

LÁSZLÓ TRUNKÓ &amp; WOLFGANG MUNK

# Geologische Beobachtungen in drei tertiären Aufschlußkomplexen im Randbereich des Mittleren Rheingrabens

## Zusammenfassung

Die geologische Situation dreier Aufschlußkomplexe im Randgebiet des mittleren Oberrheingrabens wird beschrieben: - 1. Die Aufschlüsse in der Ziegeleigrube Rot-Malsch erschlossen Anfang der 90er Jahre Lymnaemergel und Untere Pechelbronner Schichten. Die Lymnaemergel bestehen aus Tonen und sandigen Tonen mit Einlagerung von kalkigen Sandsteinen und einigen Kohlenschnüren im tieferen Abschnitt. Die Unteren Pechelbronner Schichten wurden durch mehrere Abbaustellen sowie durch eigene Schürfe erschlossen. Lithologisch gesehen bestehen die UPS aus zunächst bunten, höher ockergelben Tonen, mit Einlagerungen von konglomeratischen Linsen und Bänken kalkiger Sandsteine. Es herrschten offensichtlich unruhige Sedimentationsbedingungen. Alle genannten Schichten enthalten keine sicheren autochthonen Makrofaunen, sondern nur Characeen-Oogonien. Die Lymnaemergel beinhalten selten autochthone Foraminiferen. In allen genannten Horizonten finden sich aber, in einigen Proben sehr häufig, eingeschwemmte Foraminiferen, gelegentlich auch Makrofaunen, aus dem Jura, weitaus überwiegend aus dem Dogger. In einigen der konglomeratischen Lagern wurden tertiäre Wirbeltierreste gefunden. - 2. Die Grube Frauenweiler ist der derzeit beste Aufschluß der Fisch-Schiefer des Rupels. Das Profil wurde 1992 aufgenommen, beprobt und lithologisch beschrieben. - 3. Im Ort Eschbach, bei Bergzabern am westlichen Grabenrand, befindet sich der beste und bekannteste Aufschluß in den Unteren Meeressanden. Es sind Sande, Sandsteine und Konglomerate, letztere mit zahlreichen Geröllern aus den Gesteinen, welche die damalige Steilküste bildeten. Ihre Zusammensetzung läßt die vorherrschenden Gesteine dieser Küste rekonstruieren. Auch dieser Aufschluß wurde aufgenommen, beprobt und lithologisch beschrieben.

## Abstract

### Geological Observations in three Tertiary Outcrops in the Central Part of the Rhine Graben (Germany)

The geological conditions of three outcrop areas along the rims of the central part of the Rhine graben are described: - 1. The brickyard pit at Rot-Malsch disclosed Lymnaea Marls and Lower Pechelbronn Beds during the early nineties. The first formation is composed of clays and sandy clays with some layers of limy sandstone and a few thin coal measures in the lower part. Several production areas as well as some trenches, made the LPB accessible. From a lithological point of view this formation consists of multicoloured clays in the lower portion and "golden-yellow" clays in the higher one, containing lenses of conglomerates and occasional beds of limy sandstone. Obviously sedimentation had been turbulent quite often. The LPS not at all, the Lymnaea Marls very rarely do hold autochthonous foraminifers, but plenty of Jurassic, mainly Middle Jurassic ones in allochthonous position; even Jurassic macrofossils are to be found. Chara oogoniums are common. In

some conglomerate layers vertebrate remains were found. - 2. The brickyard pit Frauenweiler near Wiesloch provides the best outcrop of the Rupelian Fish Marls in the region. In 1992 we recorded the section, described it lithologically and took samples. - 3. In the village Eschbach near Bergzabern on the Western escarpment of the Rhine graben the best and best-known outcrop of the Lower Marine Sands of the Oligocene is situated: sands, sandstones and conglomerates, containing numerous boulders and pebbles of the formations having formed a rocky coast then. Its composition can be reconstructed at hand of the pebble spectrum. This complex has been documented as well.

## Autoren

WOLFGANG MUNK & Prof. Dr. LÁSZLÓ TRUNKÓ, Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Erbprinzenstr. 13, D-76133 Karlsruhe

## 1. Vorbemerkungen

Ende der 80er Jahre wurde die Neubearbeitung einiger Schlüsselaufschlüsse des mittleren Tertiärs am Rand des mittleren Abschnittes des Oberrheingrabens in Angriff genommen. Das Projekt wurde von der DFG gefördert, wofür ihr hiermit gedankt sei. Ergebnisse des Projektes sind als Manuskript (LEOPOLD 1991) im SMNK festgehalten. Die Aufschlüsse wurden von den Verfassern 1992 unter Mitwirkung von G. THEOBALD, damals Karlsruhe, überprüft und erneut aufgenommen. Da es sich um Schlüsselaufschlüsse handelt, die inzwischen z.T. nicht mehr zugänglich sind, sollen die wichtigsten Ergebnisse der geologischen Aufnahmen hier festgehalten werden. Sie sind außerdem im SMNK dokumentiert (TRUNKÓ 1997). Einige besonders interessante Profile werden hier wiedergegeben; ansonsten geben wir nur eine zusammenfassende Darstellung mit Hinweisen auf besonders interessante Lagen in weiteren Profilen. Details können auch den Profilzeichnungen entnommen werden.

Ein wesentliches Ergebnis des Projektes war, daß in den Aufschlüssen Eschbach und später auch Rot-Malsch Säugetierfunde getätigt wurden (s.u.). Die Funde aus Eschbach wurden bereits publiziert (LEOPOLD, MUNK & TRUNKÓ 1990). Die Publikation der bedeutenderen Funde von Rot-Malsch ist in Arbeit. Eine vorläufige Bestimmung der Großsäugerreste erfolgte durch Dr. J. L. FRANZEN (Senckenberg-Museum, Frankfurt am Main). Kleinsäugerreste gingen über Dr. G. STORCH (Senckenberg-Museum) an O. FEJFAR (Prag), Pollen an Dr. V. WILDE (Senckenberg-Museum); die vorläufigen Fossilisten liegen vor (s.u.). Frau Dr. BALDI-BEKE (Budapest), und früher schon Prof. Dr. E. MARTINI (Frankfurt), führten einige Nannoplankton-Bestimmungen durch. Ihnen allen sei bestens gedankt.

## 2. Die Tertiärscholle Rot-Malsch

Im Gegensatz zum westlichen Grabenrand sind am Ostrand des Rheingrabens größere Bruchfelder mit Sedimenten des Tertiärs oder gar des jüngeren Mesozoikums in Oberflächennähe selten. Allenfalls schmale Späne blieben im unmittelbaren Vorfeld der Grabenrand-Hauptverwerfung in geringerer Tiefe „hängen“. Insofern ist die Anwesenheit der etwa 7,5 km langen und maximal 2,5 km breiten Staffelrand-Scholle von Rot-Malsch zwar kein Einzelfall, doch stellt sie eine gewisse Ausnahme gegenüber der sonstigen geologischen Situation am östlichen Grabenrand dar. Die Scholle sinkt gegen N ein und deshalb unterlagern vom S gegen N immer jüngere Schichten das Quartär. Dieses prinzipiell einfache Bild wird allerdings im Detail durch Störungen kompliziert.

Normalerweise ist das Tertiär durch pleistozäne Schotter oder Löß abgedeckt und nur durch künstliche Aufschlüsse zugänglich. Tiefbohrungen auf Kohlenwasserstoffe wurden vor allem in den 30er Jahren niedergebracht und trugen beträchtlich zu unseren Kenntnissen über den Bau der Randschollen, u.a. auch der Scholle Rot-Malsch, bei. Die Bohrtätigkeit führte hier zwar zum Fund einer Lagerstätte im Unteren Keuper bei Rot, jedoch nicht zum wirtschaftlichen Erfolg, und wurde deshalb schon längst eingestellt. Zu den Bohrungen sei vor allem auf BARTH (1969, 1970a), MOOS (1934), WEBER (1935), WIRTH (1962) verwiesen. Es verbleiben daher nur die Tongruben Rot-Malsch im Süden und Frauenweiler im Norden, wo die Tertiärschichten derzeit noch zugänglich sind. Bei Rot-Malsch erschließt die Tongrube „Viehweg“ Lymnänenmergel und Untere Pechelbronner Schichten. Bei Frauenweiler befindet sich die Grube nicht mehr in unmittelbarer Nähe dieses Ortsteils von Wiesloch, wie noch in den 60er Jahren, sondern südlich der BAB 6, im Gewann Unterfeld. Sie wurde in der „Grauen Folge“ des Rupels angelegt, erschließt vor allem die Fischschiefer und stellt den besten Aufschluß dieses Komplexes im gesamten Oberrheingebiet dar.

### 2.1 Lymnänenmergel und Pechelbronner Schichten in der Tongrube der Fa. Bott-Eder bei Rot-Malsch

#### 2.1.1 Erforschungsgeschichte der Gruben bei Rot-Malsch

Im Laufe der Jahrzehnte wurden 4 Gruben angelegt (BARTH 1969); bis auf eine sind sie heute (1998) alle wieder geschlossen. Die 2 älteren (1. und 2.) befanden sich östlich, die neueren (3. und 4.) westlich der B 3. Sie liegen alle auf Bl. 6717 Wiesental. Diese Gruben sind:

1. Die Grube Guggen (<sup>34</sup>7570, <sup>54</sup>5690). Nach WILSER (1922) „vor einigen Jahren“ geöffnet. 1928 wurde der Abbau wieder eingestellt, das Gelände z.T. wieder aufgefüllt. Dort steht heute das Ziegelwerk. Die Ostwand

der Grube wird bereits vom Mesozoikum gebildet. Die bunten Mergeltonne und Tonmergel wurden von WILSER (1922) mit Vorbehalt zu den Cyrenenmergeln gestellt, es handelt sich wohl um eine Verwechslung mit den Lymnänenmergeln. RÜGER (1928) gab im Rahmen der Exkursion 15d eine recht ausführliche Beschreibung dieser Grube. Er ordnete die anstehenden Tertiärschichten, Mergel mit konglomeratischen Lagen oder Kalksandstein und Kohlenschmitzen, den „mitteloligozänen“ Pechelbronner Schichten zu. Das Tertiär grenzt an einer Störung an einen 10 m breiten Span von Lias  $\delta$ , dahinter folgt Mittlerer Keuper (km4 und km5). Diese Lagerungssituation ist heute noch sichtbar. HOFFMANN (1933) bearbeitete das Vorkommen ausführlicher. Er konnte zusätzlich zu Lias  $\delta$  in einer Mylonitzone Rhät-sandstein und -ton, Blöcke aus allen Stufen des Lias  $\beta$  und in sehr geringer Mächtigkeit auch noch Mergel und Kalke des oberen Lias  $\alpha$  feststellen. Schließlich hat BESSLER (1936) die Dogger-Makrofossilien, die aus den Aufsammlungen HOFFMANN'S in der Grube Guggen und von BESSLER und KREIDLER aus der Grube Dittmanstal stammten, bestimmt.

2. Die Grube Dittmanstal (<sup>34</sup>7562, <sup>54</sup>5679) grenzte im Süden an die Grube Guggen. Sie war relativ kurzlebig, stand nur zwischen 1928 und 1937 im Betrieb. Sie wurde auch teilweise aufgefüllt und planiert, ansonsten bilden ihre letzten Reste einen Feuchtbiotop. Die einzige Beschreibung des Tertiärprofils dieser Grube stammt von WEBER (1937). Er gibt zwar keine genauere Ortsbeschreibung („in der Nähe des Bahnhofs Rot-Malsch am Fuße des Letzelberges“); da aber die „neue Grube“ die Randstörung anschneidet, kann es sich nur um die Grube Dittmanstal handeln. Er beschrieb von der Grube zunächst Lymnänenmergel, die er altersmäßig als „mittlere und obere Horizonte der Grünen Mergel“ einstufte. Lesesteine von Ubstatter Kalken, die er in der Nähe des Bahnhofs fand, betrachtete er als Vertreter der Unteren Grünen Mergel in Randfazies. Die Lymnänenmergel grenzten an einer Störung an die (?Obere) Pechelbronner Schichten; dennoch nahm er offenbar einen allmählichen stratigraphischen Übergang zwischen Lymnänenmergel und Pechelbronner Schichten an. Es wird nicht klar, warum er die Anwesenheit von Unteren, Mittleren und Oberen Pechelbronner Schichten (künftig: UPS, MPS, OPS) vermutet, denn tertiäre Foraminiferen, ohne nähere Angaben, werden lediglich aus den „höchsten Lagen der oberen Pechelbronner Schichten“ angegeben. Es ist zu vermuten, daß in der Grube vor allem die UPS anstanden und die MPS allenfalls gerade angeschnitten waren. Wichtig ist die Erwähnung von „Knochenrümmern und Reste von Zähnen“ in Konglomeraten in den UPS durch WEBER. Bestimmt wurde nur *Plagiolophus* sp., übrigens schon von BESSLER 1936 erwähnt, sowie ein Krokodilzahn. Die von WEBER gesammelten Säugetierreste aus der Grube Dittmanstal hat TOBIEN (1943/1949) bekanntgemacht.

3. Die Grube Reimsloch westlich der B 3 (<sup>34</sup>7548, <sup>54</sup>5714) wurde 1937 in Betrieb genommen. Sie wurde in den frühen siebziger Jahren wieder geschlossen und in eine Sondermülldeponie umgewandelt. Die Deponie ist mittlerweile auch wieder geschlossen und abgedeckt. Die Anführung der „Tongrube der Ziegelei Rot-Malsch“ durch SITTLER (1965) muß sich auf diese Grube beziehen. Seine wichtigsten Feststellungen waren: Die Schichtenfolge fällt stark gegen N ein; im SE, im tiefsten Teil der Grube, stehen UPS an, charakteristischerweise dunkel-rotbraune Mergel. Nach oben werden sie heller, ein allmählicher Übergang in die MPS findet damit statt. Diese enthalten immer wieder detritische Lagen. Das Äquivalent der „Zone fossilifère“ ist durch das häufige Auftreten von *Mytilus socialis* und *Cyrena convexa* charakterisiert. Die Mineralogie ist im gesamten Profil ziemlich eintönig, Illit ist das vorherrschende Tonmineral, aber Kaolinit ist bemerkenswert häufig; sein Anteil nimmt im Bereich der Zone fossilifère zu. Diese Erwähnung wird in den Arbeiten von BARTH überraschenderweise nicht zitiert, obwohl sie die sonst ausführlichste Beschreibung dieser Grube veröffentlicht hat (BARTH 1969, 1970a, b). Dies gilt ebenso für die südlich anschließende Grube Viehweg.

4. Die Grube Viehweg (<sup>34</sup>7543, <sup>54</sup>5688) wurde 1962 aufgefahren und ist als einzige heute (1998) noch im Betrieb, wenn auch mit rückläufiger Tendenz. Diese zwei letzteren Gruben wurden in der Literatur sonst kaum erwähnt. DOEBL (1976) gab eine kurze Notiz bei der Gruben, wobei die nördliche Grube schon damals nicht mehr zugänglich war. Bei der Angabe der Faunenliste stützte er sich ganz auf BARTH. Die letzte Erwähnung stammte von SCHWEIZER (1982), ebenfalls BARTH folgend. Er bezog sich nur noch auf die Grube Viehweg. 1994 wurden Characeen-Oogonien von hier erwähnt (SCHWARZ & GRIESSEMER 1994).

Diese Grube ist nun der letzte verbleibende Aufschluß der PS, nachdem auch die Grube der Hourdiswerke in Baden-Baden (TRUNKÓ 1984) mittlerweile ebenfalls geschlossen und zugeschüttet wurde. Seit der Bearbeitung von BARTH vor über 30 Jahren hat sich die Grube Viehweg stark verändert und ausgeweitet.

