teufe [m]                         |
| 135  |      |      |      |      |      | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
| 134  |      |      |      |      |      | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
| 133  |      |      |      |      |      | <i>Ammodiscus agglutinans</i>     |
| 132  |      |      |      |      |      | <i>Cyclamina placenta ?</i>       |
| 131  |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
| 130  |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
| 129  |      |      |      |      |      | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
| 128  |      |      |      |      |      | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
| 127  |      |      |      |      |      | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
| 126  |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
| 125  |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
| 124  |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria capitata</i>         |
| 123  |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
| 122  |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
| 121  |      |      |      |      |      | <i>Grigelis pyrula</i>            |
| 120  |      |      |      |      |      | <i>Dentalina soluta</i>           |
| 119  |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
| 118  |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina deformis</i>       |
| 117  |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina sp.</i>            |
| 116  |      |      |      |      |      | <i>Palmula obliqua</i>            |
| 115  |      |      |      |      |      | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
| 114  |      |      |      |      |      | <i>Lagena striata</i>             |
| 113  |      |      |      |      |      | <i>Lagena sulcata</i>             |
| 112  |      |      |      |      |      | <i>Lagena hexagona</i>            |
| 111  |      |      |      |      |      | <i>Pygmaeoseistrion hispidum</i>  |
| 110  |      |      |      |      |      | <i>Globulina minuta</i>           |
| 109  |      |      |      |      |      | <i>Globulina gibba</i>            |
| 108  |      |      |      |      |      | <i>Guttulina communis</i>         |
| 107  |      |      |      |      |      | <i>Guttulina problema</i>         |
| 106  |      |      |      |      |      | <i>Guttulina sp.</i>              |
| 105  |      |      |      |      |      | <i>Pyrulina gutta</i>             |
| 104  |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
| 103  |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina sp.</i>           |
| 102  |      |      |      |      |      | <i>Fissurina laevigata</i>        |
| 101  |      |      |      |      |      | <i>Fissurina sp.</i>              |
| 100  |      |      |      |      |      | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
| 99   |      |      |      |      |      | <i>Cassidulina crassa</i>         |
| 98   |      |      |      |      |      | <i>Turrilina alsatica</i>         |
| 97   |      |      |      |      |      | <i>Bulimina pyrula</i>            |
| 96   |      |      |      |      |      | <i>Bulimina inflata</i>           |
| 95   |      |      |      |      |      | <i>Bulimina sp.</i>               |
| 94   |      |      |      |      |      | <i>Buliminella sp.</i>            |
| 93   |      |      |      |      |      | <i>Stainforthia sp.</i>           |
| 92   |      |      |      |      |      | <i>Uvigerina sp.</i>              |
| 91   |      |      |      |      |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
| 90   |      |      |      |      |      | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
| 89   |      |      |      |      |      | <i>Cibicides akmerianus</i>       |
| 88   |      |      |      |      |      | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
| 87   |      |      |      |      |      | <i>Planorbulina difformis</i>     |
| 86   |      |      |      |      |      | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
| 85   |      |      |      |      |      | <i>Melonis affinis</i>            |
| 84   |      |      |      |      |      | <i>Rosalina sp.</i>               |
| 83   |      |      |      |      |      | <i>Cancris turgidus</i>           |
| 82   |      |      |      |      |      | <i>Eponides pygmaea</i>           |
| 81   |      |      |      |      |      | <i>Eponides kiliani</i>           |
| 80   |      |      |      |      |      | <i>Eponides boueanus</i>          |
| 79   |      |      |      |      |      | <i>Eponides sp.</i>               |
| 78   |      |      |      |      |      | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
| 77   |      |      |      |      |      | <i>Discorbis sp.</i>              |
| 76   |      |      |      |      |      | <i>Discorbatura sp.</i>           |
| 75   |      |      |      |      |      | <i>Pullenia bulboides</i>         |
| 74   |      |      |      |      |      | <i>Heterolepa du templei</i>      |
| 73   |      |      |      |      |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
| 72   |      |      |      |      |      | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
| 71   |      |      |      |      |      | <i>Rotalia sp.</i>                |
| 70   |      |      |      |      |      | <i>Elphidium sp.</i>              |
| 69   |      |      |      |      |      | <i>Globigerina bulboides</i>      |
| 68   |      |      |      |      |      | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

\*

Anlage 12: Faunentabelle der Bohrung Udenheim (Mainzer Becken)



Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                        |
|------|------|------|------|------|------|-----------------------------------|
| 33   | 32   | 27   | 21   | 19   | 13   | Teufe [m]                         |
| 34   | 31   | 28   | 20   | 18   | 14   | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
| 35   | 30   | 29   | 19   | 17   | 15   | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
| 36   | 29   | 26   | 18   | 16   | 16   | <i>Ammobaculites agglutinans</i>  |
|      | 28   | 25   | 17   | 15   | 17   | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|      | 27   | 24   | 16   | 14   | 18   | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      | 26   | 23   | 15   | 13   | 19   | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      | 25   | 22   | 14   | 12   | 20   | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|      | 24   | 21   | 13   | 11   | 21   | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      | 23   | 20   | 12   | 10   | 22   | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      | 22   | 19   | 11   | 9    | 23   | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      | 21   | 18   | 10   | 8    | 24   | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      | 20   | 17   | 9    | 7    | 25   | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      | 19   | 16   | 8    | 6    | 26   | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      | 18   | 15   | 7    | 5    | 27   | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      | 17   | 14   | 6    | 4    | 28   | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|      | 16   | 13   | 5    | 3    | 29   | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      | 15   | 12   | 4    | 2    | 30   | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      | 14   | 11   | 3    | 1    | 31   | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      | 13   | 10   | 2    | 0    | 32   | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      | 12   | 9    | 1    | 0    | 33   | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      | 11   | 8    | 0    | 0    | 34   | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      | 10   | 7    | 0    | 0    | 35   | <i>Lagena striata</i>             |
|      | 9    | 6    | 0    | 0    | 36   | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      | 8    | 5    | 0    | 0    |      | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      | 7    | 4    | 0    | 0    |      | <i>Pygmaeosestron hispidum</i>    |
|      | 6    | 3    | 0    | 0    |      | <i>Globulina minuta</i>           |
|      | 5    | 2    | 0    | 0    |      | <i>Globulina gibba</i>            |
|      | 4    | 1    | 0    | 0    |      | <i>Guttulina communis</i>         |
|      | 3    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Guttulina problema</i>         |
|      | 2    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      | 1    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Turritina alsatica</i>         |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Melonis affinis</i>            |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Eponides kiliani</i>           |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Eponides sp.</i>               |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Heisterolepa duteplei</i>      |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      | 0    | 0    | 0    | 0    |      | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

Anlage 13: Faunenrabelle der Bohrung Kriegsfeld 3 (Mainzer Becken)

[illegible]

Anlage 14: Faunentabelle der Bohrung Kriegsfeld 5 (Mainzer Becken) geändert nach GRIMM 1991

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1 | FS 2 |    |    |    |    | FS 3 |    |    | FS 4 |    | FS 5 | FS 6 |    |    |    |    | Gliederung |    |    |    |                                   |
|------|------|----|----|----|----|------|----|----|------|----|------|------|----|----|----|----|------------|----|----|----|-----------------------------------|
| 73   | 72   | 71 | 70 | 69 | 68 | 67   | 66 | 65 | 64   | 63 | 62   | 61   | 60 | 59 | 58 | 57 | 56         | 55 | 54 | 53 | Teufe [m]                         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Ammobaculites agglutinans</i>  |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Cyclamina placenta ?</i>       |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Lagena striata</i>             |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Pygmaeoseistrion hispidum</i>  |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Globulina minuta</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Globulina gibba</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Guttulina communis</i>         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Guttulina problema</i>         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Turritina alsatica</i>         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Melonis affinis</i>            |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Eponides kiliani</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Eponides sp.</i>               |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Heterolepa dutemplei</i>       |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Rotalatina offenbachensis</i>  |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      |      |    |    |    |    |      |    |    |      |    |      |      |    |    |    |    |            |    |    |    | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

Anlage 15: Faunentabelle der Bohrung Kriegsfeld 13 (Mainzer Becken)

| FS 1 |    | FS 2 |    | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                  |
|------|----|------|----|------|------|------|------|-----------------------------|
| 38   | 39 | 40   | 41 | 42   | 43   | 19   | 20   | Teufe [m]                   |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Bathysiphon taurinensis     |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Ammodiscus incertus         |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Ammobaculites agglutinans   |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Cyclammina placenta ?       |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Spiroplectinella carinata   |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Spiroplectinella deperditia |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Karrerella chilostoma       |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Spiroloculina dorsata       |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Quinqueloculina impressa    |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Nodosaria obliquata         |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Nodosaria ewaldi            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Nodosaria capitata          |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Nodosaria retrorsa          |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Nodosaria consobrina        |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Grigelis pyrula             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Dentalina soluta            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Lenticulina dimorpha        |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Lenticulina deformis        |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Lenticulina sp.             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Palmula obliqua             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Vaginulopsis hauerina       |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Lagena striata              |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Lagena sulcata              |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Lagena hexagona             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Pygmaeoeseistrion hispidum  |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Globulina minuta            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Globulina gibba             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Guttulina communis          |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Guttulina problema          |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Guttulina sp.               |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Pyrulina gutta              |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Polymorphina lanceolata     |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Fissurina laevigata         |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Fissurina sp.               |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Bolivina beyrichi           |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Cassidulina crassa          |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Turrilina alsatica          |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Bulinina pyrula             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Bulinina inflata            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Bulinina sp.                |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Buliminella sp.             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Stainforthia sp.            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Uvigerina sp.               |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Sphaeroidina variabilis     |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Cibicides lobatulus         |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Cibicides aknerianus        |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Cibicides ungerianus        |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Planorbulina difformis      |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Protelphidium ? granosum    |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Melonis affinis             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Rosalina sp.                |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Cancris turgidus            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Eponides pygmea             |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Eponides kiliani            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Eponides boueanus           |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Eponides sp.                |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Discorbis orbicularis       |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Discorbis sp.               |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Discorbatura sp.            |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Pullenia bulloides          |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Heterolepa dutemplei        |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Rotaliatina offenbachensis  |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Hansenisca soldanii         |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Rotalia sp.                 |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Elphidium sp.               |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Globigerina bulloides       |
|      |    |      |    |      |      |      |      | Foraminifera inc. sedis     |