### 2.1.2 Stratigraphische Grundlagen

Die Gliederung des Tertiärs im Oberrheingraben ist Tabelle 1 zu entnehmen. Die Gruben bei Rot-Malsch erschließen (bzw. erschlossen) die Lymnänenmergel und die Pechelbronner Schichten.

A. Die Lymnänenmergel wurden auch unter dem Namen Grüne Mergel oder Grüne Lymnänenmergel erwähnt. SCHWEIZER (1982) bezog diesen Namen ausschließlich auf den mittleren Abschnitt der Lymnänenmergel. Nach PAUL (1938), SCHWEIZER (1982) und WEBER (1937) sind es grüne bis graue, teilweise rote Mergel, teils geschichtet, teils ungeschichtet, oft mit splitterigem

Bruch. Die roten und grünen Farben sind oft fleckig verteilt. Diese Mergel sollen nach DOEBL (1976) einem ersten obereozänen Meereseinbruch entstammen, der bis etwa an die Linie Landau-Speyer reichte. Das Becken wurde rasch abgeschnürt und im Süden kam es bald zur Bildung von Evaporiten. In unserem Gebiet ist die Folge allerdings rein limnisch. Die ausführlichste Beschreibung ist die von WEBER. Danach lassen sich die Lymnänenmergel in Nordbaden dreiteilen:

Oberer Sandsteinhorizont (26,8 m)

Mergelhorizont (64,5 m)

Unterer Sandsteinhorizont (6,5 m)

Den Hauptanteil bilden jeweils die bunten Mergel, auch bei den Sandsteinhorizonten. Sie unterscheiden sich nur dadurch von dem „Mergelhorizont“, daß sie zusätzlich zahlreiche Sandsteinbänke enthalten. Aus der Grube gibt WEBER die Anwesenheit der mittleren Mergel und des oberen Sandsteinhorizontes an. Die Mergel sollen leuchtend grün und rot sein, mit dünnen Lagen schwarzer Mergel. Der obere Abschnitt des Mergelhorizontes soll graugrüne und gelblich-gefleckte sandige Mergel mit Sandsteinlagen und Lagen toniger Braunkohle enthalten. Sowohl der „Mergelhorizont“ als auch der „Obere Sandsteinhorizont“ beginnen jeweils mit einer Sandsteinbank, die aufgearbeitetes Material enthält. Der „Untere Sandsteinhorizont“ weist häufiger Lagen mit *Planorbis* und *Lymnaea* auf.

Die Lymnänenmergel bei Rot und Forst (nahe Bruchsal) wurden auch von Moos (1934) beschrieben, allerdings nicht aus Aufschlüssen, sondern von Bohrungen. Das angegebene Profil bei Rot-Malsch stützte sich auf die Bohrung Rot I, die „1 km östlich des Dorfes Rot“ niedergebracht worden war. Die Mächtigkeit wurde mit ca. 95 m angegeben. Es handelte sich um meistens ungeschichtete Mergel, überwiegend grau-grünlich gefärbt, aber verbreitet mit roten, gelegentlich mit dunkelgrauen oder schwarzen Lagen. Bis zu 1 m dicke Lagen von meistens mergeligen Sandsteinen werden aus dem ganzen Profil angeführt, also nicht nur aus dem mittleren Abschnitt. Man muß gewiß mit einem raschen seitlichen Wechsel der Lithofazies rechnen. Offensichtlich wurde die von WEBER genannte Lage grüner, feinsandiger Mergel mit *Lymnaea* und *Planorbis* auch von Moos gefunden und zwar knapp 5 m über der Basis der Lymnänenmergel, die den „bunten Basistonen des Eozäns“ aufliegen sollen. Moos parallelisiert sie mit den rund 100 m mächtigen Süßwasserbildungen der sog. „Dolomitzone“ im Unterelsaß, unterhalb der „Roten Leitschicht“, die in unserem Gebiet nicht sicher nachgewiesen ist. Er stellt fest, daß im Gegensatz zu den Pechelbronner Schichten die Lymnänenmergel im gesamten Elsaß wie auch in Baden recht ähnlich ausgebildet sind.

WIRTH (1950) beschrieb ebenfalls die Lymnänenmergel aus dem Raum Forst (Bruchsal). Er bestätigte im wesentlichen die Angaben von WEBER, ohne sich jedoch auf ihn zu berufen. Bemerkenswert sind seine

Zeiteinheit		Randzone	Grabeninneres	
Quartär		Löß, Lehm, Schotter, Flugsand	Sand und Schotter, im W Löß	
Pliozän		Sande lokal Ton, Lignit, am Gebirgsrand Schotter	Sande (Klebsand), lokal Ton mit Torflager	
Miozän	"Aquitain"	?	?	
		"Jungtertiär !" Hydrobien-Schichten Corbicula-Schichten Cerithien-Schichten	Mergel mit Kohlenschnüren, sandige Kalke	
Oligozän	Chatt	Süßwasserkalke (Landschneckenkalk), Kalksand	Bunte Niederrödener Schichten	
		Cyrenen-Mergel	Graue Schichtenfolge	Cyrenen-Mergel
	Rupel	Maletta-Schichten		Maletta-Schichten
		Fischschiefer		Fischschiefer
		Konglomerate		Foraminiferen-Mergel
	Latdorf	Konglomerate	Sandige Mergel, Gips	Obere Pechelbronner Schicht
Fossilreiche Zone		Mittlere Pechelbronner Schicht		
Konglomerate		Sande	Rote Zone Untere Pechelbronner Schicht	
Eozän	Süßwasserkalke	Lymnäen-Mergel Basiston Basistone		

Tabelle 1. Das Tertiär im mittleren Abschnitt des Rheingrabens (aus TRUNKÓ 1984).

Feststellungen über die lithologische Ähnlichkeit zwischen diesen und den UPS; die Grenze wird mit dem Auftreten der ersten Sandsteinbänke gezogen; er spricht von einer breiten Übergangszone. Nach ihm handelt es sich jedoch in den oberen und unteren Abschnitten jeweils nur um einzelne Sandsteinbänke. Er erwähnt Gips und Anhydrit in Knollen und Schnüren.

BARTH (1969) gibt für die Lymnäenmergel eine Mächtigkeit bis zu 122 m an und geht von ruhigen Sedimentationsbedingungen aus; sie behandelt die Lymnäenmergel jedoch nicht näher.

B. Die Pechelbronner Schichten haben ihr klassisches Verbreitungsgebiet im Elsaß, wo sie öfters beschrieben wurden, am ausführlichsten in der klassischen Monographie von SCHNAEBELE (1948), und bei SITTLER (1965). Nach BARTH (1969), SITTLER (1965), WEBER (1937) und WIRTH (1954) wird im Unterelsaß und im nördlichen Baden folgende Unterteilung vorgenommen:

Hangendes: Graue Schichtenfolge  
Obere Pechelbronner Schichten (90 m)  
Braunrote, z.T. dolomitische Mergel mit Gips- und Anhydritknollen sowie Sandstein- und Konglomeratlagen  
Mittlere Pechelbronner Schichten (=Fossilreiche Zone, 37 m)  
Hydrobienmergel mit Cyrenen  
Bryozoenhorizont  
Mytilusmergel  
Untere Pechelbronner Schichten (80-90 m)  
Blaugraue, z.T. rotgefleckte und ockerfarbene sandige Mergel mit Kalksandstein- und wenigen Konglomeratlagen  
Liegendes: Lymnäenmergel oder karbonatische Randfazies des Eozäns

Es ist darauf hinzuweisen, daß die Gliederung innerhalb der Einheiten bei verschiedenen Autoren unterschiedlich gehandhabt wird. Während der MPS war

unser Gebiet als Teil des Rheingrabens eine marine Verbindungsstraße vom Molasse-Meer zum Mainzer Becken; eine weitere Verbindung zum Raum Kassel („Hessische Straße“) und damit zum Nordmeer wird vermutet (ROTHAUSEN & SONNE 1984). Weder die UPS noch die OPS wurden dagegen im Mainzer Becken nachgewiesen. Während die UPS dort primär fehlen, ist es im Falle der OPS unklar, ob nicht zumindest der tiefere Teil abgelagert und nachträglich erodiert worden sein könnte. DOEBL (1976) bezeichnete die UPS als „Randsalinar mit limnischen Einflüssen“ und gab als nördliche Verbreitungsgrenze Stockstadt-Frankfurt an. Im Pechelbronner Gebiet werden die Mergel der UPS auch als „Zone bitumineuse inférieure“ zusammengefaßt. Während die MPS überall recht ähnlich entwickelt sind, werden in den OPS dort 6 Horizonte ausgeschieden, deren unterster die „Zone bitumineuse supérieure“ ist. WIRTH (1959) gab an, daß im ganzen, etwa 220 m mächtigen Profil der PS Sandsteinlagen anzutreffen sind. Ansonsten sind die Mergel ungeschichtet, mit wechselndem Glimmer- und Sandgehalt. Er vermutete für die PS, mit Ausnahme der untersten Abschnitte, eine marine Entstehung. Sehr bemerkenswert ist der Umstand, daß nach SCHAD (1953) in der Bohrung Karlsruhe 1 - westlich Karlsruhe-Rüppur gelegen „an der Straße Ettlingen-Scheibenhart“ - eine völlig unterschiedliche Ausbildung der PS angetroffen wurde: Etwa 600 m eintönige graue Tonsteine, ganz ähnlich entwickelt wie die Graue Schichtenfolge des Rupels. Auch die eingeschwemmten jurassischen Faunenelemente fehlen. Eine Gliederung war nur faunistisch möglich; in den OPS fanden sich fast durchgehend Ostrakoden (*Cytheridea heterostigma*). Die MPS ließen sich anhand der ziemlich reichen Foraminiferfaunen, überwiegend mit *Bolivina* und *Quinqueloculina*, ausscheiden. Bemerkenswert ist die Anwesenheit von Bryozoen und verkieselten Hydrobien darüber - allerdings jeweils nur auf wenigen Metern - womit ein direkter Bezug zur Gliederung im Unterelsaß gegeben ist. Die UPS führen keine Mikrofaunen. Offensichtlich haben wir hier, etwa 2,5 km vom Grabenrand entfernt, bereits eine reine Beckenfazies, abgelagert in größerer Wassertiefe; ein klarer Beweis für intensive tektonische Zerstückelung bereits im Alttertiär. Die Faziesentwicklung in den Tagesaufschlüssen und den nahe dem Grabenrand gelegenen Bohrungen ist daher als Randentwicklung anzusehen. Die Lymnänenmergel waren in dieser Bohrung tektonisch ausgefallen, so daß hier der ebenfalls interessante Vergleich zwischen randnaher und etwaiger Beckenfazies nicht möglich ist.

SITTLER (1965) untersuchte die Tonmineralien aus der Grube Rot-Malsch ohne weitere Differenzierung; er stellte jedoch fest, daß deren Zusammensetzung über das ganze Profil ziemlich gleichmäßig ist, dominiert durch Illit mit einem bemerkenswert hohen Anteil von Kaolinit.

In jüngster Zeit hat NICKEL (1996) zu der stratigraphischen Position der PS Stellung genommen und einen

ausführlichen Überblick der bisherigen Einstufungen gegeben. Sie stellte auch die Idee einer Diachronie der PS zur Debatte, insbesondere für die marin beeinflussten MPS. Aber auch ihr folgend müssen die UPS im Obereozän verbleiben.

In der Fauna sind umgelagerte jurassische Makro- vor allem aber Mikrofossilien vorherrschend. Die Bestimmung der jurassischen Foraminiferen in den zu beschreibenden Profilen erfolgte in der Hauptsache auf der Basis der Arbeit FRENTZEN (1941), insbesondere aber anhand seines Materials, welches im Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe lagert; Abbildungen gab er nur wenige, in Form von Zeichnungen. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß unsere Angaben keinen Anspruch auf die aktuelle nomenklatorische Korrektheit erheben, sondern nur Hinweise auf die Häufigkeit des eingeschwemmten Materials und dessen Zusammensetzung geben sollen. Die Arbeit von FRENTZEN ist zweifellos revisionsbedürftig; er hat auch Namen von Arten, die sonst nur aus dem Tertiär bekannt sind, angegeben. Diese Revisionsarbeit zu leisten konnte nicht im Rahmen dieser Betrachtungen erfolgen. Um Verwechslungen zu vermeiden, geben wir bewußt jene Namen an, welche von FRENTZEN verwendet worden waren, auch wenn sie nomenklatorisch vielfach nicht mehr korrekt sind. Was die Erhaltung der Foraminiferen angeht, so ist offenbar zunächst während des Transports eine Sortierung zugunsten widerstandsfähiger, eher rundlicher Formen erfolgt, allen voran *Lenticulina* und *Epistomina*. Diese sind aber dann im allgemeinen recht gut erhalten, nur der Mündungsbereich ist vielfach weggebrochen, die Schalen sind meist bräunlich eingefärbt. Unsere Liste bietet eine Zusammenstellung des Vorkommens der interessanteren jurassischen Arten in den einzelnen Lagen (s.u.).

Tertiäre Foraminiferen treten nur ganz vereinzelt auf und im allgemeinen nicht in ausreichender Menge und Erhaltung, um eine stratigraphische Zuordnung darauf zu gründen. Wir haben Ostrakoden nur relativ selten in Form von Bruchstücken angetroffen; das ist eigentlich überraschend, weil nach Angaben früherer Autoren Ostrakoden nicht selten sind. In bestimmten Lagen treten Characeen-Oogonien, manchmal sogar massenhaft, auf. Lagenweise sind auch weiße, kieselige Hohlröhrchen mit zweifelhafter Zuordnung nicht selten (s.u.). Die Bestimmung der Characeen in den Lymnänenmergeln und auch den UPS erfolgte anhand der Arbeit SCHWARZ & GRIESSEMER (1994).

### 2.1.3 Die Lymnänenmergel in der Grube Rot-Malsch

Die Lymnänenmergel waren Ende der 80er - Anfang der 90er Jahre am östlichen Grabenrand angeschnitten (Abb. 2 Profil I). Sie befinden sich dort in relativer Hochlage. Im folgenden ist das angeschnittene Profil zusammengestellt (von unten beginnend). Jeder Schicht wurde eine Probe entnommen, die aufbereitet,

lithologisch beschrieben und mikropaläontologisch ausgewertet wurde.

In dem Profil wurden 32 Schichten unterschieden. Es beginnt mit einer Wechsellagerung von Tonen bis schluffigen Tonen mit Bänken von Kalksandstein (1-8). Die Tone sind gelegentlich bläulich (8), häufiger grünlich oder ockerfarben-bräunlich. Sie enthalten oft Schmitzen von Feinsand, sind aber schlecht geschichtet. Gut geschichtet bzw. gebankt sind die eingelagerten Sandsteine, feinkörnig, durchweg gelblich oder bräunlich gefärbt. Der Karbonatgehalt sowohl der Tone als auch der Sandsteine bewegt sich zwischen 19%-25%. Die Schicht 4 ist karbonat- und auch fossilfrei, ebenso auch 8. Sichere Tertiärforaminiferen wurden nicht gefunden mit Ausnahme einer einzigen alttertiären *Eponides* aus Schicht 7. Die jurassischen Foraminiferen sind vielfach Durchläufer, treten aber gehäuft im unteren bis mittleren Dogger auf. Besonders stark fossilführend sind die Schichten 1, 6 und 7.

Über einer dünnen Feinsandlage, die viel Gipskristalle, ein Wurzelhorizont und viel Kohle-Stückchen enthält sowie karbonatfrei und fossilfrei ist (9) folgen 10-12 cm Braunkohle (10). Da sich an der Basis ein Wurzelhorizont befindet, ist die Kohle wahrscheinlich autochthon.

Bei den Schichten 11-25 haben wir wieder den Wechsel von Tonen und schluffig-feinsandigen Tonen mit mehr oder weniger verfestigten Sanden. Bei den Tonen herrschen grünlich-graue, bei den Sanden gelbliche Farbtöne vor. Der Karbonatgehalt schwankt stärker als in den tieferen Abschnitten und ist generell niedriger; es ergaben sich diesbezüglich auch hier keine prinzipiellen Unterschiede zwischen Tonen bzw. mergeligen Tonen und den Sandsteinen. Eine markante Lage ist die rund 60 cm mächtige Sandsteinbank Nr. 16, weil sie sehr stark verfestigt ist und mit 25% einen besonders hohen Karbonatgehalt aufweist. An der Sandsteinbank Nr. 13 haben wir das Einfallen gemessen: 200/25 WNW. Wir finden die gleichen Juraforaminiferen; allein in 13 fand sich *Textularia gibbosa*, die von FRENTZEN aus dem Malm angeführt wird. Es treten weiße, kieselige „Röhrchen“ auf, zuerst in Schicht 17, dann in 21, massenhaft in 22, viel auch in 24. Diese „Röhrchen“ bestehen aus SiO<sub>2</sub> und lassen sich keiner bekannten Fossilgruppe zuordnen.

Schicht 26 ist wieder eine dünne Braunkohle-Lage (10 cm). Die Kohle ist sicher allochthon, tonig verunreinigt und überlagert keinen Wurzelhorizont. Über ihr liegt ein dickes Paket mit blaugrauem Ton mit markasitisierten Grabgängen, dem 22 cm Glanzbraunkohle folgen, mit Markasitkonkretionen und sekundärem Gips (Tafel 1.c). Dieser Kohle folgt dünngeschichteter, feinsandiger Schluff, fossilfrei, doch mit 24% Karbonat. Die letzten Schichten sind Kalksandstein, eine 15 cm Tonlage mit „Röhrchen“ und schließlich 40 cm schluffiger, kalkhaltiger Feinsand; Ende des Profils.

Das gesamte Profil I wurde im Laufe des Abbaus zugeschüttet. Schon im September 1996 war nichts mehr davon aufgeschlossen.

Bemerkungen zur Petrographie: Nach dem Schlämmen, das nach Behandlung mit H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> erfolgte und meist zum Abgang des größeren Teils der Probenmenge geführt hatte, bildeten Quarkörner die Hauptmenge des Materials, insbesondere in den Fraktionen 0,063-0,63. Sie waren meistens durchsichtig oder durchscheinend, gelegentlich rötlich gefärbt, in der Regel kantengerundet. Dazu kommen vielfach eisen-schüssige Aggregate aus dem Dogger mit wechsellagernden, aber immer deutlichen Mengen. Generell ist ihr

Anteil in den grobkörnigeren Proben - und Fraktionen - größer. In vielen Proben tritt auch Gips und je nach Kalkgehalt auch Kalkspat auf. Gelegentlich fand sich Glimmer, ganz selten Glaukonit. In konglomeratischen Proben fanden sich gelegentlich auch Dogger-Makro-fossilien, meistens Belemniten und Muscheln, selten Ammoniten-Bruchstücke.

Das Profil vermittelt den Eindruck einer transgressiven Folge, zunächst mit sumpfigen, ufernahen Ablagerungen, später etwas absinkend, doch niemals uferfern. Ein Problem ist freilich das Ablagerungsmilieu, das auch mit der stratigraphischen Einstufung zusammenhängt. Vor allem auf Grund der wenigen autochthonen Foraminiferen neigen wir zu der Auffassung, daß die Sedimentation marin beeinflußt gewesen sein könnte, jedenfalls im höheren Abschnitt.

Nannoplankton: Nach der Bestimmung von Frau Dr. BALDI-BEKE, Budapest, enthält die Probe RM I/2, um deren Untersuchung wir sie gebeten haben, eine sicher bestimmbare Form in großen Mengen: *Watznaeria barnesae* (BLACK), ferner wenige Exemplare von ?*Cyclicargolithus floridanus* (ROTH & HAY). Die erstgenannte Form ist eine der häufigsten und überdies widerstandsfähigsten kretazischen Formen. Sie kommt deshalb häufig in tertiären Proben auf sekundärer Lagerstätte vor. Die zweite Form ist Paläogen. Beide Formen sind in ihren Maßen und Formen ähnlich; möglicherweise sind beide bereits früher umgelagert worden und ihr gemeinsames und ausschließliches Vorkommen ist vielleicht die Folge einer mechanischen Selektion. In jedem Falle ist das Vorkommen von *Watznaeria barnesae* bemerkenswert. Zwar ist das Auftreten umgelagerter kretazischer Formen im Rheingraben bekannt, obwohl sich heute keine Spur von Kreidesedimenten findet. Doch werden sie erst ab NP 22 und höher angeführt (MARTINI 1982, 1990). Hier sind wir sicher tiefer, denn auch die MPS gehören noch zu NP 22.

Eine frühere Einsichtnahme durch Prof. MARTINI, Frankfurt, in einige, vor unserer Profilaufnahme noch nicht genau zuordenbare Proben ergab keine Tertiärformen, die eine genauere Einstufung als Alttertiär ermöglichen; aber auch er fand umgelagerte jurassische Formen (*Watznaeria britannica*) und mehrere Kreideformen, wie *Watznaeria barnesae*, *Lucianorhabdus cayeuxi*, *Prediscospaera cretacea*, *Tetralithus* cf. *gothicus*. Soviel ist sicher, daß sowohl in Rot-Malsch als auch bei Frauenweiler jurassische wie kretazische Nannoformen vorkommen.

Palynoflora (det. V. WILDE):

*Leiotriletes* cf. *microadriennis*  
*Leiotriletes* cf. *paramaximus*  
 cf. *Leiotriletes regularis*  
 cf. *Intrapunctisporis gracilis*  
*Polypodiaceoisporites marxheimensis*  
*Laevigatosporites* cf. *haardtii*  
*Laevigatosporites* cf. *discordatus*

*Cyperaceaepollenites cf. scholitzensis*  
*Cyperaceaepollenites cf. piriformis*  
*Milfordia cf. incerta*  
*Arecipites* sp.  
*Monocolpopollenites* sp.  
*Ephedripites cf. eocenipites*  
*Ephedripites* sp.  
*Plicatopollis cf. hungaricus*  
*Momipites cf. quietus* (und vermutlich weitere Juglandaceen)  
*Pentapollenites* sp.  
*Olaxipollis matthesi*  
 ?*Polycolpopollenites cf. hexaradiatus* sensu NICKEL 1996  
*Tricolporopollenites* sp.1 sensu NICKEL 1996

Unsere Auswertung beruht auf NICKEL (1996); danach fällt auf, daß es sich primär um eine Monocotyledonen-Farn-Vergesellschaftung handelt, da die Zweikeimblättrigen nur durch mehrere Juglandaceen und *Olaxipollis*, die der kleinen Familie Olacaceae (Santalales) angehört, vertreten werden. NICKEL führt diese Assoziation aus den UPS an. Es handelt sich hier jedoch weniger um einen Alters- als vielmehr Fazieszeiger. Danach handelt es sich um eine Pioniervergesellschaftung auf Rohböden, z.B. von relativ niederenergetischen, sedimentbeladenen Flußsystemen. Wir wissen aus der Auswertung unserer Proben, daß wir mit solchen Flußsystemen im Einzugsgebiet rechnen müssen. Dennoch ist das Fehlen von Waldbaum-Pollen etwas merkwürdig, denn es besteht kein Grund zu der Annahme, daß nicht zumindest in der weiteren Umgebung auch Waldungen vorhanden waren. Klimatisch gesehen handelt es sich um eine thermophile Gesellschaft. Interessanterweise ist nach NICKEL mit deutlichen Klimaunterschieden zwischen dem nördlichen und dem südlichen Rheingraben zu rechnen, indem es im Süden deutlich wärmer war. Altersmäßig handelt es sich eindeutig um Priabon, da zwei Formen, nämlich *Leiotriletes regularis* und *Plicatopollis hungaricus* mit dem Eozän verlöschen. Dies stimmt gut mit unseren durch die Säugerfauna gewonnenen Ergebnissen überein, sagt allerdings nichts über die Zuordnung zu den Lymnäenmergeln oder UPS aus, da beide Formationen ins Obereozän gehören. Wir haben dieses Schichtpaket vor allem anhand der Lithologie und einiger autochthonen Foraminiferen zu den Lymnäenmergeln gestellt. Wir müssen allerdings zugeben, daß eine Zugehörigkeit zu den UPS, zumindest der höheren Abschnitte des Profils, nicht auszuschließen ist. Schon die Abgrenzung von BARTH (1969) erfolgte primär auf Grund der Lithologie. Da aber die beiden Formationen ohnehin einen fließenden Übergang haben und beide ins Obereozän zu stellen sind, hat diese Unsicherheit keine entscheidende Bedeutung.

### 2.1.4 Die Pechelbronner Schichten in der Grube Rot-Malsch

Alle übrigen Profile in der Grube erschließen die Pechelbronner Schichten. Ihre Lage ist auf Abbildung 1

ersichtlich. Es handelt sich im Prinzip um Tone, im unteren Teil grün-grau, rot geflammt, im höheren Teil ist ein ockerfarbener, oder „goldgelber“ Ton sehr typisch. Um eine etwas präzisere Definition einiger, in den Sedimenten besonders häufig vorkommender Farben zu erreichen, haben wir diese mit der von der Geological Society of America 1980 herausgegebenen „Rock color chart“ verglichen. Danach kommt der „goldgelbe Ton“ der Farbe „dark yellowish orange“, 10 YR 6/6 am nächsten. Im zentral gelegenen Aufschlußteil wurde folgende Abfolge erschlossen durch das Profil RM II (Abb. 2, RM II), welches wir detaillierter wiedergeben möchten:

Liegendes ist ein Kalksandstein, Schicht 8 bei RM IV (s.u.).

1.) Ca. 5 m ockerbraune Tone, grau geflammt, zunächst leicht mergelig, Kalkgehalt geht nach oben zurück. Innerhalb dieses Komplexes keine deutlichen Schichtgrenzen. 60 cm über Basis auffälliges rotes Band, etwa 5 cm mächtig, petrographisch dem Liegenden ähnlich.

Etwa 1,6 m über Basis, aber ohne deutliche Grenze, beginnen rötliche Farbtöne (roter Leithorizont?; s. auch bei 2.1.2 A.). Etwa gleichzeitig geht der Karbonatgehalt zurück. Wir können also von bunten Tönen sprechen, bei denen sich braune, grünlich-graue und rote Farbtöne abwechseln (geflammt). Der grünlich-graue Farbton kommt „pale olive“ 10Y 6/2 nahe, ist aber etwas heller. Der höchste Abschnitt ist stärker gelblich eingefärbt. Diese bunte Folge war in charakteristischer Weise im N-S gerichteten Entwässerungsgraben am Fuße des derzeitigen Osthangs der tiefsten Sohle zu verfolgen und sichert dadurch den Anschluß an die weiter nördlich gelegenen Profilschnitte IV und III. Karbonatgehalt ist durchweg niedrig, 2%-4%, in der obersten Probe (1g) sogar nur 1%. Die Schlammrückstände bestehen ganz überwiegend aus meist kantengerundeten Quarzkörnern, in den gröberen Fraktionen auch Sandstein-Bruchstückchen.

2.) Ca. 6 m mittelbraune Tone, mit gelegentlichen grauen Reduktionshöfen, siltig-feinsandig, mit vereinzelt kleinen Geröllen, kalkfrei. Die Gerölle bestehen aus Juramaterial. In der Nähe der hangenden Konglomeratbank vereinzelt Wirbeltierknochen, sonst wurden in der gesamten Serie keine Makrofossilien entdeckt. Den tiefsten Abschnitt von Schicht 2 bildet ein Rutschungskomplex mit chaotisch verfallenen Einzellagen; bis zu 70 cm mächtig, Mächtigkeit jedoch nicht konstant, keilt gegen W aus. Enthält sehr dünne Lagen von Feinsand, die als helle Bestege erscheinen. Karbonatgehalt ist auch hier gering; fossilfrei.

3.) Konglomeratbank, bis zu 15 cm mächtig, gut verfestigt, Gerölle bis zu 5 mm, gut gerundet, bestehen überwiegend aus Quarz, daneben Juramaterial (Bohnerz). Grundfarbe dunkelbraun, die grauen Reduktionshöfe sind auch hier vorhanden, gegenüber dem Liegenden stärker konzentriert. Karbonatgehalt 1%-3%.

4.) Ton, wie IV 2. Bildet gewissermaßen das Zwischenmittel der liegenden und hangenden Konglomeratbänke. Mächtigkeit zwischen 0-50 cm; Karbonat 2%. Im Schlammrückstand fast nur kantengerundete durchsichtige Quarze, wenig Milchquarz, etwas Glaukonit, in den gröberen Fraktionen auch Gesteinsbruchstücke, dann kein Quarz. Nur sehr wenige fossilverdächtige Reste.

5.) Konglomeratbank wie 3. Der Abstand zur tieferen Bank (3) ist im Ostteil am geringsten, gegen W vergrößert er sich, da die tiefere Bank etwas steiler einfällt. Beim Erreichen einer

Entfernung von 50 cm hören beide Bänke plötzlich auf. Wir finden keine Hinweise auf eine tektonische Störung, es muß sich also um ein primäres Auskeilen handeln.

6.) „Goldgelber“ fetter Ton, sehr einheitlich, mit wenigen grauen Höfen, geröll- und karbonatfrei, zahlreiche Fe-haltige Aggregate. Mächtigkeit unbekannt, da nach oben offen, mit Sicherheit jedoch nicht unter 5-6 m. Der von der Profilwand in SSW-Richtung gezogene Schurf, leicht ansteigend, verlief in der ganzen Länge von etwa 30 m in diesem Ton.

Profilergänzung zu RM II (RM IIA), etwa 10 m weiter südlich:

- 1.) Basis gleich obere Konglomeratlage, entspricht RM II 5.
- 2.) Ca. 40 cm braungelber Ton, aber nicht identisch mit dem „goldgelben“ Ton (II 6). Petrographisch ist er allerdings ähnlich; einzelne Gerölle. Karbonat 5%, häufig Eisenoxid-Aggregate.
- 3.) Brekzie von Kalksandstein-Bruchstücken, das gleiche Material wie im Hangenden, völlig eckig, unregelmäßig, keilt nach E aus. Matrix mergeliger, feinsandiger Schluff, mittelgrau. Karbonat 37%-39%, keine Fossilien.
- 4.) 40 cm Kalksandsteinbank, mittel- bis feinkörnig, insgesamt eher feinkörnig. Ungeschichtet, relativ stark geklüftet, liegt als Linse in der Schichtung. Es ist möglich, daß die Kalksandsteinbank bereits verfestigt war und als Ganzes zum jetzigen Standort gerutscht ist; dabei wurde sie an der Basis teilweise zerrüttet und auch geklüftet. So entstand die Schicht IIA 3. Karbonat 30%-36%. In der Mikroprobe fand sich auch Kohle. Kaum Fossilien, nur ein Ostrakoden-Schalenbruchstück und ein *Ammodiscus*, der aber sehr gut erhalten ist; eine Bestimmung möchten wir in Ermangelung von Vergleichsmaterial nicht wagen. Die Ähnlichkeit mit *A. tenuissimus* aus dem Dogger  $\alpha$  ist allerdings groß.
- 5.) Bis 20 cm rotbrauner Ton mit Reduktionsstreifen. Obergrenze unbekannt, da von Störung abgeschnitten. Die rotbraune Farbe kommt „moderate brown“ 10 YR 5/4 am nächsten.

Rechts von der Störung folgt der „rotgeflamnte“ Ton, der in den „goldgelben“ übergeht, allmählich und ungleichmäßig, also nicht als Schicht. Der bunte Ton läßt sich nicht mit RM II/1 gleichsetzen.

Vermutlich folgt über der Kalksandsteinbank in geringer Mächtigkeit wieder eine rote Lage, die rechts von der Störung ansteht.