Anlage 16: Faunentabelle der Bohrung Kriegsfeld 16 (Mainzer Becken), geändert nach GRIMM 1991

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1           | FS 2     | FS 3                             | FS 4                                                     | FS 5     | FS 6                                               | Gliederung                             |
|----------------|----------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|
| 70<br>71<br>72 | 68<br>69 | 66<br>67<br>65<br>64<br>63<br>62 | 61<br>60<br>59<br>58<br>57<br>56<br>55<br>54<br>53<br>52 | 51<br>50 | 49<br>48<br>47<br>46<br>45<br>44<br>43<br>42<br>41 | Teufe [m]                              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Bathysiphon taurinensis</i>         |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Ammodiscus incertus</i>             |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Ammodiscus agglutinans</i>          |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Cyclamina placenta</i> ?            |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Spiroplectinella carinata</i>       |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Spiroplectinella deperdita</i>      |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Karrerella chilostoma</i>           |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Spiroloculina dorsata</i>           |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Quinqueloculina impressa</i>        |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Nodosaria obliquata</i>             |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Nodosaria ewaldi</i>                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Nodosaria capitata</i>              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Nodosaria retrorsa</i>              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Nodosaria consobrina</i>            |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Grigelia pyrula</i>                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Dentalina soluta</i>                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Lenticulina dimorpha</i>            |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Lenticulina deformis</i>            |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Lenticulina</i> sp.                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Palmula obliqua</i>                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Vaginulopsis hauerina</i>           |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Lagena striata</i>                  |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Lagena sulcata</i>                  |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Lagena hexagona</i>                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Pygmaeostron hispidum</i>           |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Globulina minuta</i>                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Globulina gibba</i>                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Guttulina communis</i>              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Guttulina problema</i>              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Guttulina</i> sp.                   |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Pyrulina gutta</i>                  |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Polymorphina lanceolata</i>         |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Polymorphina</i> sp.                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Fissurina laevigata</i>             |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Fissurina</i> sp.                   |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Bolivina beyrichi</i>               |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Cassidulina crassa</i>              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Turritina alsatica</i>              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Bulimina pyrula</i>                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Bulimina inflata</i>                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Bulimina</i> sp.                    |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Buliminella</i> sp.                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Stainforthia</i> sp.                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Uvigerina</i> sp.                   |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Sphaeroidina variabilis</i>         |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Cibicides lobatulus</i>             |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Cibicides aknerianus</i>            |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Cibicides ungerianus</i>            |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Planorbulina difformis</i>          |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Protelphidium</i> ? <i>granosum</i> |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Melonis affinis</i>                 |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Rosalina</i> sp.                    |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Cancris turgidus</i>                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Eponides pygmaea</i>                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Eponides kiliani</i>                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Eponides boueanus</i>               |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Eponides</i> sp.                    |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Discorbis orbicularis</i>           |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Discorbis</i> sp.                   |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Discorbatura</i> sp.                |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Pullenia bulloides</i>              |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Heterolepa dutemplei</i>            |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Rotaliatina offenbachensis</i>      |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Hansenisca soldanii</i>             |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Rotalia</i> sp.                     |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Elphidium</i> sp.                   |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | <i>Globigerina bulloides</i>           |
|                |          |                                  |                                                          |          |                                                    | Foraminifera inc. sedis                |

\*

|    | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                  |
|----|------|------|------|------|------|-----------------------------|
| 83 |      |      |      |      | 53   | Teufe [m]                   |
|    |      |      |      |      | 54   |                             |
|    |      |      |      |      | 55   | Bathysiphon taurinensis     |
|    |      |      |      |      | 56   | Ammodiscus incertus         |
|    |      |      |      |      | 57   | Ammobaculites agglutinans   |
|    |      |      |      |      | 58   | Cyclammina placenta ?       |
|    |      |      |      |      | 59   | Spiroplectinella carinata   |
|    |      |      |      |      | 60   | Spiroplectinella deperditia |
|    |      |      |      |      | 61   | Karrierella chilostoma      |
|    |      |      |      |      | 62   | Spiroloculina dorsata       |
|    |      |      |      |      | 63   | Quinqueloculina impressa    |
|    |      |      |      |      | 64   | Nodosaria obliquata         |
|    |      |      |      |      | 65   | Nodosaria ewaldi            |
|    |      |      |      |      | 66   | Nodosaria capitata          |
|    |      |      |      |      | 67   | Nodosaria retrorsa          |
|    |      |      |      |      | 68   | Nodosaria consobrina        |
|    |      |      |      |      | 69   | Grigelis pyrula             |
|    |      |      |      |      | 70   | Dentalina soluta            |
|    |      |      |      |      | 71   | Lenticulina dimorpha        |
|    |      |      |      |      | 72   | Lenticulina deformis        |
|    |      |      |      |      | 73   | Lenticulina sp.             |
|    |      |      |      |      | 74   | Palmula obliqua             |
|    |      |      |      |      | 75   | Vaginulopsis hauerina       |
|    |      |      |      |      | 76   | Lagenella striata           |
|    |      |      |      |      | 77   | Lagenella sulcata           |
|    |      |      |      |      | 78   | Lagenella hexagona          |
|    |      |      |      |      | 79   | Pygmaeostron hispidum       |
|    |      |      |      |      | 80   | Globulina minuta            |
|    |      |      |      |      | 81   | Globulina gibba             |
|    |      |      |      |      | 82   | Guttulina communis          |
|    |      |      |      |      | 83   | Guttulina problema          |
|    |      |      |      |      | 84   | Guttulina sp.               |
|    |      |      |      |      | 85   | Pyrulina gutta              |
|    |      |      |      |      | 86   | Polymorphina lanceolata     |
|    |      |      |      |      | 87   | Polymorphina sp.            |
|    |      |      |      |      | 88   | Fissurina laevigata         |
|    |      |      |      |      | 89   | Fissurina sp.               |
|    |      |      |      |      | 90   | Bolivina beyrichi           |
|    |      |      |      |      | 91   | Cassidulina crassa          |
|    |      |      |      |      | 92   | Turrilina alsatica          |
|    |      |      |      |      | 93   | Bulimina pyrula             |
|    |      |      |      |      | 94   | Bulimina inflata            |
|    |      |      |      |      | 95   | Bulimina sp.                |
|    |      |      |      |      | 96   | Buliminella sp.             |
|    |      |      |      |      | 97   | Stainforthia sp.            |
|    |      |      |      |      | 98   | Uvigerina sp.               |
|    |      |      |      |      | 99   | Sphaeroidina variabilis     |
|    |      |      |      |      | 100  | Cibicides lobatulus         |
|    |      |      |      |      | 101  | Cibicides aknerianus        |
|    |      |      |      |      | 102  | Cibicides ungerianus        |
|    |      |      |      |      | 103  | Planorbulina difformis      |
|    |      |      |      |      | 104  | Protelphidium ? granosum    |
|    |      |      |      |      | 105  | Melonis affinis             |
|    |      |      |      |      | 106  | Rosalina sp.                |
|    |      |      |      |      | 107  | Cancris turgidus            |
|    |      |      |      |      | 108  | Eponides pygmea             |
|    |      |      |      |      | 109  | Eponides killani            |
|    |      |      |      |      | 110  | Eponides boueanus           |
|    |      |      |      |      | 111  | Eponides sp.                |
|    |      |      |      |      | 112  | Discorbis orbicularis       |
|    |      |      |      |      | 113  | Discorbis sp.               |
|    |      |      |      |      | 114  | Discorbatura sp.            |
|    |      |      |      |      | 115  | Pullenia bulloides          |
|    |      |      |      |      | 116  | Heterolepa dutemplei        |
|    |      |      |      |      | 117  | Rotaliatina offenbachensis  |
|    |      |      |      |      | 118  | Hansenisca soldanii         |
|    |      |      |      |      | 119  | Rotalia sp.                 |
|    |      |      |      |      | 120  | Elphidium sp.               |
|    |      |      |      |      | 121  | Globigerina bulloides       |
|    |      |      |      |      | 122  | Foraminifera inc. sedis     |