Streichen und Fallen sind in Ermangelung klarer Schichtflächen schwierig zu messen. In den Basischichten entsprechen die Werte denen in den Aufschlüssen I und IV, im „goldgelben“ Ton wurde bei N-S-Streichen 20° W als Einfallen gemessen. Der „goldgelbe“ fette Ton (6) wird als Rinnenfüllung angesehen. In diese Rinne rutschte nun eine weitere Scholle (RM IIS) hinein. Sie ist etwa 7-8 m lang, 4 m breit und 1,30 m mächtig, Längserstreckung NE-SW. Ihr Profil beginnt mit 35 cm feinkörnigem Kalksandstein, hell grünlich-grau, gleichmäßig gekörnt, ohne Gerölle. Karbonat 26%-30%. Nur sehr wenige, nicht bestimmbar Fossilien. Darüber ca. 60 cm grünlich-grauer Ton, fest, ungeschichtet, stark braun geflammt, kalkfrei. Es folgen 15 cm graugrünen Tones, braun geflammt, dünn geschichtet, mit Lagen von grauem Feinsand, vor allem in den unteren 5 cm; die Feinsandlagen lösen sich nach oben als Linsen auf. Der Sand ähnelt dem Hangenden (4): 15 cm Feinsand, tonig verfestigt, hell-

grau, ungeschichtet. Karbonat <1%. Keine bestimmbar Fossilien, aber weiße, glasige „Röhrchen“ sind nicht selten.

Wir haben von dieser Stelle in ENE-Richtung einen Schurf ziehen lassen (Abb. 1). Hier die Beschreibung:

Nach 3 m hört der „goldgelbe“ Ton auf. Dann folgen Tone wie II 1, grau, rot geflammt auf ca. 14 m Länge. Es folgen 2-3 m Feinsand, tonig, hellgrau, braun geflammt. Als Nächstes kommen mit ca. 60 cm echter Mächtigkeit Tone wie II S 2; dann eine Kalkbank wie II S 1. In der weiteren Fortsetzung des Schurfes, im Liegenden dieser Kalksandsteinbank, folgen rotbraune feste Tone, im oberen Teil mit etwas mehr grünen Flecken, in mehreren m Mächtigkeit (reale Mächtigkeit ist nicht meßbar, vielleicht 5-6 m), mit Geröllen, nicht unähnlich wie II 2. Das an der Kalkbank gemessene Streichen liegt N-S und fällt mit 5° gegen E ein, offenbar infolge Verrutschens. Dieser Ton geht an der Westwand in gelbliche Tone über, ähnlich wie der „goldgelbe“ Ton II 6. Nach etwa 3 m nach oben offen.

Ein weiterer Schurf verlief nach SSW, im wesentlichen im „goldgelben“ Ton. Offenbar ist die Oberfläche des „goldgelben“ Tones eine Erosionsfläche, die in dem Schurf an der Westwand wiederholt angeschnitten ist. Die darüber liegende Schichtenfolge ist in den verschiedenen Anschnitten unterschiedlich. Darüber kann ein Bodenhorizont mit lamellierten oder knollenförmigen Kalkkonkretionen liegen, die Sand einschließen können. Darüber folgt ein Geröllhorizont in sehr unterschiedlicher Mächtigkeit, 5-20 cm. Neben den vorherrschenden gut gerollten Quarzen finden sich Jura-Gerölle, selten aber auch roter Radiolarit sowie Tongerölle aus dem Liegenden, umgeben von einer Mn-Kruste. Der Bodenhorizont kann auch fehlen. Dann folgt mittelkörniger Sand, der rinnenförmig ins Liegende eingreift, an der Grenzfläche häufig limonitische Krusten, gelegentlich auch Tonlagen. In einigen dm Abstand kann ein zweiter Geröllhorizont folgen, der aber nicht überall vorhanden ist. Im unteren Teil ist der Sand eher braun, nach oben immer stärker grau gefärbt; diese Färbung wird allgemein vorherrschend, in allen Ausbissen des Sandes entlang des Schurfes. Einige Partien sind verfestigt. Es handelt sich hierbei nicht um „fluviale Horizonte in den Pechelbronner Schichten“, (LEOPOLD 1991) sondern um quartäre Ablagerungen. Gründe: Der oberste Abschnitt des „goldgelben“ Tones hat vielfach eine krümelige Struktur, wie wiederholt aufgefroren und wieder aufgetaut. Die Auflagefläche greift unregelmäßig in den Ton ein und liegt nicht in der Pechelbronner Abfolge sondern schneidet sie ab. Der Bodenhorizont spricht ebenfalls für ein jüngeres Alter. Der Sand ist relativ einheitlich und rein, aus den PS wurden keine ähnlichen Lagen beschrieben. Im September 1996 fanden wir hier einen Mammut-Backenzahn.

Am Nordende des neuen N-S Schurfes in der Nähe unseres E-W Schurfastes fand sich folgendes Profil über dem „goldgelbem“ Ton: 70 cm weißer Kalksandstein, unterer Teil dickbankiger, oberer Teil dünnbankiger, der mittlere Abschnitt ist weniger verfestigt,



Tafel 1. a) Grube Frauenweiler im Januar 1992 – Alle Fotos: L. TRUNKÓ.



Tafel 1. b) Rot-Malsch, RM III/2b, oberes Konglomerat.



Tafel 1. c) Rot-Malsch, RM Ia/27-28.



Tafel 1. d) Eschbach, EB II/4.

unten und oben fester 5-6 m erst rötlichbrauner, dann „goldgelber“ Ton mit grauen Flecken, ungeschichtet. 20 cm ziemlich lockere Schlufflage, wenig verfestigt, durchsetzt von dem „goldgelben“ Ton. Darüber wieder „goldgelber“ Ton in unbekannter Mächtigkeit. Einfallen NE/30°, scheint gegen N zu verflachen zu dem horizontalen Einfallen im früher angelegten E-W Schurf. In einer Mikroprobe aus der Schlufflage fanden sich nur die aus SiO<sub>2</sub> bestehenden „Röhrchen“

Nahе zum oberen (südlichen) Ende des Schurfes greift taschenförmig-erosiv ein Konglomerat tief in den Ton ein. Matrix ist mittelkörniger Sand mit hohem Glimmeranteil, braun bis rotbraun (Eisenkrusten zu beobachten). Größe der Glimmerstücke bis 3 mm. Der Sand ist gut sortiert, aber ungeschichtet, Pseudoschichtung durch limonitische Lagen. Die Gerölle sind völlig unsortiert, alle Rundungsgrade, Größe von einigen mm bis max. 30 cm. Neben Gangquarzen ausschließlich

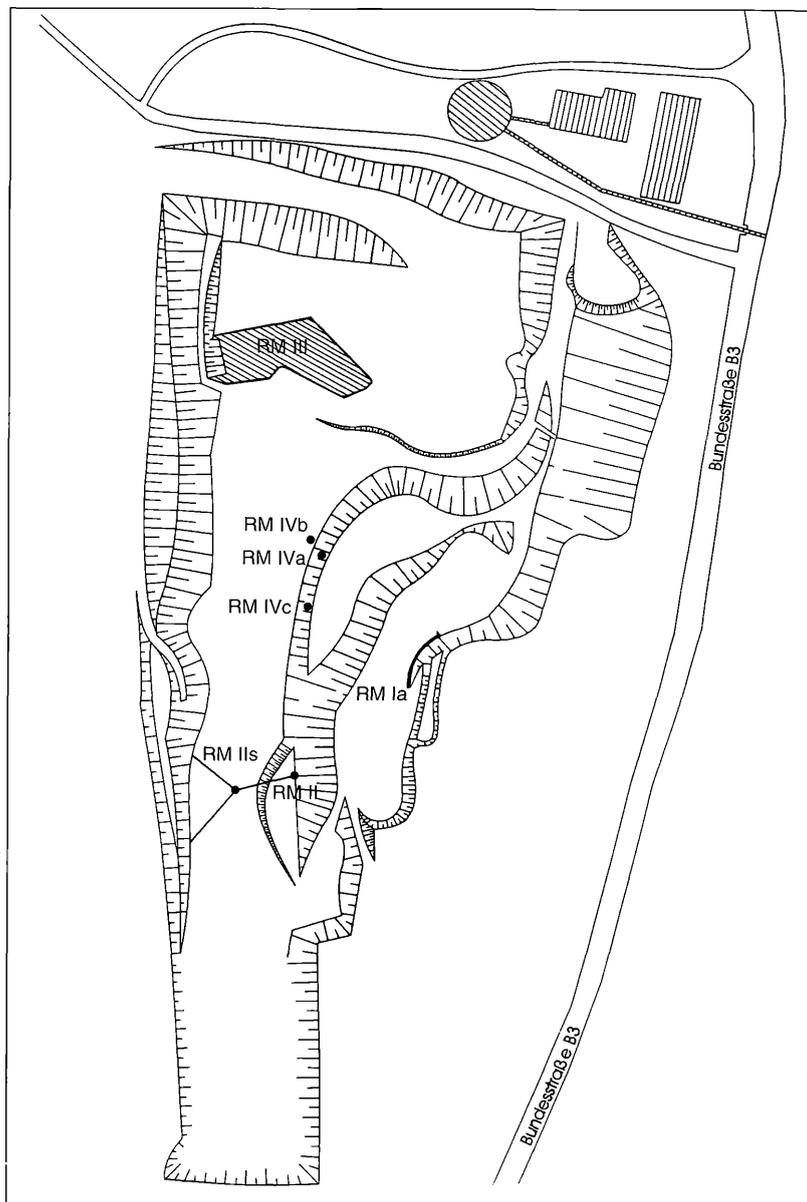


Abbildung 1. Abbauplan der Grube Rot-Malsch Anfang der 90er Jahre mit der Lage der aufgenommenen Profile RM I - RM IV. – Zeichn.: U. EBERIUS, nach Lichtpause vereinfacht.

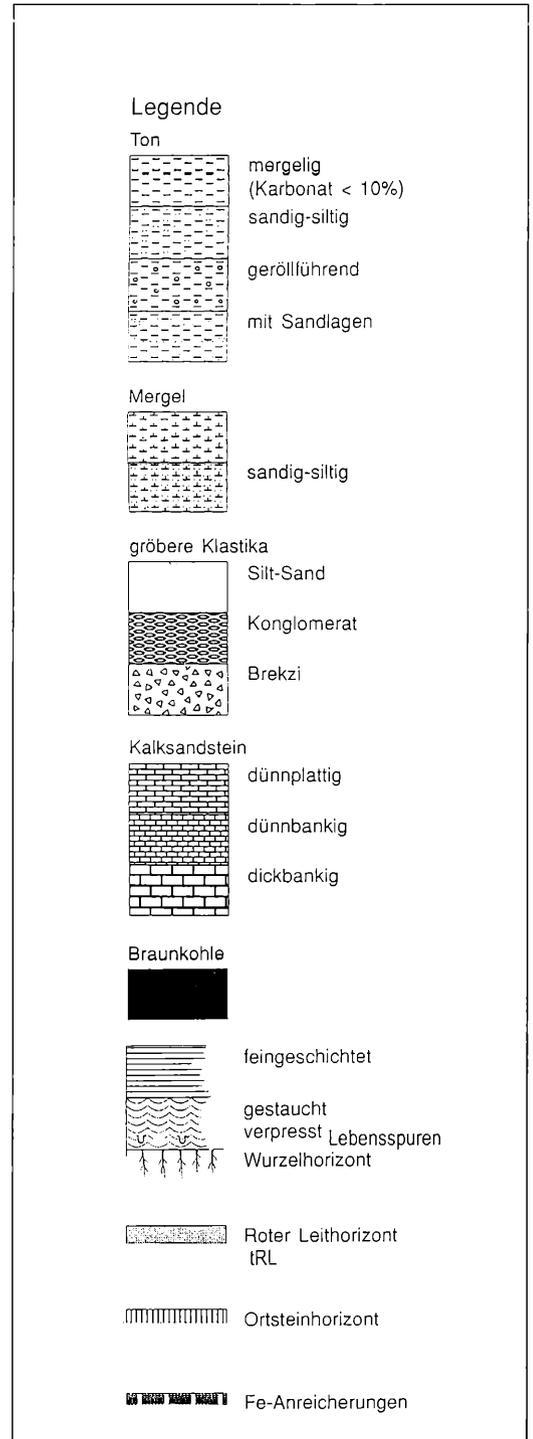
mesozoisches Material Beobachtet wurden Rhyolit. Hämatit, Buntsandstein, Keuper-Sandstein, Muschelkalk-Hornstein, Doggererz (kleine Bruchstücke), großes, flaches abgerundetes Bruchstück eines dunklen Quarzits. Fossilien: *Megateuthis giganteus*, Ammoniten-Bruchstücke, *Gryphea* (Lias), Crinoiden-Stielglieder. Auch hier dürfte es sich um Jungquartär handeln, die Gerölle wurden bereits mehrmals umgelagert.

Im südlichsten Teil der Grube, in dem E-W verlaufenden Abschnitt liegen zuunterst graue Tone. Darüber folgt der „goldgelbe“ Ton mit einigen bis zu 10 cm dicken sehr hellen bis weißen Lagen eines sehr feinkörnigen Sandes oder Schluffes. Ton und Schluff sind ineinander eingearbeitet, wie eiszeitlich überprägt. Einfallen 330° (NW)/30° Topographisch sind wir etwa 30 m höher als im Nordteil der Grube.

Mangels Leithorizonte ist die Mächtigkeit des „goldgelben“ Tones nicht genau meßbar, es sind mindestens 30 m. Unterhalb unseres, von der Y-förmigen Verzweigung etwa E-W verlaufenden Schurfes, ist erkennbar, daß der „rotbraune“ Ton nur eine Farbvariante des „goldgelben“ Tones ist. Die Farbe entwickelt sich allmählich durch Zunahme von braunen Flecken und Schlieren aus der gelben Färbung und wird nach einer Übergangszone von etwa 80 cm vorherrschend. Darüber folgt mit scharfer Grenze der sehr helle, gelbe Ton oder der helle Kalksandstein. Letzterer ist vielleicht auch nur eine Lokalfazies im Ton, eine seitliche Vertretung; dies ist nicht klar erkenntlich. Der „goldgelbe“ Ton ist im Grunde ein Verlehmungshorizont, da der Übergang allmählich und ungleichmäßig aus den liegenden bunten Tönen erfolgt. Die Untergrenze folgt auch nicht der Schichtung.

Möglicherweise haben wir es mit zwei großen Schollen zu tun, getrennt durch eine etwa rheinisch verlaufende Verwerfung etwa im Bereich der Y-artigen Verzweigung unserer Schürfe. Die östliche Scholle enthält die Liegendserie, die buntgefleckten Tone und den unteren Abschnitt der „goldgelben“ Tone mit den ersten Geröllhorizonten. Die westliche, gesunkene Scholle besteht aus sehr mächtigem Ton mit einzelnen Kalksandsteinlagen und Rinnenfüllungen, angefüllt mit dem feinkörnigen Konglomerat. Diese Lagen keilen seitlich aus.

Was die Entstehungsbedingungen des Schichtpaketes angeht, so scheint nur die Schicht II 1 unter ruhigen limnischen Bedingungen abgelagert worden zu sein. Über dem Rutschhorizont, der die Untergrenze der Schicht 2 bildet, folgt mit den Schichten 2-5 eine Rinnenfüllung mit gelegentlichen konglomeratischen Horizonten. Diese werden abgeschnitten von der zweiten Rinnenfüllung, welche im wesentlichen vom „goldgelben“ Ton (6) gebildet wird. Über diese zweite Rinnenfüllung rutschte die Scholle RM II S, mit einer eigenen Schichtenfolge, die allerdings im Schurf wieder auftaucht. Der „rotbraune“ Ton, der im Schurf wahrschein-



Legende zu Abbildung 2.

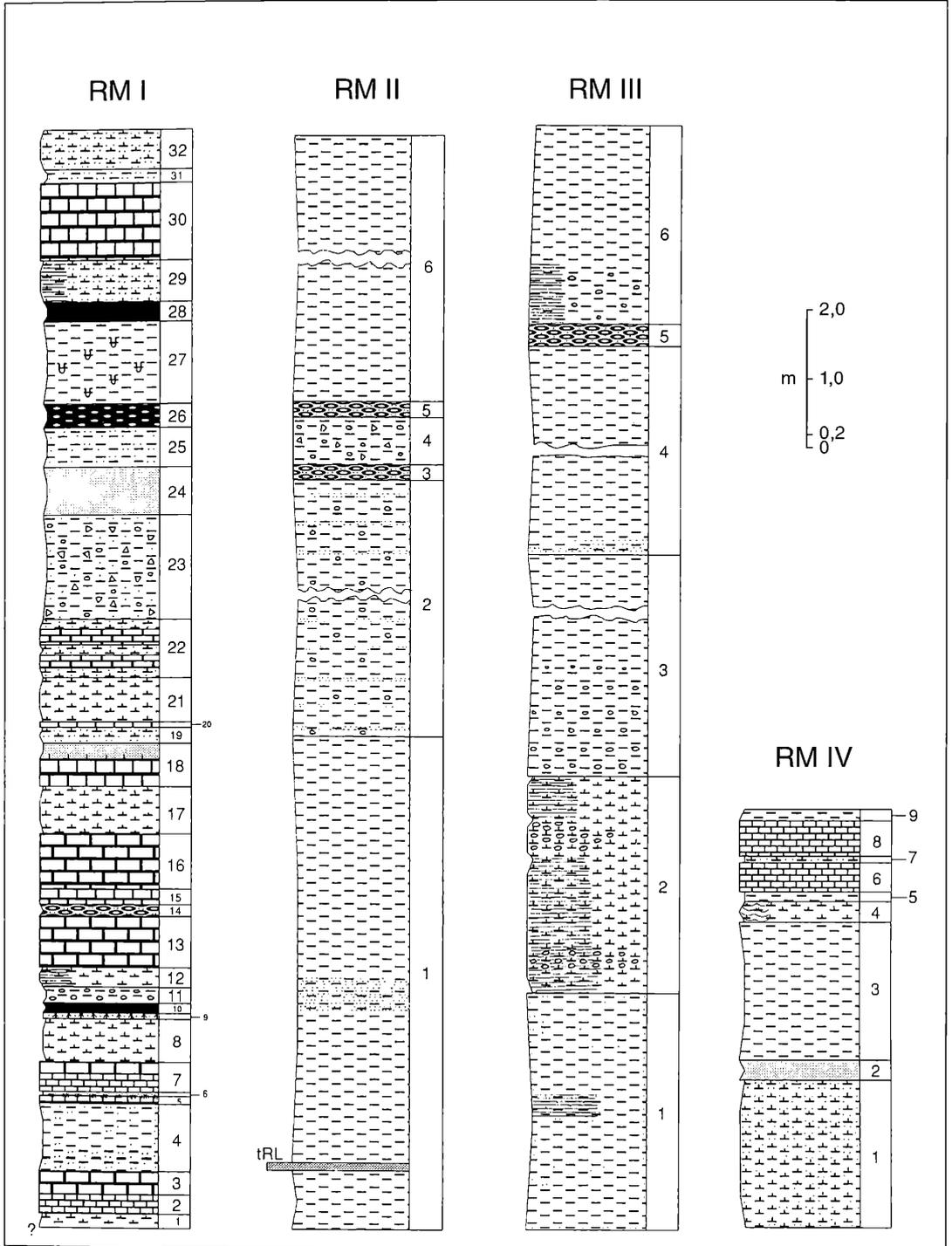


Abbildung 2. Profile Rot-Malsch, RM I - RM IV. – Zeichn.: F. WEICK.

lich das Liegende des „goldgelben“ Tones (6) bildet, scheint nur am West-, nicht aber am Ostrand vorhanden zu sein und wurde bei den Rutschbewegungen anscheinend ausgeschaltet. Diese bedeutenden synsedimentären Rutschungen lassen auf ein starkes Relief an den Rändern des Grabens schließen. Der See wurde immer wieder von kräftigen Strömungen gestreift, die ihrerseits Rinnen ins Liegende erodiert haben, das Relief damit verstärkten und weiteren Rutschungen Vorschub leisteten; wir haben es mit einem Komplex einzelner Rutschschollen und Rinnenfüllungen zu tun mit jeweils eigener Schichtenfolge. Eine solche Rinnenfüllung war die von LEOPOLD (1991) benannte „fluviatile Basisschüttung“, die allerdings nicht an der Basis der Schichtenfolge liegt, sondern in höheren Abschnitten eingeschaltet ist. Da sie nicht mehr aufgeschlossen ist und nach den Unterlagen von LEOPOLD es nicht möglich ist, ihre Lage zu lokalisieren, kann leider nicht gesagt werden, an welcher Stelle in der Schichtenfolge diese Rinnenfüllung eingeschaltet ist - wenn es sich nicht überhaupt um Quartär handelt (s.o.).

Auch BARTH betonte in der längeren Fassung ihrer Arbeit (1969) die unruhigen Sedimentationsbedingungen. Doch veröffentlichte sie dort und auch 1970a „allgemeingültige“ Profile für die Gruben Reimsloch und Viehweg - letztere bot ohnehin nur geringe Aufschlüsse. Es soll betont werden, daß dies in der Form nicht möglich ist und das war in der Grube Reimsloch gewiß nicht anders.

Als RM IV (Abb. 2: RM IV) wurde der Einschnitt unter dem Braunkohlenflöz auf der mittleren Sohle in der Ostwand bezeichnet. Das Profil ist nach unten offen. Es besteht eine Lücke von rund 20 m zur höchsten Schicht des Profils RM I. Diese Schichtenfolgen sind ins Liegende der Schichten des Profils RM II zu stellen. Auffälligerweise häuften sich die Characeen-Funde in diesem Profil. Das wichtigste dieser Profile wurde als IV a bezeichnet (Abb. 1):

Zunächst finden sich im Profil zwei gut 60 cm mächtige Tonpakete, getrennt durch 4 cm hellgrauen, mergeligen Feinsand mit 30% Karbonatgehalt. Die Tone sind mergelig-siltig, mittelgrau, ungeschichtet. Der untere Ton enthält Lagen von Feinsand. Beim oberen Ton befindet sich 35 cm über der Basis ein 5 cm mächtiger Limonithorizont (Ortstein) mit Wurzelröhren ins Liegende. Darüber nimmt der Kalkgehalt, der zunächst 23%-30% betrug, drastisch ab und es finden sich auch keine Fossilien, während darunter noch einige wenige Foraminiferen vorhanden waren. Es findet sich viel Markasit und Gips. Danach folgen 22 cm Braunkohle mit oft deutlich holzigen Strukturen, mit Gipskristallen auf Schichtflächen, durchsetzt von Markasit. Das Profil schließt mit ca. 20 cm ungeschichtetem mergeligem Schluff mit hohem Feinsandanteil, olivgrau. Nach oben offen. Eine Lücke von 0,5-1 m. zum Profil IV b. Karbonat 1%-2%. Profil RM IV b im „Loch“, ca. 8 m NW vom Profil IV a, eingetieft auf der schmalen Sohle, von der aus IV a zugänglich war. Unten waren ca. 1 m grauer Mergel aufgeschlossen, braun geflammt, undeutlich geschichtet, in den unteren cm nicht

geschichtet, hart, scherbzig brechend. Streichen 220° Einfallen 30° NW. Karbonat 22%-32%. Danach folgten ca. 30 cm mergeliger Schluff, hoher Feinsandanteil, geschichtet, bankweise stark verfestigt, Bankmächtigkeiten um 3 cm, Farbe grünlich-grau, Karbonat 30%-34%. In dieser Schicht befindet sich eine Fossilage (Schichtfläche), dicht besetzt vor allem mit *Lymnaea* sp. und daneben „*Melanopsis*“ sp. in der Mikroprobe auch Glimmer, viele Characeen und Schalenbruchstücke; eine glatte Ostrakode. Folgende Characeen wurden bestimmt: *Chara rhenana*, *Sphaerochara pygmaea*, *Harrisichara lineata*, *Tolyrella pumila*.

RM IV c wurde ca. 30 m SW des Profils IV a aufgenommen. Die tiefste Schicht ist identisch mit IV b 1, aufgeschlossen sind ca. 150 cm harten Mergels, undeutlich geschichtet, scherbzig brechend, grau, braun geflammt. Darüber liegen ca. 20 cm Schluff mit hohem Feinsandanteil, hellgrau. Es folgen 140 cm Mergel mit deutlichem Schluffanteil, in den unteren 30 cm grau, darüber rot werdend, bröckelig verwitternd, einheitlich ausgebildet, ungeschichtet. Karbonat 11%-12%. Darüber liegt mergeliger Ton, 20 cm mächtig, ockergelb, undeutlich geschichtet, untere 5 cm grünlich-grau. Karbonat 17%-18%; in der Mikroprobe, die sehr vielfältig zusammengesetzt ist, finden sich neben durchsichtigen Quarzen mit einem Anteil von nur 25%-33% am häufigsten braune Aggregate (Schluffsteine), etwas Kalk, Gips, Glimmer, Markasit, Brauneisen (Glaskopf), auch Glaukonit wurde beobachtet. Characeen sind nicht selten, in charakteristischer Weise verdrückt und umkristallisiert. Darüber folgt eine dünne Lehmlage, die jedoch nicht beständig ist, im Gegensatz zu einem auffälligen Paket von Kalksandsteinen (60-70 cm; 37%-40% Karbonat), in der Mitte getrennt durch 5 cm feinsandigen Mergel. Die Kalksandsteine sind feinkörnig, der untere Abschnitt fein-, der obere dickgebant. Im tieferen Sandstein fanden sich einige Foraminiferen. Eine auf Nannonplankton untersuchte Probe lieferte keine bestimmbareren Formen. In der trennenden Mergellage hingegen fanden sich viele Characeen-Oogonien: *Chara rhenana*, *Harrisichara lineata*, *Sphaerochara pygmaea*. Den Abschluß bilden graue mergelige Tone, ca. 15 cm aufgeschlossen, wenig verfestigt = RM II 1.

Im Frühjahr 1992 wurde im nördlichen Teil der Grube ein neuer Abbau in die bisherige Sohle eingetieft (Abb. 1). Das dort aufgenommene Profil benannten wir RM III. Ein unmittelbarer Anschluß an die südlicher gelegenen Profile war nicht gegeben. Trotz der topographisch tieferen Lage haben wir es hier mit großer Wahrscheinlichkeit mit den gleichen Schichtenfolgen zu tun wie im Profil RM II, denn die Konglomeratlage und der „goldgelbe“ Ton sind gut wiederzuerkennen. Dennoch ist das Profil im einzelnen - bezeichnenderweise - völlig unterschiedlich. Diese Abbaustelle lieferte die bestimmbareren Wirbeltierfossilien. Deswegen und auch wegen der großen Mächtigkeit der einzelnen Schichten wollen wir das Profil detaillierter darstellen (Abb. 2: RM III):

1.) Nach unten offen, aufgeschlossen waren 278 cm ungeschichteter, karbonatischer, toniger Silt, nach oben übergehend in siltigen Ton (ab 1,05 m unter Top). Im mittleren Bereich der aufgeschlossenen Schicht ist eine unregelmäßige Lamellierung zwischen hellbraunen und rotbraunen Lagen im mm-Bereich zu erkennen. Diese Lamellierung erstreckt sich ungefähr auf 20 cm; die hellbraunen Lagen sind siltiger. Die Farbe ist generell ockerbraun. Über die ganze Schicht sind graue

Flecken verteilt (Durchm. 1-2 mm bis 3-5 cm, Reduktionshöfe). Selten sind Feinkiesgerölle zu beobachten. Obere 13 cm der Schicht sind bräunlich grau. Der Karbonatgehalt nimmt nach oben ab; in der tieferen Mikroprobe 1a beträgt sie 10%. Die Mikrofauna ist reich, alle bestimmbar. Formen gehören in den Jura (s. Liste). Zwei aufgerollte Foraminiferen könnten *Eponides* oder *Gyroidina* sein, also Tertiär, aber nicht sicher bestimmbar. Der höhere Abschnitt des Profils (1b) ist fast reiner Ton, Karbonat etwa 7%.

2.) Ca. 230 cm mergeliger, hellbrauner Ton mit beige Feinsandlagen in Feinschichtung, Lamellen im mm-Bereich. 70-80 cm unter Top tritt eine Störung der im allgemeinen parallelen Lamellen auf. Zu sehen sind nach unten und oben gerichtete Keile (Rutschungsmarken, Einengungsstruktur, squeezed structures); Karbonat 11%-11,8%, keine Fossilien. Ca. 40 cm unter Top ist eine Linse mit feinkieseligem Konglomerat eingeschaltet (RM III 2b): sie ist ca. 5-6 m lang und hat eine Mächtigkeit von max. 10 cm, selten Mittelkies, kaum Sandfraktion, tonig-siltige, dunkelbraune Matrix. 5-20 cm über der Basis gibt es ein zweites Feinkieskonglomerat ähnlich dem ersten; grau bis braun, siltig, im aufgeschlossenen Teilstück der Schicht wechselnde Mächtigkeit von 3-10 cm, nach oben findet ein langsamer Übergang in die lamellierte Zone statt, wirkt wie gradierte Schichtung (RM III 2c). In dieser Probe Karbonat ca. 29%, die größeren Fraktionen enthielten hier den weitaus größten Teil des Materials. Hier fanden sich zahlreiche jurassischen Foraminiferen, ferner „Röhrchen“ und Seigel-Stacheln. Bemerkenswert ist, daß die stratigraphische Reichweite der Arten auch hier etwa von Lias bis Malm reicht. (Tafel 1. b)

In den Konglomeraten sind die Hauptvorkommen der Wirbeltierreste (hauptsächlich Zähne und Bruchstücke postcranialer Knochen s.u.). Dazu kommen häufige Gastropoden („*Viviparus*“ sp.) vor.

3.) Ca. 430 cm hellbrauner, siltiger, schwach sandiger, z.T. schwach feinkieseliger, karbonatischer Ton; die Feinkiesgerölle sind im Schichtpaket fein verteilt und besonders in den unteren 150 cm zu finden; eine gradierte Schichtung ist angedeutet. Wie in Schicht 1 sind graue, sehr selten fleischrote Flecken zu beobachten. Aus dem unteren bzw. oberen Abschnitt wurden Schlitzproben entnommen. Karbonat wurde in der unteren bestimmt: um 8%. Die Foraminiferenfauna ist in den zwei Proben dieser Schicht reich. Es sind vor allem wieder Lenticulinen vorherrschend, ferner *Camptocythere* sp. (Ostr.), *Achistrum issleri* (Hol.), gelegentlich „Röhrchen“ Wirbeltierreste sind selten, ein Zahnbruchstück.

4.) Ca. 575 cm ungeschichteter, schwach siltiger, gelbbrauner, schwach karbonatischer Ton; an der Basis ein ca. 20 cm mächtiger siltiger Übergangsbereich. Wie in Schicht 3 graue und fleischrote Flecken. (RM III 4a: obere 4 m; RM III 4b: untere 1,75 m).

In 4a Karbonat 5%-5,5%. Die jurassische Foraminiferenfauna hatte eine etwas ungewöhnliche Zusammensetzung: *Ammonaculites agglutinans* (klein), *Cristellaria (Planularia) cordiformis*, ?*Cristellaria (Saracenaria)* sp.