Anlage 18: Faunentabelle der Bohrung Albigraben (Mainzer Becken)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                             |
|------|------|------|------|------|------|----------------------------------------|
| 1798 | 1792 | 1786 | 1778 | 1770 | 1762 | Teufe [m]                              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bathysiphon taurinensis</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Ammodiscus incertus</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Ammobaculites agglutinans</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cyclamina placenta</i> ?            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella carinata</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella deperdita</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Karrerella chilostoma</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroloculina dorsata</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Quinqueloculina impressa</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria obliquata</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria ewaldi</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria capitata</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria retrorsa</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria consobrina</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Grigelia pyrula</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Dentalina soluta</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina dimorpha</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina deformis</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina</i> sp.                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Palmula obliqua</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Vaginulopsis hauerina</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena striata</i>                  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena sulcata</i>                  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena hexagona</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pygmaeoeseistron hispidum</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globulina minuta</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globulina gibba</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina communis</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina problema</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pyrulina gutta</i>                  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina</i> sp.                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Fissurina laevigata</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Fissurina</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bolivina beyrichi</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cassidulina crassa</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Turritina alsatica</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina pyrula</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina inflata</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina</i> sp.                    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Buliminella</i> sp.                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Stainforthia</i> sp.                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Uvigerina</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides lobatulus</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides aknerianus</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides ungerianus</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Planorbulina difformis</i>          |
|      |      |      |      |      |      | <i>Protelphidium</i> ? <i>granosum</i> |
|      |      |      |      |      |      | <i>Melonis affinis</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rosalina</i> sp.                    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cancris turgidus</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides pygmaea</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides kiliani</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides boueanus</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides</i> sp.                    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis orbicularis</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbatura</i> sp.                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pullenia bulloides</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Heterolepa dutemplei</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Hansensca soldanii</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotalia</i> sp.                     |
|      |      |      |      |      |      | <i>Elphidium</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globigerina bulloides</i>           |
|      |      |      |      |      |      | Foraminifera inc. sedis                |

\*

Anlage 19: Faunentabelle der Bohrung Biebesheim 2 (Oberrheingraben)

| FS 1 | FS 2 | FS 3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                             |
|------|------|------|------|------|------|----------------------------------------|
| 1240 | 1238 | 1234 | 1224 | 1214 | 1206 | Teufe [m]                              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bathysiphon taurinensis</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Ammodiscus incertus</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Ammobaculites agglutinans</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cyclammina placenta</i> ?           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella carinata</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroplectinella deperdita</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Karrerella chilostoma</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Spiroloculina dorsata</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Quinqueloculina impressa</i>        |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria obliquata</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria ewaldi</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria capitata</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria reitorsa</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Nodosaria consobrina</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Grigelis pyrula</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Dentalina soluta</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina dimorpha</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina deformis</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lenticulina</i> sp.                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Palmula obliqua</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Vaginulopsis hauerina</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena striata</i>                  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena sulcata</i>                  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Lagena hexagona</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pygmaeoseistrion hispidum</i>       |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globulina minuta</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globulina gibba</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina communis</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina problema</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Guttulina</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pyrulina gutta</i>                  |
|      |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Polymorphina</i> sp.                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Fissurina laevigata</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Fissurina</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bolivina beyrichi</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cassidulina crassa</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Turrilina alsatica</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina pyrula</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina inflata</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Bulimina</i> sp.                    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Buliminella</i> sp.                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Stainforthia</i> sp.                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Uvigerina</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>         |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides lobatulus</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides aknerianus</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cibicides ungerianus</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Planorbulina difformis</i>          |
|      |      |      |      |      |      | <i>Protelphidium</i> ? <i>granosum</i> |
|      |      |      |      |      |      | <i>Melonis affinis</i>                 |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rosalina</i> sp.                    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Cancris turgidus</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides pygmaea</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides killani</i>                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides boueanus</i>               |
|      |      |      |      |      |      | <i>Eponides</i> sp.                    |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis orbicularis</i>           |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbis</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Discorbatura</i> sp.                |
|      |      |      |      |      |      | <i>Pullenia bulloides</i>              |
|      |      |      |      |      |      | <i>Heterolepa dutemplei</i>            |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i>      |
|      |      |      |      |      |      | <i>Hansenisca soldanii</i>             |
|      |      |      |      |      |      | <i>Rotalia</i> sp.                     |
|      |      |      |      |      |      | <i>Elphidium</i> sp.                   |
|      |      |      |      |      |      | <i>Globigerina bulloides</i>           |
|      |      |      |      |      |      | Foraminifera inc. sedis                |

\*

Anlage 20: Faunentabelle der Bohrung Worms 3 (Oberrheingraben)



Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1 |    | FS 2 |    |      |    | FS 3 |    | FS 4 | FS 6 | Gliederung                        |
|------|----|------|----|------|----|------|----|------|------|-----------------------------------|
| n.b. | 80 | n.b. | 55 | n.b. | 50 | n.b. | 48 | n.b. | 28   | Teufe [m]                         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Anmodiscus incertus</i>        |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Ammodiscus agglutinans</i>     |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Karrerella chlosioma</i>       |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Lagena striata</i>             |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Pygmaeoseistron hispidum</i>   |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Globulina minuta</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Globulina gibba</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Guttulina communis</i>         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Guttulina problema</i>         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Turrilina alsatica</i>         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Stainforthia sp.</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Melonis affinis</i>            |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Eponides killani</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Eponides sp.</i>               |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Fullenia bulloides</i>         |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Heterolepa dutemplei</i>       |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      |    |      |    |      |    |      |    |      |      | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

| FS 1 |    | FS 2/3 |    | FS B |    |      |    |      |    |      | Gliederung |      |    |    |                                   |
|------|----|--------|----|------|----|------|----|------|----|------|------------|------|----|----|-----------------------------------|
| 91   | 90 | 89     | 88 | n.b. | 84 | n.b. | 81 | n.b. | 78 | n.b. | 75         | n.b. | 73 | 72 | Teufe [m]                         |
|      |    |        | —  |      |    |      | —  |      | —  |      | —          |      | —  | —  | <i>Bathysiphon taurinensis</i>    |
|      |    | —      |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Ammodiscus incertus</i>        |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Ammodiscus agglutinans</i>     |
|      |    | —      | —  |      |    |      | —  |      | —  |      | —          |      | —  | —  | <i>Cyclammina placenta ?</i>      |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Spiroplectinella carinata</i>  |
|      |    | —      | —  |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Spiroplectinella deperdita</i> |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Karrerella chilostoma</i>      |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Spiroloculina dorsata</i>      |
|      |    | —      | —  |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    | —  | <i>Quinqueloculina impressa</i>   |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Nodosaria obliquata</i>        |
|      |    | —      |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      | —  |    | <i>Nodosaria ewaldi</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Nodosaria capitata</i>         |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Nodosaria retrorsa</i>         |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Nodosaria consobrina</i>       |
|      |    | —      | —  |      |    |      |    |      |    |      |            |      | —  |    | <i>Grigelis pyrula</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Dentalina soluta</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Lenticulina dimorpha</i>       |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Lenticulina deformis</i>       |
|      |    | —      |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Lenticulina sp.</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Palmula obliqua</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Vaginulopsis hauerina</i>      |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Lagena striata</i>             |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Lagena sulcata</i>             |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Lagena hexagona</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Pygmaeoseistrion hispidum</i>  |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Globulina minuta</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Globulina gibba</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Guttulina communis</i>         |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Guttulina problema</i>         |
|      |    |        | —  |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Guttulina sp.</i>              |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Pyrulina gutta</i>             |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Polymorphina lanceolata</i>    |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Polymorphina sp.</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Fissurina laevigata</i>        |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Fissurina sp.</i>              |
|      |    |        | —  |      | —  |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Bolivina beyrichi</i>          |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Cassidulina crassa</i>         |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Turritina alsatica</i>         |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Bulimina pyrula</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Bulimina inflata</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Bulimina sp.</i>               |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Buliminella sp.</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Stainforthia sp.</i>           |
| —    |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Uvigerina sp.</i>              |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Sphaeroidina variabilis</i>    |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Cibicides lobatulus</i>        |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Cibicides aknerianus</i>       |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Cibicides ungerianus</i>       |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Planorbulina difformis</i>     |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Protelphidium ? granosum</i>   |
|      |    |        | —  |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    | —  | <i>Melonis affinis</i>            |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Rosalina sp.</i>               |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Cancris turgidus</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Eponides pygmaea</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Eponides kiliani</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Eponides boueanus</i>          |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Eponides sp.</i>               |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Discorbis orbicularis</i>      |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Discorbis sp.</i>              |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Discorbatura sp.</i>           |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Pullenia bulloides</i>         |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Heterolepa duteuplei</i>       |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Rotaliatina offenbachensis</i> |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Hansenisca soldanii</i>        |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Rotalia sp.</i>                |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Elphidium sp.</i>              |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Globigerina bulloides</i>      |
|      |    |        |    |      |    |      |    |      |    |      |            |      |    |    | <i>Foraminifera inc. sedis</i>    |