5.) Ca. 1-30 cm rotes- dunkelbraunes, schwach mittelkiesiges, überwiegend feinkörniges Konglomerat in mergeliger Matrix mit uneinheitlicher Korngrößenverteilung und stark wechselnden Mächtigkeiten. In der Regel wird die Matrix nach oben hin größer; ± gradierte Schichtung. Karbonatgehalt 23%. An der Basis des Konglomerats ist stellenweise eine ca. 5 mm mächtige, graue (Farbe ähnlich der Reduktionshöfe in den hangenden Schichten), siltige Lage eingeschaltet. [- 60/15 WSW. Auch hier Wirbeltierreste im Konglomerat (Zähne und Knochen).

6.) Nach oben offen, ca. 175-200 cm aufgeschlossen; schwach feinsandiger, toniger, karbonatischer, hellbrauner Silt (graue

und fleischrote Flecken wie in Schicht 4). An der Basis findet sich eine etwa 20 cm mächtige Übergangszone mit einer parallelen Feinlamellierung im mm-Bereich. Stellenweise sind in dieser Zone auch noch Feinkiesgerölle zu finden. Karbonatgehalt um 7%. Vereinzelt Foraminiferen-Bruchstücke, ganz selten Fischzähne, 1 Knochenbruchstück.

Im Westen dieses Aufschlußkomplexes, in der Nähe der dort stationierten Pumpe zur Trockenhaltung des Abbaues, waren im Herbst 1992 weitere Anschnitte zugänglich. Es waren E-W bzw. N-S gerichtete steile Flächen in Schürfen. Im N-S gerichteten Schurf war nur der „goldgelbe“ Ton mit einzelnen grauen oder roten Flecken aufgeschlossen. Hier keine ausgeprägten Konglomeratlagen, allenfalls sehr kleine Gerölle, zerstreut in einzelnen Lagen. Typisch waren kleine Horizontalverschiebungen mit Harnischen, die sich nur kurz verfolgen ließen. Im höheren Abschnitt des Profils an der Ostseite des Schurfes gab es zahlreiche Lagen mit Feinsand, sehr dünn, die typischerweise kleine linsenförmige Schrägschichtungskörper abgrenzen und daher nicht weit verfolgbar sind. Wechselnde, aber überwiegend nördliche Strömungsrichtungen waren zu erkennen. Gradierung nicht wahrnehmbar. Auf einzelnen Schichtflächen des Feinsandes liegen häufig Tongallen als kleine, rundliche oder längliche Körper. Sie durchstoßen auch gelegentlich die Schichtflächen. Auf den Schichtflächen finden sich gelegentlich feine, etwa N-S verlaufende Rippeln. Diese ganzen feinsandigen Strukturen sind auf einen 60 cm dicken und in einige m Länge verfolgbaren linsenförmigen Körper beschränkt. Im tieferen Teil des Profils befinden sich noch zwei solche große Linsen mit ähnlicher Struktur, doch sind die Feinsandlagen eher gefältelt als kreuzgeschichtet, sie stehen weniger eng und halten länger durch. Entfernung dieser großen Linsen nicht direkt meßbar, 2-4 m. Da diese Linsen in N-S Richtung auskeilen, markieren sie vermutlich E-W verlaufende Rinnen. Ihre Sohl- bzw. Dachflächen sind nicht scharf abgegrenzt.

In der Probe RM III „Schrägschichtungseinheit“ fanden sich sehr viele Schwebstoffe. Karbonat: 5%-9%, etwas Gips. Die Foraminiferenfauna war ungewöhnlich reich. Ein Gastropoden-Operculum stammt aus dem Tertiär. An der Westwand, oberhalb der Pumpe, also in den höchsten Abschnitten des Profils, waren zwei Konglomeratlinsen, etwa 1,5 m voneinander entfernt, zirka 15°-30° gegen NW einfallend, angeschnitten. Unterfläche der Linsen sehr uneben. Die tiefere Linse bildet Taschen im darunter liegenden schluffigen Ton. Dieser Ton enthält dünne Schlufflagen, unter der oberen Linse laminiert. Mächtigkeit sehr schwankend, 10-20 cm, offensichtlich auch Rinnenfüllungen. Die Gerölle haben Durchmesser von 1-5 mm, gut gerundet, einheitlich ausgebildet. Aufgeschlossen sind sie ziemlich weich. Es sind keine Fremdgerölle, sondern kalkige Minikonkretionen mit Hohlräumen, einige haben andeutungsweise konzentrische Struktur. Gelegentlich läßt sich beobachten, daß sie sich um einen Kno-

chensplitter gebildet haben. Die Hohlräume können winzige Kalkspat-Kristalle enthalten (Drusen). Es wurde auch ein kleines Stück Gips gefunden. Die obere Linse löst sich in nördlicher Richtung innerhalb einer Entfernung von 1 m in mehrere Streifen auf, welche eine relativ scharfe Liegendgrenze und eher unscharfe Hangendgrenze haben. Die südliche Begrenzung der Rinne gegen den schluffigen Ton ist dagegen scharf. Etwa 1,5 m höher noch eine dritte Konglomeratlinse, die aber schlecht aufgeschlossen ist, besitzt aber offensichtlich eine ähnliche Struktur. Es wurde ein kleines Stück Jura-Schiefer darin gefunden.

In der Mikroprobe „RM III Kongl. unten“ fand sich geringer Tonanteil, Karbonatgehalt 8%, relativ viele Bohnerz-Bruchstücke. Gelegentlich jurassische Foraminiferen, aber auch Bruchstücke eines kleinen *Discorbis* unsicheren Alters und eine sehr große *Gyroidina*, die wahrscheinlich aus dem Tertiär stammt. Es fanden sich ferner Characeen-Bruchstücke.

Die Mikroprobe „RM III Westwand Kongl. oben“ wies einen Karbonatgehalt von 7% auf. Bei den seltenen Foraminiferen ist eine recht gut erhaltene aufgerollte Form von Interesse, welche große Ähnlichkeit mit *Discorbis planicostae* aus dem Lias besitzt (Taf. VII, fig. 16 bei FRENTZEN). Da sich im Material von FRENTZEN kein Belegexemplar fand, können wir diese Bestimmung nur unter Vorbehalt anführen.

In der Mikroprobe „hintere Konglomeratlinse“ ergab die Karbonatbestimmung 9%, viel Bohnerz. Gestein besonders der größten Fraktion fast ausschließlich braungraue, kalkige Körner, oft mit strahliger Kalkspat-Neubildung. Relativ viele Zahn-Bruchstücke, ohne natürliche Flächen. Gelegentlich Bruchstücke von Jurafossilien, Gastropoden-Fragmente. Sehr selten Characeen-Bruchstücke, relativ häufig Fischzähne. Keine Foraminiferen.

In einer Probe im Ton, also nicht in den Konglomeratlinen, fanden sich keine sicheren Foraminiferen, nur ein vergleichsweise größeres, agglutiniertes Röhrchen organischer, aber nicht näher definierbarer Herkunft.

Auch in diesem Bereich bietet sich das Bild einer limnischen Sedimentation. Gerölle, die durch besonders starke Niederschläge in den See hineingebracht worden waren, wurden in Rinnen abgesetzt. Diese Ablagerungen enthalten besonders gehäuft Wirbeltierreste von Tieren, welche in der Umgebung des Sees lebten. Die hier relativ häufigen Kleinharnische sind weniger Zeugen größerer tektonischer Bewegungen im Zuge der Grabenbildung, sondern eher kleinräumig, zurückzuführen auf begrenzte Schollenkippen und -verschiebungen.

Es ist anzunehmen, daß die Küste am, oder landwärts nicht weit entfernt vom heutigen Grabenrand lag. Es war eine eher flache Küste, von der aus keine ständige, aber immer wieder periodische Anlieferung von Material stattfand. Das Land dahinter muß hügelig gewesen sein, recht intensiv zertalt, da die Wasserläufe sehr unterschiedliche Jurahorizonte angeschnitten hatten. Mittlerer bis höherer Dogger stand sicher noch an, möglicherweise noch Malm (heute ist Dogger die höchste anstehende Jurastufe). Dies wird belegt durch das Spektrum der gefundenen jurassischen Foraminiferen.

Es beginnt etwa mit dem mittleren Lias und geht bis Malm. Weitaus am häufigsten sind Formen des mittleren Doggers. Die Struktur der Kraichgau-Mulde muß schon vorhanden gewesen sein, denn es wurde kein präjurassisches Material gefunden.

Die Foraminiferenfauna in allen beprobten Schichten des Aufschlußkomplexes gibt die folgende Liste wieder:

#### Jurassische Formen:

<i>Ammobaculites agglutinans</i>	III: 4
<i>Ammodiscoides</i> sp.	III: 1
<i>Ammodiscus</i> cf. <i>tenuissimus</i>	IIA: 4; IV: 3; IVC: 6; III: 2,3; III"S"; III"KoU"
<i>Ammodiscus</i> sp.	I: 5;
? <i>Coelodiscus</i> cf. <i>minutus</i>	III: 3; III"S"
? <i>Cristellaria tricarinata</i>	I: 6;
<i>Cristellaria</i> ( <i>Planularia</i> ) <i>cordiformis</i>	III: 4
? <i>Cristellaria</i> ( <i>Saracenaria</i> ) sp.	III: 4
<i>Cristellaria</i> sp.	III: 1
<i>Discorbis planicostae</i>	III"KoU"
? <i>Eoguttulina</i> cf. <i>oolithica</i>	III"S"
? <i>Eoguttulina</i> sp.	I: 22; III: 1
? <i>Epistomina</i> cf. <i>costifera</i>	I: 7,30; III: 3
<i>Epistomina mosquensis</i>	I: 1,3,12,13,14,
<i>Epistomina</i> sp.	I: 30
? <i>Flabellina</i> cf. <i>insignis</i>	III: 2
<i>Fronclularia</i> sp.	III: 3
? <i>Haplophragmoides rotulatus</i>	I: 13; III: 2,3; III"S"
<i>Haplophragmoides subglobosus</i>	I: 2,21,22; III: 1,3; III"KoU"
? <i>Haplophragmoides</i> sp.	I: 30
<i>Lagena</i> sp. (aff. <i>gibbosa</i> )	I: 1,
<i>Lagena</i> sp.	I: 6,7; III: 2
<i>Lenticulina</i> cf. <i>cultrata</i>	I: 1,2,6,16; IV: 3; III: 1,3; III"S"
<i>Lenticulina</i> cf. <i>minuta</i>	I: 1,3,7,14; III"S"
<i>Lenticulina münsteri</i>	I: 1,6,7,12,14; III: 1,2,3; III"S"
<i>Lenticulina</i> cf. <i>quenstedti</i>	I: 2,13,14,15,17,22; III: 1,3; III"S"; III"KoU"
<i>Lenticulina subalata</i>	I: 1,15; III: 1,6; III"S"
<i>Lenticulina</i> cf. <i>varians</i>	I: 12; III: 2
<i>Lenticulina</i> sp.	I: 5,7,12,14,32; IV: 2; III: 3
<i>Lingulina</i> sp.	III: 2
<i>Marginulina</i> sp.,	III: 2
<i>Nodosaria</i> cf. <i>haemimorpha</i>	III: 2
<i>Nodosaria</i> sp.	I: 3,
? <i>Nubecularia macrocephala</i>	I: 1,3,22; III: 1,3
<i>Planularia</i> cf. <i>carino-costata</i>	I: 12; III"S"
? <i>Planularia</i> cf. <i>dyctiodes</i>	I: 18
<i>Planularia stilla</i>	I: 22; III: 1,6; III"S"
<i>Planularia</i> sp.	III: 2; III"S"
<i>Textularia</i> cf. <i>agglutinans</i>	III: 2,3,6; III"S"
<i>Textularia gibbosa</i>	I: 13; III: 2
<i>Textularia</i> sp.	I: 22,
<i>Vaginulina</i> sp.	I: 13; III: 3
<i>Archistrum issleri</i> (Holoth.)	III: 1,3,6
<b>Alttertiäre Formen:</b>	
<i>Discorbis</i> sp.	I: 30; III"KoU"
Buliminidae	I: 30
<i>Eponides</i> sp.	I: 7,21
<i>Gyroidina</i>	III: 1; III"KoU"
<i>Lenticulina</i> cf. <i>paupercula</i>	I: 6
<i>Planularia</i> sp.	I: 6

Erläuterung: Die römischen Ziffern beziehen sich auf die im Text beschriebenen Profile (vgl. Abb. 1). Die arabischen Ziffern bezeichnen die einzelnen Schichten, die hier nur teilweise beschrieben wurden. III“S“ ist Kürzel für RM III „Schrägschichtungseinheit“; III“KoU“ ist Kürzel für RM III „Konglomerat unten“

Die stratigraphische Reichweite der genannten jurassischen Arten umfaßt Horizonte vom Lias (*Discobis planicostae*, fraglich) bis Malm, mit deutlichem Schwerpunkt im unteren und mittleren Dogger. Es sollte jedoch auch hier betont werden, daß bei möglichen Mischfaunen die Bestimmung sehr problematisch ist, denn die Art *Ammodiscus incertus* wird z.B. von FRENTZEN (1941) vom Lias bis Malm, von KIESEL (1962) für das Rupel angeführt; somit ergibt das Bildungsalter der Schichten keine „Vorabklärung“ für die Bestimmung. Wie oben erwähnt, eine Revision der FRENTZEN'schen Arbeit wäre dringend erforderlich.

Die vorläufige Bestimmung der Wirbeltiere erbrachte folgende Resultate:

1. Mikrovertebraten, bestimmt durch O. FEJFAR, Prag: *Cricetodon* sp., *Pseudocricetodon* sp., Eomyidae indet., „*Cainotherium*“ sp., Gelocidae. Für eine exakte biostratigraphische Beurteilung ist das vorhandene Kleinsäuger-Material sicherlich nicht ausreichend, widerspricht allerdings auch nicht einer zeitlichen Einstufung unterhalb der Grande Coupure.

2. Makrovertebraten, Krokodile wurden von T. ROSSMANN und M. RAUHE (beide Karlsruhe), Großsäuger von J. FRANZEN (Frankfurt) bestimmt.

Testudinata:

Es fanden sich sehr häufig Carapaxfragmente und Bruchstücke des postcranialen Skeletts von relativ großwüchsigen, aquatischen Formen. Eine genauere Bestimmung des Materials steht noch aus.

Crocodylia - Leidyosuchidae: *Diplocynodon* sp., sehr selten Ostracodermen und isolierte Zähne

Crocodylia Pristichampsidae: *Pristichampsus* sp., häufig in Form von Ostracodermen und isolierten Zähnen. Es ist darauf hinzuweisen, daß *Pristichampsus* eher terrestrisch adaptiert und stratigraphisch auf das Eozän beschränkt ist.

Carnivora: indet. - I inf. dext.

Equidae: *Anchilophus radegondensis* (GERVAIS, 1848-52) - Maxillarfragment mit (M<sup>2</sup>)-M<sup>1</sup> dext.

Palaeotheriidae: *Palaeotherium magnum* CUVIER, 1804 M<sup>1</sup> sin.; *Palaeotherium medium suevicum* FRAAS, 1869 - P<sup>3</sup> dext., D<sup>1</sup>(P<sup>1</sup>) dext., M sup. dext. Außenwandfragment; *Plagiolophus minor* (CUVIER, 1804) - Astragalus sin., Phal. III/2 sin.

Anoplotherioidea: *Dacrytherium saturnini* STEHLIN, 1910 - M<sup>1,2</sup> dext.; cf. *Xiphodon gracile* CUVIER, 1822 - fragm. M inf. sin. (Talonid); *Anoplotherium commune* CUVIER, 1804 - C sup. dext.

Die biostratigraphische Position der Großsäugerfauna liegt direkt unter der Grande Coupure, bei etwa MP 20. Dies bestätigt die Einstufung von TOBIEN (1987). Es kommt aber der Verdacht auf, daß es sich dabei um eine Mischfauna handeln könnte, aber freilich nur innerhalb des Priaboniums. Eine erneute Umlagerung einzelner Fossilien kann natürlich angesichts der geologischen Situation nicht ausgeschlossen werden.