\* \*

Anlage 22: Faunentabelle der Bohrung Bad Bergzabern (Oberheingraben)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

| FS 1  | FS 2/3 | FS 4  | FS 5  | FS 6  | Gliederung                             |
|-------|--------|-------|-------|-------|----------------------------------------|
| 145,6 | 145,5  | 144,5 | 144,0 | 143,2 | Teufe [m]                              |
| 145,7 |        | 144,3 | 144,1 | 143,4 | <i>Bathysiphon taurinensis</i>         |
| 145,8 |        | 144,4 |       | 143,5 | <i>Ammodiscus incertus</i>             |
|       |        | 144,5 |       | 143,6 | <i>Ammobaculites agglutinans</i>       |
|       |        |       |       | 143,7 | <i>Cyclammina placenta</i> ?           |
|       |        |       |       | 143,8 | <i>Spiroplectinella carinata</i>       |
|       |        |       |       |       | <i>Spiroplectinella deperdita</i>      |
|       |        |       |       |       | <i>Karrerella chilostoma</i>           |
|       |        |       |       |       | <i>Spiroloculina dorsata</i>           |
|       |        |       |       |       | <i>Quinqueloculina impressa</i>        |
|       |        |       |       |       | <i>Nodosaria obliquata</i>             |
|       |        |       |       |       | <i>Nodosaria ewaldi</i>                |
|       |        |       |       |       | <i>Nodosaria capitata</i>              |
|       |        |       |       |       | <i>Nodosaria retrorsa</i>              |
|       |        |       |       |       | <i>Nodosaria consobrina</i>            |
|       |        |       |       |       | <i>Grigelia pyrula</i>                 |
|       |        |       |       |       | <i>Dentalina soluta</i>                |
|       |        |       |       |       | <i>Lenticulina dimorpha</i>            |
|       |        |       |       |       | <i>Lenticulina deformis</i>            |
|       |        |       |       |       | <i>Lenticulina</i> sp.                 |
|       |        |       |       |       | <i>Palmula obliqua</i>                 |
|       |        |       |       |       | <i>Vaginulopsis hauerina</i>           |
|       |        |       |       |       | <i>Lagena striata</i>                  |
|       |        |       |       |       | <i>Lagena sulcata</i>                  |
|       |        |       |       |       | <i>Lagena hexagona</i>                 |
|       |        |       |       |       | <i>Pygmaeosestron hispidum</i>         |
|       |        |       |       |       | <i>Globulina minuta</i>                |
|       |        |       |       |       | <i>Globulina gibba</i>                 |
|       |        |       |       |       | <i>Guttulina communis</i>              |
|       |        |       |       |       | <i>Guttulina problema</i>              |
|       |        |       |       |       | <i>Guttulina</i> sp.                   |
|       |        |       |       |       | <i>Pyrulina gutta</i>                  |
|       |        |       |       |       | <i>Polymorphina lanceolata</i>         |
|       |        |       |       |       | <i>Polymorphina</i> sp.                |
|       |        |       |       |       | <i>Fissurina laevigata</i>             |
|       |        |       |       |       | <i>Fissurina</i> sp.                   |
|       |        |       |       |       | <i>Bolivina beyrichi</i>               |
|       |        |       |       |       | <i>Cassidulina crassa</i>              |
|       |        |       |       |       | <i>Turrilina alsatica</i>              |
|       |        |       |       |       | <i>Bulimina pyrula</i>                 |
|       |        |       |       |       | <i>Bulimina inflata</i>                |
|       |        |       |       |       | <i>Bulimina</i> sp.                    |
|       |        |       |       |       | <i>Buliminella</i> sp.                 |
|       |        |       |       |       | <i>Stainforthia</i> sp.                |
|       |        |       |       |       | <i>Uvigerina</i> sp.                   |
|       |        |       |       |       | <i>Sphaeroidina variabilis</i>         |
|       |        |       |       |       | <i>Cibicides lobatulus</i>             |
|       |        |       |       |       | <i>Cibicides akmerianus</i>            |
|       |        |       |       |       | <i>Cibicides ungerianus</i>            |
|       |        |       |       |       | <i>Planorbulina difformis</i>          |
|       |        |       |       |       | <i>Protelphidium</i> ? <i>granosum</i> |
|       |        |       |       |       | <i>Melonis affinis</i>                 |
|       |        |       |       |       | <i>Rosalina</i> sp.                    |
|       |        |       |       |       | <i>Cancris turgidus</i>                |
|       |        |       |       |       | <i>Eponides pygmaea</i>                |
|       |        |       |       |       | <i>Eponides killani</i>                |
|       |        |       |       |       | <i>Eponides boueanus</i>               |
|       |        |       |       |       | <i>Eponides</i> sp.                    |
|       |        |       |       |       | <i>Discorbis orbicularis</i>           |
|       |        |       |       |       | <i>Discorbis</i> sp.                   |
|       |        |       |       |       | <i>Discorbatura</i> sp.                |
|       |        |       |       |       | <i>Pullenia bulloides</i>              |
|       |        |       |       |       | <i>Heterolepa duteuplei</i>            |
|       |        |       |       |       | <i>Rotaliatina offenbachensis</i>      |
|       |        |       |       |       | <i>Hansenisca soldanii</i>             |
|       |        |       |       |       | <i>Rotalia</i> sp.                     |
|       |        |       |       |       | <i>Elphidium</i> sp.                   |
|       |        |       |       |       | <i>Globigerina bulloides</i>           |
|       |        |       |       |       | <i>Foraminifera</i> inc. sedis         |

Anlage 23: Faunentabelle der Bohrung Schliengen 1012 (Oberrheingraben)

| FS 1 | FS 2/3 | FS 4 | FS 5 | FS 6 | Gliederung                             |
|------|--------|------|------|------|----------------------------------------|
| 29.1 |        |      | 19.1 | 16.1 | Teufe [m]                              |
|      |        |      | 18.1 | 17.1 |                                        |
|      |        |      |      |      | <i>Bathysiphon taurinensis</i>         |
|      |        |      |      |      | <i>Ammodiscus incertus</i>             |
|      |        |      |      |      | <i>Ammobaculites agglutinans</i>       |
|      |        |      |      |      | <i>Cyclamina placenta</i> ?            |
|      |        |      |      |      | <i>Spiroplectinella carinata</i>       |
|      |        |      |      |      | <i>Spiroplectinella deperdita</i>      |
|      |        |      |      |      | <i>Karrerella chilotoma</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Spiroloculina dorsata</i>           |
|      |        |      |      |      | <i>Quinqueloculina impressa</i>        |
|      |        |      |      |      | <i>Nodosaria obliquata</i>             |
|      |        |      |      |      | <i>Nodosaria ewaldi</i>                |
|      |        |      |      |      | <i>Nodosaria capitata</i>              |
|      |        |      |      |      | <i>Nodosaria retrorsa</i>              |
|      |        |      |      |      | <i>Nodosaria consobrina</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Grigelis pyrula</i>                 |
|      |        |      |      |      | <i>Dentalina soluta</i>                |
|      |        |      |      |      | <i>Lenticulina dimorpha</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Lenticulina deformis</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Lenticulina</i> sp.                 |
|      |        |      |      |      | <i>Palmula obliqua</i>                 |
|      |        |      |      |      | <i>Vaginulopsis hauerina</i>           |
|      |        |      |      |      | <i>Lagena striata</i>                  |
|      |        |      |      |      | <i>Lagena sulcata</i>                  |
|      |        |      |      |      | <i>Lagena hexagona</i>                 |
|      |        |      |      |      | <i>Pygmaeoseistrion hispidum</i>       |
|      |        |      |      |      | <i>Globulina minuta</i>                |
|      |        |      |      |      | <i>Globulina gibba</i>                 |
|      |        |      |      |      | <i>Guttulina communis</i>              |
|      |        |      |      |      | <i>Guttulina problema</i>              |
|      |        |      |      |      | <i>Guttulina</i> sp.                   |
|      |        |      |      |      | <i>Pyrulina gutta</i>                  |
|      |        |      |      |      | <i>Polymorphina lanceolata</i>         |
|      |        |      |      |      | <i>Polymorphina</i> sp.                |
|      |        |      |      |      | <i>Fissurina laevigata</i>             |
|      |        |      |      |      | <i>Fissurina</i> sp.                   |
|      |        |      |      |      | <i>Bolivina beyrichi</i>               |
|      |        |      |      |      | <i>Cassidulina crassa</i>              |
|      |        |      |      |      | <i>Turritina alsatica</i>              |
|      |        |      |      |      | <i>Bulimina pyrula</i>                 |
|      |        |      |      |      | <i>Bulimina inflata</i>                |
|      |        |      |      |      | <i>Bulimina</i> sp.                    |
|      |        |      |      |      | <i>Buliminella</i> sp.                 |
|      |        |      |      |      | <i>Stainforthia</i> sp.                |
|      |        |      |      |      | <i>Uvigerina</i> sp.                   |
|      |        |      |      |      | <i>Sphaeroidina variabilis</i>         |
|      |        |      |      |      | <i>Cibicides lobatulus</i>             |
|      |        |      |      |      | <i>Cibicides aknerianus</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Cibicides ungerianus</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Planorbulina difformis</i>          |
|      |        |      |      |      | <i>Protelphidium</i> ? <i>granosum</i> |
|      |        |      |      |      | <i>Melonis affinis</i>                 |
|      |        |      |      |      | <i>Rosalina</i> sp.                    |
|      |        |      |      |      | <i>Cancris turgidus</i>                |
|      |        |      |      |      | <i>Eponides pygmaea</i>                |
|      |        |      |      |      | <i>Eponides kiliani</i>                |
|      |        |      |      |      | <i>Eponides boueanus</i>               |
|      |        |      |      |      | <i>Eponides</i> sp.                    |
|      |        |      |      |      | <i>Discorbis orbicularis</i>           |
|      |        |      |      |      | <i>Discorbis</i> sp.                   |
|      |        |      |      |      | <i>Discorbatura</i> sp.                |
|      |        |      |      |      | <i>Pullenia bulboides</i>              |
|      |        |      |      |      | <i>Heterolepa duteuplei</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Rotaliatina offenbachensis</i>      |
|      |        |      |      |      | <i>Hansensisca soldanii</i>            |
|      |        |      |      |      | <i>Rotalia</i> sp.                     |
|      |        |      |      |      | <i>Elphidium</i> sp.                   |
|      |        |      |      |      | <i>Globigerina bulboides</i>           |
|      |        |      |      |      | Foraminifera inc. sedis                |