Eine Begehung im September 1996 zeigte, daß die beschriebenen Aufschlußprofile alle verschwunden sind. Der Mittelteil der Grube ist jetzt ein großer Hohlraum, in dessen Ostwand noch die grünlich-grauen, rotgefleckten Tone und im Westteil die „goldgelben“ Tone angeschnitten sind. Die Schichten von RM III mit den wirbeltierführenden Lagen waren nur noch in einem kleinen Wasserriß angeschnitten.

### 3. Der Rupeltonaufschluß Frauenweiler

#### 3.1 Vorgeschichte

Am Nordrand der nach Norden absinkenden Tertiärscholle kommen die Schichten des Rupels zutage. Die in ihnen getätigten Fischfunde machten die Aufschlüsse in den Tonen schon vor Jahrzehnten bekannt. Im Jahre 1919 beschrieb WAGNER-KLETT „Das Tertiär von Wiesloch in Baden“ Die Fischfauna wurde von WEILER 1931 revidiert. Die Aufschlüsse im „Septarienton“, wie die Formation überwiegend genannt wurde, befanden sich damals im Stadtgebiet von Wiesloch, vor allem im Dämmelwald, später bei Frauenweiler. Der große Aufschlußkomplex der „Tonwarenindustrie Wiesloch“ im Dämmelwald wurde noch von SCHWEIZER (1982) angeführt; heute ist er Bauschuttedeponie und nicht mehr zugänglich. Hier waren vor allem Foraminiferenmergel aufgeschlossen, im Hangenden noch Fischeschiefer.

In der Grube Frauenweiler, die nördlich der seitdem erbauten Autobahn lag, tätigte H. ECKERT, Bruchsal, während der späten 50er und frühen 60er Jahre umfangreiche Aufsammlungen. Sein Material, bestehend aus zahlreichen Fischeskeletten und -zähnen, Mollusken und Krebsen und einem Fledermaus-Fund, befindet sich im Staatlichen Museum für Naturkunde Karlsruhe bzw. im Städtischen Museum Bruchsal. Diese Funde wurden von W. WEILER (1966) bekanntgemacht. Das Grubengelände ist jetzt ein Feuchtbiotop, anstehende Gesteine sind nicht mehr zugänglich. Die kurze Erwähnung von SITTLER (1965) zweier sich gegenüber liegenden Tongruben bei Frauenweiler muß sich ebenfalls auf die Lokalitäten nördlich der heutigen Autobahn bezogen haben, da er die Ortsbestimmung als „knapp nördlich der Abzweigung der Straße nach Rot von der B3“ angibt. Beide Gruben erschlossen die Fischeschiefer, die Grube Nr. I schnitt nahe dem Top auch noch Meletta-Schichten an. Mineralogisch ist bemerkenswert, daß Montmorillonit, der noch in den Foraminiferenmergeln gefehlt hat, im unteren Abschnitt der Fischeschiefer in Erscheinung tritt und auch für die Meletta-Schichten charakteristisch ist, obwohl Illit weiterhin dominiert.

Seit den siebziger Jahren wird überwiegend südlich der Autobahn abgebaut, im Gewinn Unterfeld. Die Grube der Tonwerke Bott-Eder liegt größtenteils noch auf Wieslocher, zum kleineren Teil auf Rauenerberger Gemarkung, Bl. 6718 Wiesloch. Diese Grube wurde bis jetzt nicht bearbeitet und in der Literatur kaum erwähnt. DOEBL (1976) nennt sie kurz und gibt als Schichtenfolge „wahrscheinlich tiefe bis mittlere Meletta-

Schichten“ an. Eine weitere Erwähnung findet sich bei SCHWEIZER (1982), wo nur eine kurze Notiz gegeben wurde unter Anführung der Angaben von DOEBL.

Eine erste Profilaufnahme erfolgte durch LEOPOLD (1991). Er bezeichnete seine drei in der Grube aufgenommenen Profile mit den römischen Ziffern FW I-III. Im Januar 1992 wurde das damals anstehende Profil erneut aufgenommen. Dieses Profil wurde nun als FW IV benannt. Es ist unbedingt darauf hinzuweisen, daß es sich wegen der rasch wechselnden Aufschlußverhältnisse gewissermaßen um eine Momentaufnahme handelt. Im September 1996 mußten wir feststellen, daß der Aufschlußbereich, dessen Westwand wir 1992 aufgenommen hatten, nicht mehr vorhanden ist. In der jetzigen Ostwand der Grube wäre etwa das gleiche Profil jedoch noch zugänglich, wenn auch erst nach Freilegungsarbeiten. Es wurde sogar nach unten bis zum unteren Geodenhorizont erweitert. Es war nicht möglich, die Profile von LEOPOLD im einzelnen wiederzufinden. Die kurze Beschreibung der Mikroproben im Entwurf seiner Arbeit läßt erkennen, daß er im Prinzip die gleichen Schichten aufgenommen hatte, wie wir sie in unserem Profil „FW IV“ angetroffen haben.

Ausführlich beschäftigte sich LEOPOLD mit dem Problem der sog. „Kügelchen“, auf das hier auch eingegangen werden soll. Diese treten in diversen Proben, z.T. gehäuft, auf. Wir haben sie auch in unseren Proben gefunden. LEOPOLD ließ Stereoscan-Aufnahmen anfertigen, die er an einige Kollegen schickte, ohne jedoch eine Lösung zu finden. Es handelt sich dabei um vollkommen runde Kalkkügelchen in der Größenordnung von Foraminiferen, ohne Oberflächenstrukturen und ohne eine erkennbare Mündung. Leider standen uns die Originale der Stereoscan-Aufnahmen nicht zur Verfügung; nach den Xerokopien zu urteilen sind die Kügelchen doppelwandig; im Gegensatz zur äußeren Schale erscheint die Innenseite granuliert, wobei LEOPOLD es offen läßt, ob es sich dabei um eine sekundäre Erscheinung handelt. Wegen des regelmäßigen Auftretens dieser Granulierung erscheint dies jedoch eher unwahrscheinlich. Nun sind solche „Calcisphaeren“ seit langem bekannt, z.T. sind sie auch benannt worden. Die systematische Zuordnung ist nicht gesichert, am häufigsten werden algenähnliche Gebilde vermutet. Doch schon POKORNY (1958) betrachtete es als sicher, daß sie verschiedenen taxonomischen Gruppen angehören. Bemerkenswert ist, daß, soweit uns geläufig, solche Strukturen nur aus dem Paläozoikum und Mesozoikum, nicht aber aus dem Tertiär beschrieben worden sind. Besonders gehäuft treten sie in der Kreide, besonders in der oberen Kreide auf. Die dort beschriebenen Typen lassen sich jedoch nicht unmittelbar mit unseren Formen gleichsetzen. Nach BORZA (1972) z.B. besitzen die Gattungen *Cadosina* und *Palinospaera* jeweils eine, die Gattung *Pithonella* gar zwei „Mund“öffnungen. KEUPP (1978) betrachtete seine unterithonischen *Pithonella*-Formen - übrigens deutlich kleiner, als unsere tertiären Fossilien - als Dinoflagellaten-Reste und stellte sie zu der Gruppe der Thoracosphaeriden. Die jurassisch-kretazische Gattung *Stomiosphaera* ist radial lamelliert und besitzt ebenfalls eine Mundöffnung (BORZA 1964). VILLAIN (1975) beschrieb ausführlich „Calcisphaerulidae“ (incertae sedis) aus der Oberkreide der Provinz Limburg: Seine zwei Formen *Astrosphaerella* bzw. *Bonetocardiella* sind jedoch die strahlenförmig gebauten anorganischen Verstärkungen einer zunächst aus organischer Substanz gebauten Kugel; diese Formen kommen also auch nicht in Frage. VOIGT & HÄNTZSCHEL (1964) befaßten sich ebenfalls ausführlich mit der Zuordnung von solchen aus der westfälischen Oberkreide stammenden Calcisphaeren, als „*Oligostegina*“ benannt. Solche Gebilde - die erhebliche Ähnlichkeit mit unserem Material aufweisen - können auch anorga-

nischen Ursprungs sein. Doch vermuten die Verfasser, daß es sich um organische Gebilde handelt, welche z.B. der Foraminifere *Orbulinaria* ähnlich seien. POKORNY (1958) hält den Vergleich mit Foraminiferen für sehr unwahrscheinlich. Die taxonomische Zuordnung muß nach wie vor offen bleiben; bemerkenswert ist allerdings das junge Alter der „Kügelchen“. Allerdings ist gerade ein ursprünglich kretazisches Alter wegen des Auftretens von kretazischem Nannoplankton nicht auszuschließen. In allerjüngster Zeit beschäftigten sich GRIMM & GRIMM (1996) mit solchen „Kügelchen“ aus dem Fischschiefer und identifizierten sie mit der von SPANDEL (1909) beschriebenen „Foraminifere“ „*Orbulina bituminosa*“. Sie deuten sie als „eingeschwemmte Eier einer küstennahen Crustacee“. Auch diese Erklärung ist unbewiesen, zumal die Eier der rezenten Formen nicht verkalkt sind und daher eine frühdiagenetische Verkalkung der Eihülle angenommen werden mußte. Dafür ist eigentlich kein spezieller Grund ersichtlich. Zudem finden sich solche Kügelchen in den wirklich küstennahen Sedimenten der bisher abgehandelten Formationen nicht. Auch das gelegentlich massenhafte Auftreten spricht gegen diese Deutung.

### 3.2 Beschreibung der Grube im Gewann Unterfeld (Tafel 1.a)

Das im Januar 1992 aufgenommene Profil hatte eine Höhe von knapp 11 m und konnte in 21 Schichten gegliedert werden, die beprobt wurden. Die Proben wurden mikropaläontologisch ausgewertet und auf ihren Karbonatgehalt untersucht. Für die detaillierte Profilbeschreibung verweisen wir auf das Manuskript TRUNKÓ (1997). Das Profil beginnt etwa 1-2 m über dem sog. „Unteren Geodenhorizont“, der im Herbst 1996 in der Grubensohle auswitterte, auf der das aufgenommene Profil begann. Die Profilwand selbst wurde allerdings in der Zwischenzeit völlig abgetragen. Der „Obere Geodenhorizont“ befand sich in der Schicht 2, von oben gerechnet.

Lithologisch gesehen handelt es sich generell um dunkelgraue bis schwarze, mergelige, feste Tone mit hohem Bitumengehalt. Sie sind teils gut geschichtet bis blättrig spaltend, teils aber praktisch ungeschichtet. Der Karbonatgehalt der einzelnen Schichten ist sehr unterschiedlich: Der niedrigste festgestellte Wert war 3%, der höchste 33%; meist bewegte er sich zwischen 10%-20%. Auffälligerweise waren die einzelnen Schichten häufig durch eine dünne Karbonathaut getrennt. Eine generelle Tendenz betreffend Zu- bzw. Abnahme des Karbonats ließ sich nicht feststellen. Der größte Teil des Materials ging beim Schlämmen ab; die Rückstände enthielten hauptsächlich kleine Quarzkörner, meistens kantengerundet. Die größeren Körner sind besser gerundet. In vielen Schichten ist der Markasitgehalt hoch, neben Kügelchen oder formlosen Aggregaten auch immer wieder Ausfüllungen von Grabgängen. Charakteristisch war auch das Vorkommen von Gips, Kalkspat und Glimmer.

Die Fossilführung der Mikroproben ist durch Zähne und Knochenbruchstücke von Fischen dominiert. Sofern sie bestimmbar waren, gehören sie den gängigen Formen an: *Eoliscus (Centriscus) heinrichi*, *Clu-*

*pea* (*Meletta*) *sardinites*. Wesentlich seltener als Teleostier-Reste waren Zähne oder Placoid-Schuppen von Selachiern. Daneben fielen natürlich die im Rupel gängigen Foraminiferenformen an. *Bathysiphon* und *Cyclammina* als häufige Gattungen sollen benannt werden. Globigeridinen vertraten das Plankton. Auch die Verteilung der Foraminiferen in den einzelnen Schichten war sehr unterschiedlich, wobei natürlich eine gewisser Zusammenhang mit dem Karbonatgehalt beobachtet werden kann. Etwa 2 m über der Profilbasis fand sich ein Horizont mit zahlreichen Foraminiferen: *Nodosaria* (sh), *Bolivina* (h), *Cyclammina placenta* und *Elphidium* (relativ h); diese Lage wurde von uns als *Nodosaria*-Horizont bezeichnet. In einigen Lagen waren die oben beschriebenen „Kügelchen“ vorhanden, gelegentlich massenhaft. Schließlich fanden sich immer wieder Reste von Landpflanzen, aber immer nur vereinzelt. Makrofossilien fanden wir nur in der obersten Schicht.

Besonders hervorheben möchten wir diese höchste Schicht des Profils „FW IV 1“: 200 cm, nach oben offen, da abgetragen; geschichteter-dünnebankter Mergel (Bankmächtigkeit: 3-5 cm), innerhalb der Bankung nochmals fein geschichtet, dunkelgrau. Der Gesamteindruck war aber deutlich unterschiedlich von den Schichten im Liegenden. Fossilfunde (im Gelände): *Portlandia* (*Pseudoportlandia*) *deshayesiana* (h), *Achinea unicarinata* (s), *Nucula peligera* (s) und Dekapodenreste. Foraminiferen und Fischreste (Knochen, Zähne) sind in den Mikroproben nicht selten, Seeigelstacheln selten; massenhaft treten markasitische Grabgänge auf. An großwüchsigen Foraminiferen sind *Bathysiphon* und *Cyclammina* auch hier besonders häufig.

Stratigraphische Einstufung: Die einzige bisher in der Literatur gegebene Einstufung - diese auch nur eine vermutete - stammt von DOEBL (1976), nämlich *Meletta*-Schichten. SCHWEIZER (1982) übernahm lediglich seine Deutung. Es ist heute kaum noch möglich festzustellen, ob damals die *Meletta*-Schichten, und eben nur diese, angeschnitten waren oder ob DOEBL auch Fischschiefer als *Meletta*-Schichten angesprochen hatte. Aus heutiger Sicht stellen wir die oberste Schicht „1“ zu den *Meletta*-Schichten, oberhalb des „oberen Geodenhorizontes“ Dies auf Grund der Veränderung der Lithologie und auch der Fauna, vor allem des Auftretens der charakteristischen Lamellibranchiaten. Da es sich dabei um die höchsten in der Grube erschlossenen Horizonte handelt, waren höhere *Meletta*-Schichten entweder gar nicht vorhanden oder sind dem Abbau zum Opfer gefallen. Nach der topographischen Situation in der Grube ist es aber unwahrscheinlich, daß früher noch höhere *Meletta*-Schichten vorhanden waren. Aus heutiger Sicht ist der gesamte Rest der im Abbau erschlossenen Schichten stratigraphisch den Fischschiefern zuzuordnen.

Paläogeographisch gesehen fällt auf, daß sich das Aufschlußgebiet zwar ebenfalls in Grabenrandnähe

befindet, es fehlt aber, im Gegensatz zu den Pechelbronner Schichten, jeder Hinweis auf eine landseitige Beeinflussung. Es sind, im Gegensatz zum westlichen Grabenrand (Eschbach, s.u.), keinerlei gleichaltrige Küstensedimente vorhanden. Vor allem aus der Sicht des erstgenannten Autors läßt das den Schluß zu, daß im Gegensatz zu den meisten paläogeographischen Karten, die unseren Bereich suggestiv als schmale Meeresstraße darstellen, wir es hier mit einem ehemals breiteren Meeresbecken zu tun haben, das weit auf die heutige östliche Grabenschulter übergreifen hatte. Wie weit, läßt sich heute nicht mehr sagen, da auf den heutigen Grabenschultern keine Spur mehr von diesen Sedimenten erhalten geblieben ist. Es ist trotzdem nicht an pelagische Sedimente zu denken, da Insekten und Blätter relativ häufig gefunden wurden, es gibt ja auch den einen Fledermaus-Fund. Vermutlich zog im Bereich der Kraichgau-Mulde, die als tektonische Struktur demnach schon damals vorhanden gewesen ist, eine breitere Bucht ins Hinterland.