| FS A  | FS B  | Gliederung                             |
|-------|-------|----------------------------------------|
| 81-90 | 51-60 | Teufe [m]                              |
|       | 61-70 |                                        |
|       | 71-80 |                                        |
|       |       | <i>Bathysiphon taurinensis</i>         |
|       |       | <i>Ammodiscus incertus</i>             |
|       |       | <i>Ammobaculites agglutinans</i>       |
|       |       | <i>Cyclamina placenta</i> ?            |
|       |       | <i>Spiroplectinella carinata</i>       |
|       |       | <i>Spiroplectinella deperdita</i>      |
|       |       | <i>Karrerella chilotoma</i>            |
|       |       | <i>Spiroloculina dorsata</i>           |
|       |       | <i>Quinqueloculina impressa</i>        |
|       |       | <i>Nodosaria obliquata</i>             |
|       |       | <i>Nodosaria ewaldi</i>                |
|       |       | <i>Nodosaria capitata</i>              |
|       |       | <i>Nodosaria retrorsa</i>              |
|       |       | <i>Nodosaria consobrina</i>            |
|       |       | <i>Grigelis pyrula</i>                 |
|       |       | <i>Dentalina soluta</i>                |
|       |       | <i>Lenticulina dimorpha</i>            |
|       |       | <i>Lenticulina deformis</i>            |
|       |       | <i>Lenticulina</i> sp.                 |
|       |       | <i>Palmula obliqua</i>                 |
|       |       | <i>Vaginulopsis hauerina</i>           |
|       |       | <i>Lagena striata</i>                  |
|       |       | <i>Lagena sulcata</i>                  |
|       |       | <i>Lagena hexagona</i>                 |
|       |       | <i>Pygmaeoseistrion hispidum</i>       |
|       |       | <i>Globulina minuta</i>                |
|       |       | <i>Globulina gibba</i>                 |
|       |       | <i>Guttulina communis</i>              |
|       |       | <i>Guttulina problema</i>              |
|       |       | <i>Guttulina</i> sp.                   |
|       |       | <i>Pyrulina gutta</i>                  |
|       |       | <i>Polymorphina lanceolata</i>         |
|       |       | <i>Polymorphina</i> sp.                |
|       |       | <i>Fissurina laevigata</i>             |
|       |       | <i>Fissurina</i> sp.                   |
|       |       | <i>Bolivina beyrichi</i>               |
|       |       | <i>Cassidulina crassa</i>              |
|       |       | <i>Turritina alsatica</i>              |
|       |       | <i>Bulimina pyrula</i>                 |
|       |       | <i>Bulimina inflata</i>                |
|       |       | <i>Bulimina</i> sp.                    |
|       |       | <i>Buliminella</i> sp.                 |
|       |       | <i>Stainforthia</i> sp.                |
|       |       | <i>Uvigerina</i> sp.                   |
|       |       | <i>Sphaeroidina variabilis</i>         |
|       |       | <i>Cibicides lobatulus</i>             |
|       |       | <i>Cibicides aknerianus</i>            |
|       |       | <i>Cibicides ungerianus</i>            |
|       |       | <i>Planorbulina difformis</i>          |
|       |       | <i>Protelphidium</i> ? <i>granosum</i> |
|       |       | <i>Melonis affinis</i>                 |
|       |       | <i>Rosalina</i> sp.                    |
|       |       | <i>Cancris turgidus</i>                |
|       |       | <i>Eponides pygmaea</i>                |
|       |       | <i>Eponides kiliani</i>                |
|       |       | <i>Eponides boueanus</i>               |
|       |       | <i>Eponides</i> sp.                    |
|       |       | <i>Discorbis orbicularis</i>           |
|       |       | <i>Discorbis</i> sp.                   |
|       |       | <i>Discorbatura</i> sp.                |
|       |       | <i>Pullenia bulboides</i>              |
|       |       | <i>Heterolepa duteuplei</i>            |
|       |       | <i>Rotaliatina offenbachensis</i>      |
|       |       | <i>Hansensisca soldanii</i>            |
|       |       | <i>Rotalia</i> sp.                     |
|       |       | <i>Elphidium</i> sp.                   |
|       |       | <i>Globigerina bulboides</i>           |
|       |       | Foraminifera inc. sedis                |

Anlage 24: (links) – Faunentabelle der Bohrung Deponie Steinertfeld (Hessische Senke)  
 (rechts) – Faunentabelle der Bohrung Kaiser-Friedrich-Quelle IV,  
 (Hanau-Seligenstädter Senke)

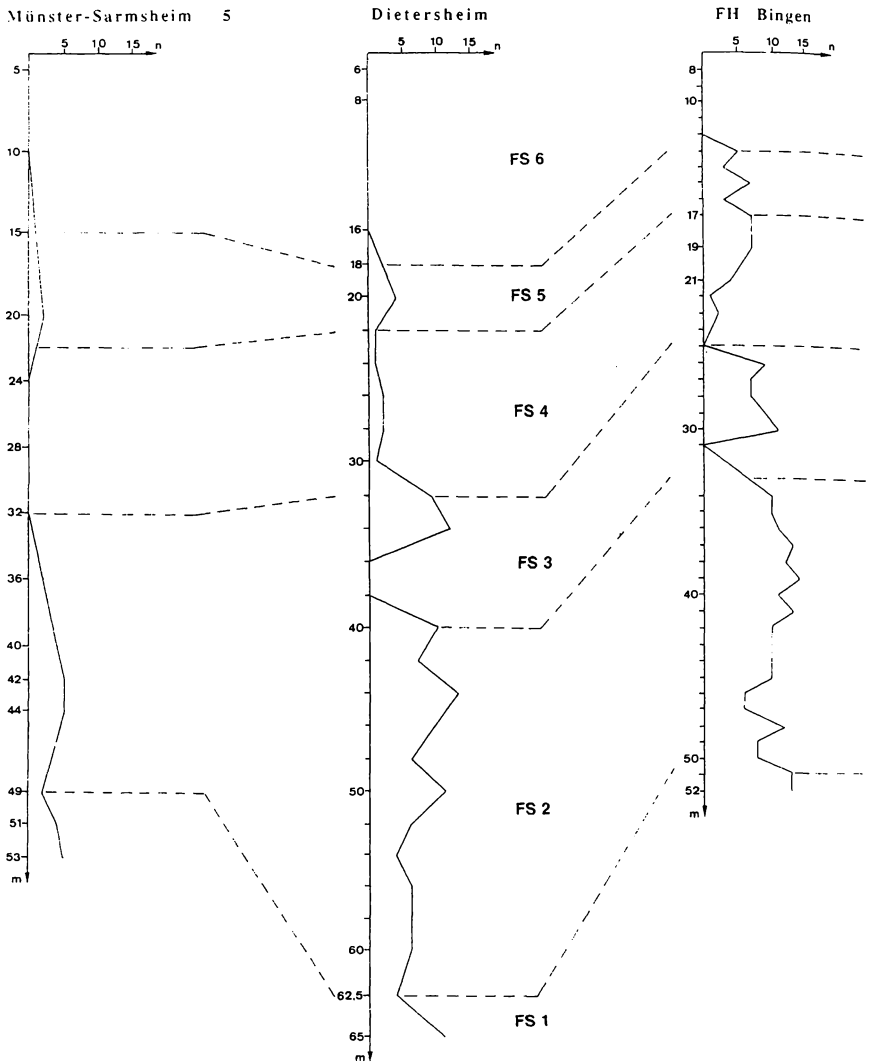
| Böhlen - Schichten |              | Gliederung                   |
|--------------------|--------------|------------------------------|
|                    | Probennummer |                              |
| 33                 |              | Gips                         |
| 32                 |              | Pyrit                        |
| 31                 |              | Glaukonit                    |
| 30                 |              | Helglimmer                   |
| 29                 |              | Wurzelföhren                 |
| 28                 |              | <i>Ammodiscus</i> sp.        |
| 27                 |              | Rotalidae gen. et sp. indet. |
| 26                 |              | <i>Globigerina</i> sp.       |
| 25                 |              | <i>Bolboforma</i> sp.        |
| 24                 |              | Mikroskleren                 |
| 23                 |              | Megaskleren                  |
| 22                 |              | unbestimmbare Fossilreste    |
| 21                 |              |                              |
| 20                 |              |                              |
| 19                 |              |                              |
| 18                 |              |                              |
| 17                 |              |                              |
| 16                 |              |                              |
| 15                 |              |                              |
| 14                 |              |                              |
| 13                 |              |                              |
| 12                 |              |                              |
| 11                 |              |                              |
| 10                 |              |                              |
| 9                  |              |                              |
| 8                  |              |                              |
| 7                  |              |                              |
| 6                  |              |                              |
| 5                  |              |                              |
| 4                  |              |                              |
| 3                  |              |                              |
| 2                  |              |                              |
| 1                  |              |                              |

| URT | FS | ORT | Gliederung                       |
|-----|----|-----|----------------------------------|
| 9   | 20 | 26  | Probennummer                     |
| 8   | 19 | 25  | Gips                             |
| 7   | 18 | 24  | Helglimmer                       |
| 6   | 17 | 23  | <i>Ammodiscus incertus</i>       |
|     | 16 | 22  | <i>Spiroplectinella carinata</i> |
|     | 15 | 21  | <i>Karrerella chlostoma</i>      |
|     | 14 |     | <i>Grigels pyrula</i>            |
|     | 13 |     | <i>Leniculina</i> sp.            |
|     | 12 |     | <i>Globulina gibba</i>           |
|     | 11 |     | <i>Guttulina</i> sp.             |
|     | 10 |     | <i>Pullenia bulboides</i>        |
|     |    |     | <i>Heierolepa dulemplei</i>      |
|     |    |     | <i>Rotalia</i> sp.               |
|     |    |     | <i>Bolboforma</i> sp.            |
|     |    |     | Mikroskleren                     |
|     |    |     | Megaskleren                      |
|     |    |     | "Fischeier"                      |

Anlage 25: (links) – Faunentabelle des Profils Zwenkau (Leipziger Bucht)  
(rechts) – Faunentabelle des Profils Armsdorf (Röblinger Braunkohlenmulde)



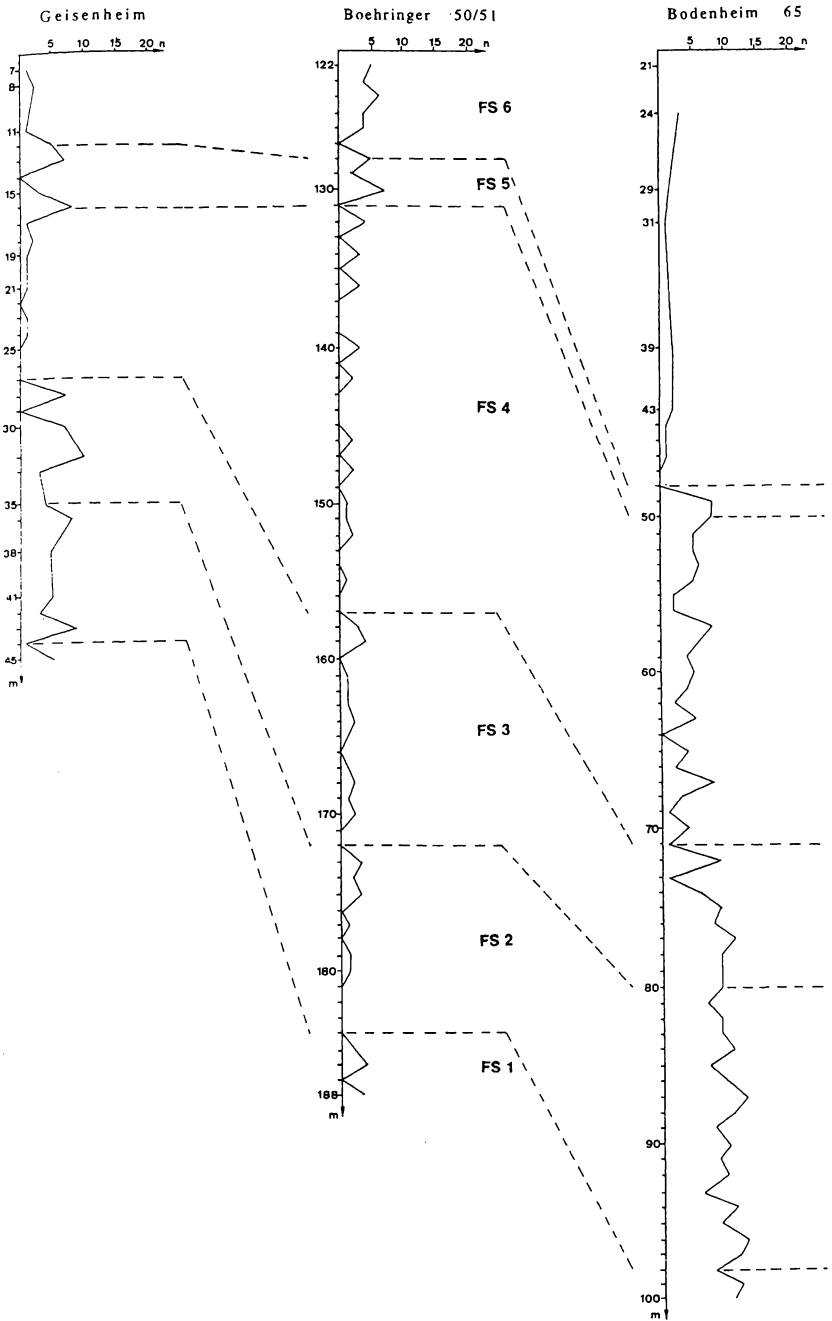
[illegible]



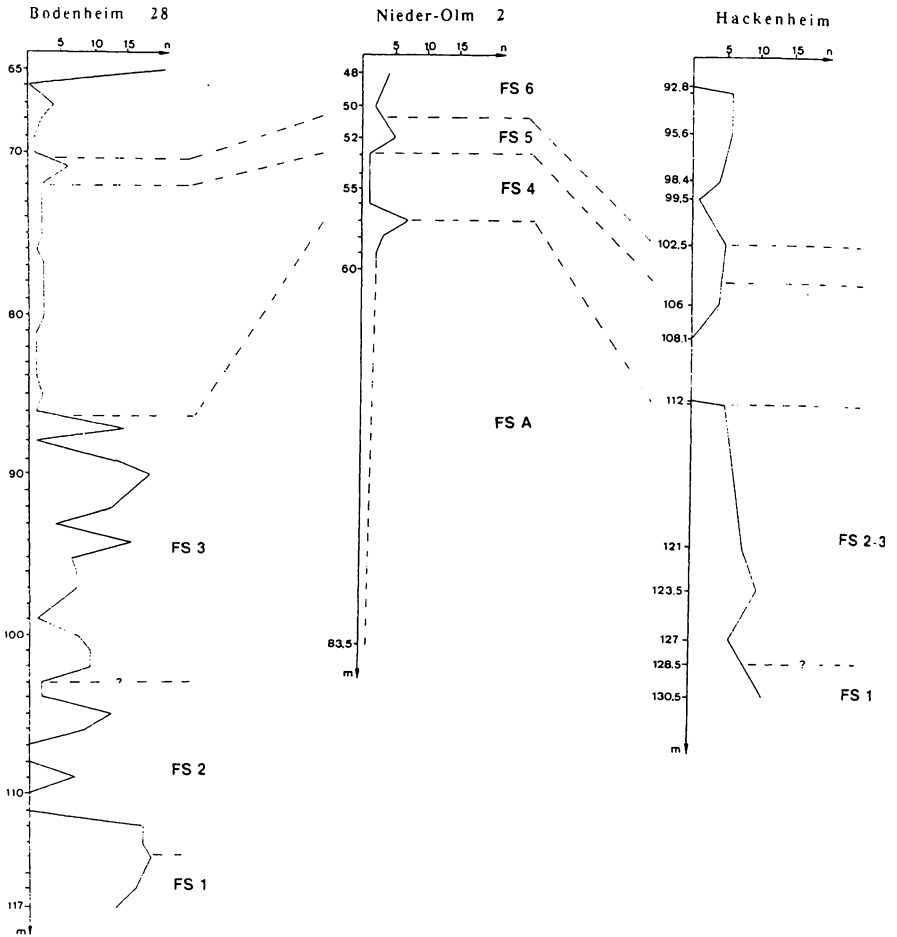
Anlage 27: Artenzahlprofile der Bohrung Münster-Sarmsheim 5, Dietersheim und FH Bingen (Mainzer Becken)



Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

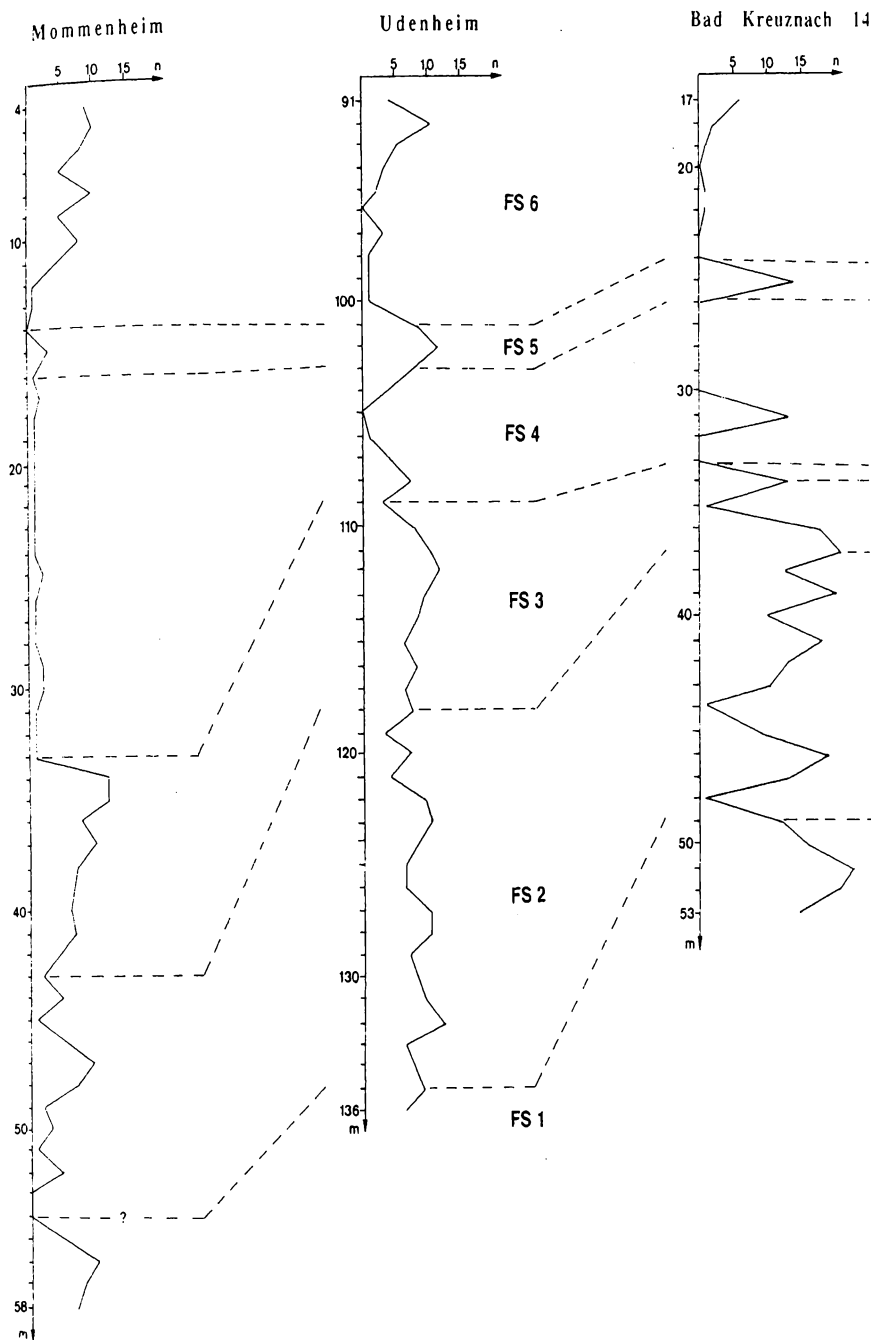


Anlage 28: Artenzahlprofile der Bohrungen Geisenheim, Boehringer 50/51 und Bodenheim 65 (geändert nach GRIMM 1991) aus dem Mainzer Becken

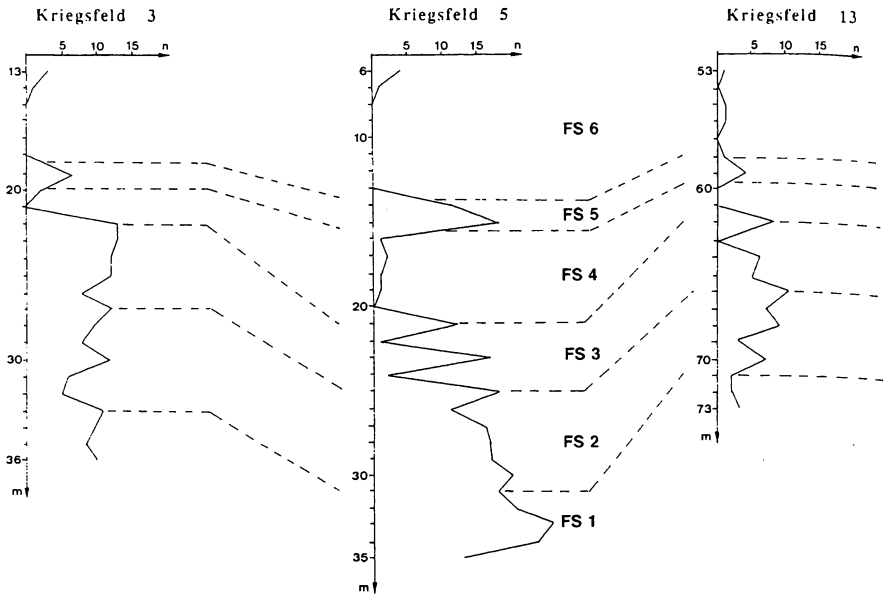


Anlage 29: Artenzahlprofile der Bohrungen Bodenheim 28 (geändert nach GRIMM 1991), Nieder-Olm 2 und Hackenheim (Mainzer Becken)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

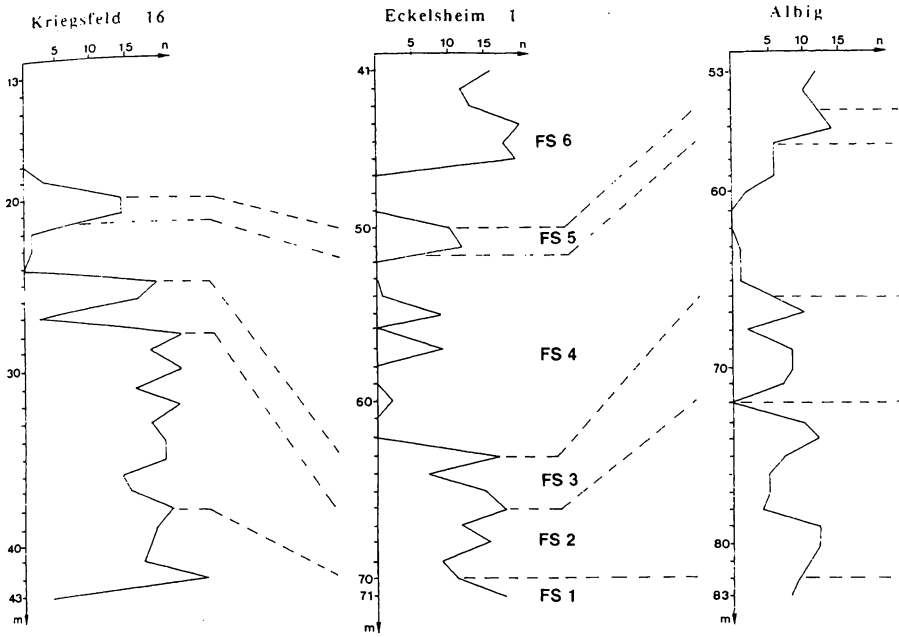


Anlage 30: Artenzahlprofile der Bohrungen Mommenheim, Udenheim und Bad Kreuznach 14  
(geändert nach GRIMM 1991) aus dem Mainzer Becken

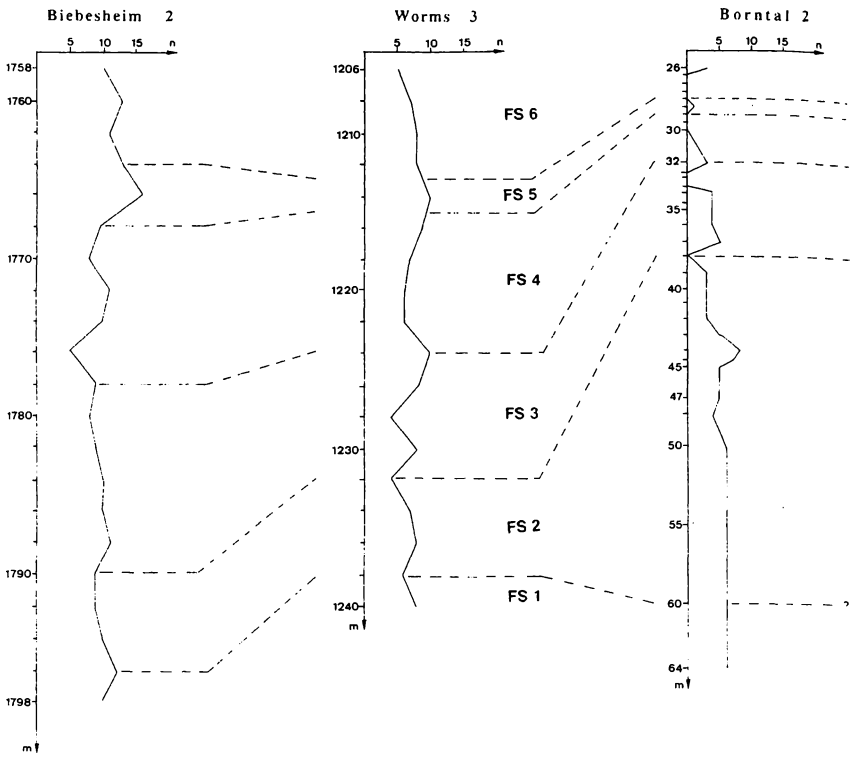


Anlage 31: Artenzahlprofile der Bohrungen Kriegsfeld 3, Kriegsfeld 5 (geändert nach GRIMM 1991) und Kriegsfeld 13 (Mainzer Becken)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht



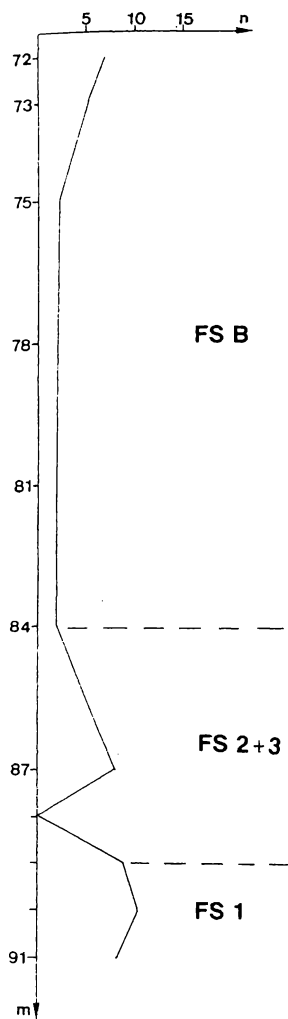
Anlage 32: Artenzahlprofile der Bohrungen Kriegsfeld 16 (geändert nach GRIMM 1991), Eckelsheim 1 (geändert nach GRIMM 1991) und Albig (Mainzer Becken)



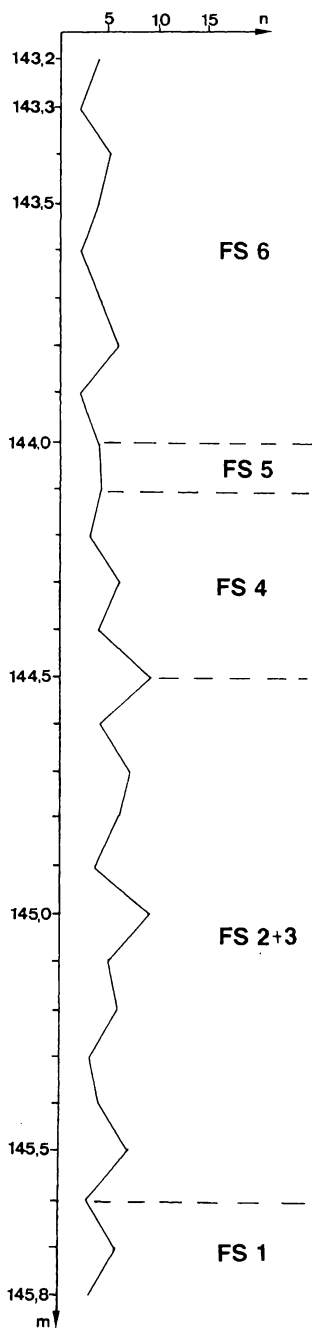
Anlage 33: Artenzahlprofile der Bohrungen Biebesheim 2, Worms 3 und Borntal 2 (Oberheingraben)

Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht

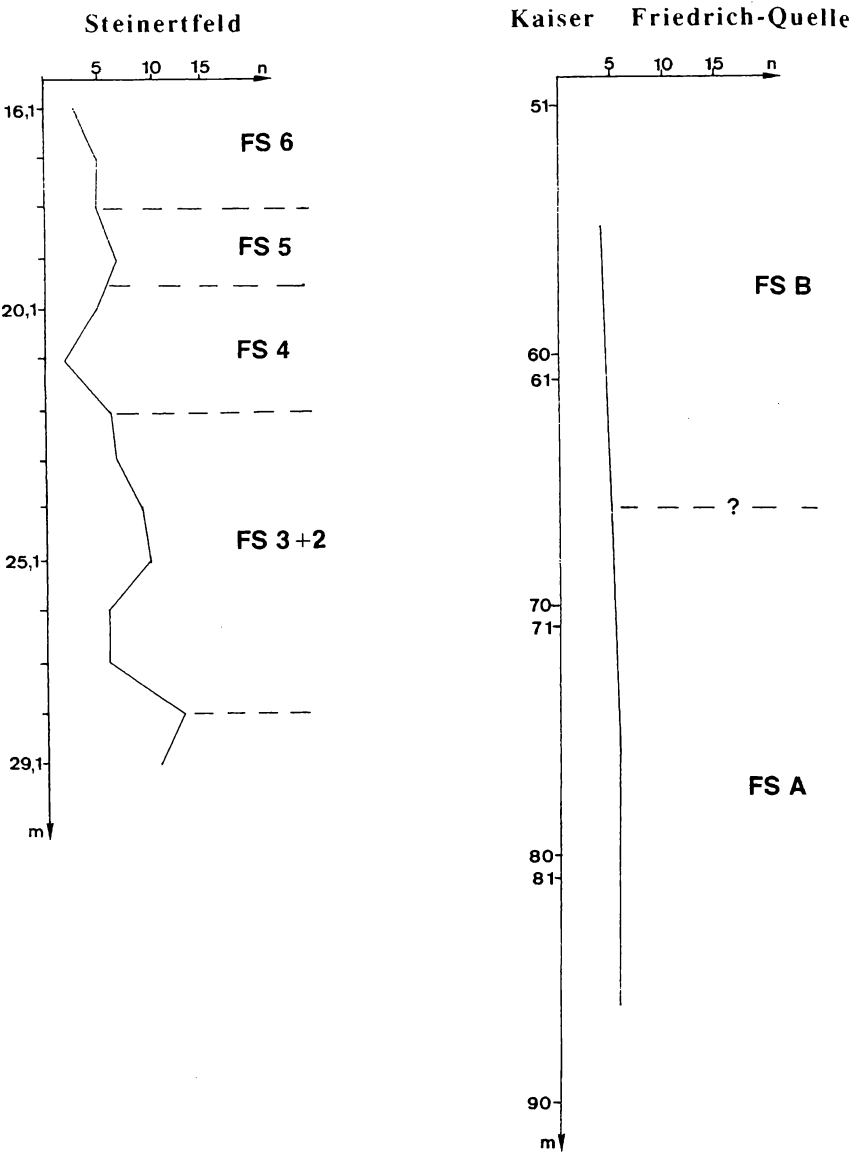
Bad Bergzabern



Schliengen 1012



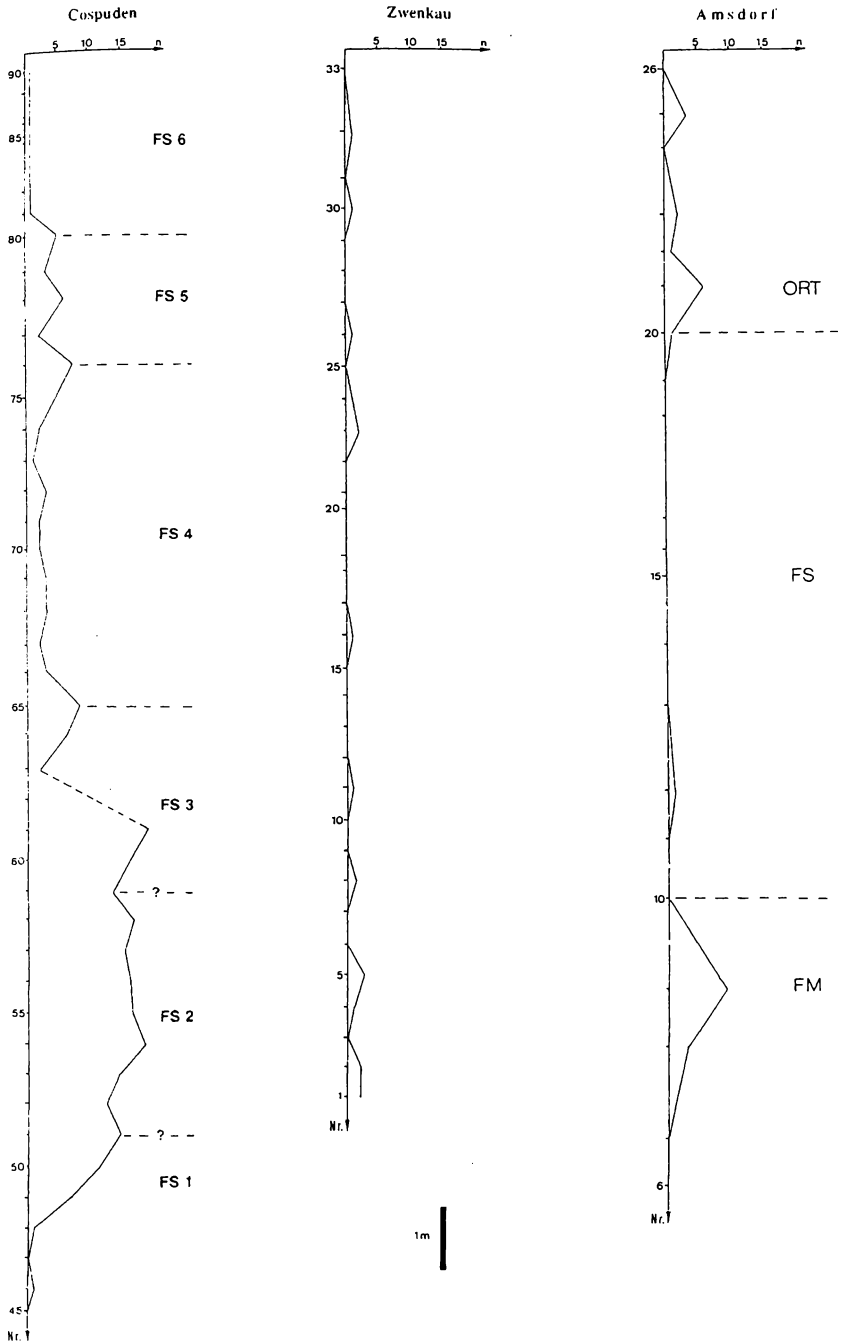
Anlage 34: Artenzahlprofile der Bohrungen Bad Bergzabern und Schliengen 1012 (Oberrheingraben)



Anlage 35: Artenzahlprofile der Bohrungen Deponie Steinertfeld (Hessische Senke) und Kaiser Friedrich-Quelle (Hanau-Seligenstädter-Senke)



Mittlerer Rupelton in Mainzer Becken,  
Hessischer Senke, Leipziger Bucht



Anlage 36: Artenzahlprofile der Profile Cospuden, Zwenkau und Amsdorf (Leipziger Bucht und angrenzendes Tiefland)