Tektonik: In der zweitobersten Lage haben wir folgendes Einfallen gemessen: | - 60/10 SE. Beherrschendes Element ist eine Störung, deren Streichen bei 110°-290° liegt; das scheinbare Einfallen ist gegen S 30°, Versatz ca. 50 cm, Nordflügel gesenkt, stark verruscht. Am Südflügel starke Verschleppung. Nicht zu verwechseln mit dieser tektonischen Schlepplage sind synsedimentäre Abrißmarken, die in einigen Lagen beobachtet werden konnten, insbesondere im höheren Abschnitt. Nördlich und südlich der Störung ändert sich das tektonische Bild, insbesondere die Ausrichtung der Klüfte.

Pleistozänprofil Frauenweiler: Am NW-Rand der Grube war z.Z. der Aufnahme des Profils im Rupelton das Pleistozän angeschnitten. Wir haben die Gelegenheit genutzt, dieses gut aufgeschlossene Profil aufzunehmen. Den B-Horizont (Schicht 1) bildeten 40-60 cm Lößlehm. Darunter vertraten ca. 80 cm feinsandiger Löß (2) den C-Horizont. Bei der Schotterfolge 3-11 handelt es sich um würmzeitliche Flußablagerungen in einer Gesamtmächtigkeit von ca. 3 m.

#### 4. Die Aufschlüsse im Unteren Meeressand bei Eschbach nahe Landau

Als Beispiel der Entwicklung der sog. Unteren Meeressande im mittleren Grabenbereich, welche nur am Westrand auftreten, haben wir den Weganschnitt in Eschbach ausgesucht (Bl. 6814 Landau, <sup>34</sup>28320, <sup>54</sup>49080). Hier sind im Anschnitt des Fußweges zur Madenburg, aber noch im Ort, die Meeressande aufgeschlossen. Das gemessene Einfallen beträgt im oberen Abschnitt des Profils etwa 15°-20° SSE.

Der Aufschluß ist inzwischen stark verwachsen (1996) und befindet sich z.T. im Privatgelände. Das im Januar 1992 aufgenommene Profil soll hier wiedergegeben

werden, da eine zusammenfassende Besprechung der einzelnen, sehr unterschiedlichen Schichten nicht sinnvoll ist. Wir benannten dieses Profil als Eb II, da die von LEOPOLD Ende der 80er Jahre aufgenommenen Profile von ihm als Eb I bzw. Eb Ib sich nicht nachvollziehen ließen.

#### Profil Eb II:

1.) Unter 20 cm Mutterboden liegen 50 cm toniger Mergel, hell oliv, mit sandigen Schlieren, an der Basis Sandlinsen, bis zu 4 cm mächtig. Sie sind gelbbraun, nach unten scharf abgegrenzt. Geröllfrei.

2.) Ca. 2,20 m Konglomerat, teilweise stark verfestigt, große Buntsandstein-Gerölle, kantengerundet und gebleicht. Muschelkalk-Gerölle sind kleiner, häufig mit Spuren von Bohrorganismen. Die stärker verfestigten Partien sind bankweise angeordnet, z.T. verkieselt. Der auffälligste Horizont befindet sich ca. 1,20 m unter Top. Diese Bänke bestehen aus kleinen Geröllen, die schichtparallel angeordnet sind. Eine Neigung ist nicht feststellbar. Geröllhorizonte halten nicht durch, wo sie aussetzen, findet sich die sandige Matrix; der Horizont entwickelt sich ohne scharfe Grenze aus dem Sand. Diese Matrix besteht aus mittel- bis grobkörnigem Sand, Quarzkörner gut gerundet und hell. Im Sand keine Gerölle in der Art wie in der Bank, wohl aber einzelne große Buntsandstein-Blöcke; diese völlig regellos verteilt. Sie liegen meist auf ihrer größten Fläche, aber nicht notwendigerweise schichtparallel angeordnet; die einzelnen Blöcke neigen sich gegen die Anlagerung. Die kleineren Gerölle weisen keine klare Einregelung auf. Größe der Gerölle sehr breit gestreut, eine Sortierung nach Größe ist nicht erkennbar. Dieser Komplex müßte etwa den Schichten Eb I 5-8 bei LEOPOLD entsprechen: Aus Eb I 8 stammt das Säugetiermaterial, welches in LEOPOLD, MUNK & TRUNKÓ 1990 beschrieben wurde.

3.) Ca. 30 cm Sand, geröllführend, die einzelnen gut gerundeten Gerölle sind im cm-Bereich. Dazwischen einzelne größere Gerölle über 10 cm, eckig-kantengerundet. Der Sand ist mittelkörnig, schluffhaltig. Er greift mit mehreren Grenzflächen offenbar erosiv in den liegenden Ton ein. An Fossilien wurden gefunden: *Pycnodonte callifera*, *Glycymeris subterebratularis* (=obovata), *Balanophyllia sinuta*.

4.) 11-17 cm olivgrüner bis grauer Ton, mit unebenen Grenzflächen. Führt häufig kleine Gerölle mit Durchmesser unter 1 cm, bestehend aus Muschelkalk und Quarz. Grobklastische Partien in Schnüren angeordnet; sie sind unten größer, werden nach oben feiner. Die Schicht könnte Eb I 10 von LEOPOLD entsprechen, einem graubraunen Feinsand, bis zu 20 cm mächtig. Diese Probe wurde von Frau Dr. BÁLDI-BEKE, Budapest, auf Nannoplankton untersucht. Insbesondere anhand von *Cyclargolithus abisectus* und *Helicospaera compacta* kam sie zu der Einstufung in die NP 24-Zone, da die erstgenannte Art an der Basis dieser Zone auftritt, die zweitgenannte wiederum mit dieser Zone erlischt; demnach sind wir im Grenzbereich Mittel/Oberoligozän. Die besondere Häufigkeit von *Coccolithus pelagicus* wiederum ist ein Klimaanzeiger, da diese kälteliebende Art in der Paratethys-Region vergleichsweise selten ist (Tafel 1.d).

5.) 50-70 cm Konglomerat, kaum verfestigt. Die kleineren Gerölle unter 2 cm sind gut gerundet, größere Gerölle, aus Buntsandstein bestehend, gut kantengerundet. Matrix Grobsand mit Schluff. Fossilien: *Pycnodonte callifera*, *Glycymeris subterebratularis* (=obovata), *Perna sandbergeri*.

6.) 30-50 cm toniger Mergel, gut geschichtet, schichtweise hellgrau bis graubraun gefärbt, keine Grobklastika, keine

Makrofossilien. Die tiefsten Schichten entsprechen bei LEOPOLD Eb Ib 5, ein geröllführender Sand, 20 cm mächtig, darunter Eb Ib 6, sandiger olivgrauer bis brauner Ton, ohne Mächtigkeitsangabe.

7.) 1,6 m, tiefste aufgeschlossene Schicht, grobsandige Matrix mit auffällig gut gerundeten Sandkörnern, darin auch Schalenbruchstücke. Keine Einregelung feststellbar. Gerölle kaum sortiert, zwischen 1-2 cm bis 80 cm. Größere Gerölle regellos, sie befinden sich vor allem im tieferen Abschnitt. Abgeplattete Gerölle, ob Buntsandstein oder Muschelkalk, sind in der Schichtung eingeordnet, eine geregelte Neigung ist nicht erkennbar. Die kleineren Gerölle bestehen überwiegend aus Muschelkalk, sie sind abgeplattet, gut gerundet. Größtes kantengerundetes Geröll hat die Maße 13x11x8 cm. Im Geröllspektrum überwiegt bei den größeren Geröllen Buntsandstein, bei den kleineren Muschelkalk, vereinzelt Quarz- und Grundgebirgs-Gerölle. Quarzit-Gerölle entstammen vermutlich dem mittleren oder tieferen oberen Muschelkalk. Es finden sich auch mm-Dolomit-Gerölle, bis zu 5 cm, eckig. Relativ fossilreich: *Perna sandbergeri*, *Glycymeris subterebratula*, *Pycnodonte callifera*, *Odontaspis acutissima*. Am häufigsten ist *Perna*.

Der Aufschluß wurde bereits von SITTLER (1965) erwähnt. Er beschrieb die Schichtenfolge als eine Wechsellagerung von konglomeratischen Bänken mit Sanden und Mergeln, alles sehr karbonatisch. Unser Aufschluß wurde bei ihm als „le chemin (Fussweg)“ bezeichnet. Unter den Geröllen dominieren nach ihm Buntsandstein, Muschelkalk und Keuper; sie sind an der Basis größer. Ein Profil wurde nicht gegeben, lediglich lithologische Einheiten benannt. Illit ist das dominierende Tonmineral, Montmorillonit und Kaolinit haben auch einen gewissen Anteil, dies im Gegensatz zu den anderen rupelischen Küstenkonglomeraten.

Einige das Geröllspektrum betreffende Feststellungen finden sich bereits in der Arbeit LEOPOLD, MUNK & TRUNKÓ 1990. Der größte Teil der Gerölle entstammt verschiedenen Stufen des Buntsandsteins und des Muschelkalkes. Letztere Formation ist inzwischen vollständig von der Grabenschulter abgetragen; sie findet sich allerdings in einigen tektonischen Spänen entlang der Hauptstrandverwerfung, jedoch nicht in der Nähe des hier behandelten Gebietes. Die Buntsandstein-Gerölle sind meistens gebleicht; es ist nicht genau zu sagen, ob sie bereits im Schichtverband oder erst auf sekundärer Lagerstätte gebleicht worden sind. Im ersten Fall stammen sie aus der allernächsten Umgebung. Die Buntsandsteinblöcke können ausnahmsweise bis zu 1 m groß sein, die Muschelkalk-Gerölle sind im Mittel kleiner. Es fand keinerlei Sortierung nach der Größe statt. Alle Gerölle sind allenfalls kantengerundet, die Buntsandstein-Gerölle insgesamt flacher, was aber hauptsächlich daran liegt, daß die einem bereits reifen Muttergestein entstammen. Die ebenfalls häufigen Quarzite bzw. Milchquarze sind zwar gut abgerollt, sie liegen aber auf sekundärer Lagerstätte, sie dürften größtenteils ebenfalls aus dem Buntsandstein kommen. Nicht erwähnt werden in der o.g. Arbeit ebenfalls

kantengerundete basaltische Gerölle, die dem wenige km entfernt anstehenden Melaphyr entstammen. Die beträchtliche Größe der Gerölle, die fehlende Sortierung, die geringe Abplattung und der sehr unterschiedliche, meist geringe Grad der Abrundung sprechen für eine recht steile Küste, von der Blöcke direkt zum Strand haben fallen können. Dies wurde auch in der Arbeit LEOPOLD, MUNK & TRUNKÓ 1990 bereits vermutet. Doch der dort erfolgte Ausschluß eines fluviatilen Transportweges muß vielleicht teilweise revidiert werden, hauptsächlich wegen der Anwesenheit der Melaphyr-Gerölle, da dieses Gestein auch damals kaum direkt an der Küste angestanden haben kann. Ferner weist auch die sandige Matrix, die auf die gesamte Serie gerechnet doch den Geröllen mengenmäßig überwiegt, auf einen fluviatilen Transport hin. Es ist nicht anzunehmen, daß dieses Material - dies gilt auch für die quarzitischen Gerölle - allein durch Zerreiben am Strand herrühren könnte und nur durch regressive Phasen allein zu erklären wäre. Am Strand wurden dann die fluviatil herangebrachten und die von der Steilküste herabgefallenen Gerölle zusammen weiter bearbeitet und eingebettet. - Für die Fauna sei auf die o.g. Arbeit verwiesen.

## 5. Literatur

- BAHLO, E. & TOBIEN, H. (1982): Bestandsaufnahme der Säugetiere im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens. *Mainzer geowiss. Mitt.*, **10**: 131-157, 1 Abb., 3 Tab.; Mainz.
- BARTH, S. (1969): Feinstratigraphische und mikropaläontologische Untersuchungen an der Grenze Eozän/Oligozän im Tertiär des Rheingrabens (Pechelbronner Schichten von Rot-Malsch). - 146 S.; Heidelberg. [Unveröff. Diss.]
- BARTH, S. (1970a): Stratigraphie und Tektonik der Tertiärscholle von Rot-Malsch im Rheingraben. - *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, n.F., **52**: 71-95, 10 Abb.; Stuttgart.
- BARTH, S. (1970b): Feinstratigraphische und lithofazielle Untersuchungen der Pechelbronner Schichten von Rot-Malsch (Obereozän/Unterozigozän des Rheingrabens). - *Oberrhein. geol. Abh.*, **19**: 43-60, 7 Abb.; Karlsruhe.
- BATJES, D.A.J. (1958): Foraminifera of the Oligocene of Belgium. - *Mém. Inst. roy. Sci. natur. Belgique.*, **143**: 188 S., 13 Taf., 4 Tab., 15 Kt.; Bruxelles.
- BESSLER, J. (1936): Doggerfossilien aus dem eozänen Konglomerat der Tongrube von Rot-Malsch. - *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **1**: 43-48; Karlsruhe.
- BORZA, K. (1964): Die Gattung *Stomiosphaera* WANNER 1940, in den Westkarpaten. - *Geol. Zbornik*, **15**: 189-195, 2 Taf.; Bratislava.
- BORZA, K. (1972): Neue Arten der Gattungen *Cadosina* WANNER, *Pithonella* LORENZ und *Palinosphaera* REINSCH aus der oberen Kreide. - *Geol. Zbornik*, **23**: 139-150, 42 Abb.; Bratislava.
- DOEBL, F. (1958): Stratigraphische und paläogeographische Ergebnisse neuerer mikropaläontologischer Untersuchungen im Tertiär des Rheintal-Grabens. - *Erdöl u. Kohle*, **11**: 373-376; Hamburg.
- DOEBL, F. (1976): Tertiär im mittleren Rheingraben (Baden-Pfalz). - *Exk.-Führer 46. Jahrestagung Paläontol. Ges.*: D1-D25, 8 Abb.; Karlsruhe.
- DOEBL, F. & MALZ, H. 1962: Tertiär des Rheintalgrabens. - *Leitfossilien der Mikropaläontologie*, **B 10**: 379-398, Tab. 22, Taf. 56-59, Abb. 26-27; Berlin. [Arbeitskr. dt. Mikropaläontologen]
- DOEBL, F., MÜLLER, C., SCHULER, M. & WEILER, H. (1976): Les marnes à foraminifères et les schistes à poissons de Bremelbach (Bas-Rhin). Études sédimentologiques et micro-paléontologiques. Reconstruction du milieu au début du Rupélien dans le Fossé Rhénan. - *Sci. géol. Bull.*, **29**: 285-320, 8 Abb., 3 Taf.; Strasbourg.
- FRENTZEN, K. (1941): Die Foraminiferenfaunen des Lias, Doggers und unteren Malms der Umgegend von Blumberg (Oberes Wutachgebiet). - *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **6**: 125-402, 7 Taf.; Karlsruhe.
- FRENTZEN, K. (1964): Funde von Holothurien-Kalkkörperchen im Jura des Oberrheingebietes. - *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **23**: 31-51, Taf. 3-4; Karlsruhe.
- FÜLÖP, A. (1960): Faziesverhältnisse der Pechelbronner Schichten im Pfälzer Raum unter besonderer Berücksichtigung der Speichergesteine. - *Erdöl u. Kohle*, **13**: 825-826; Hamburg.
- GRIMM, K. I. & GRIMM, M. C. (1996): „*Orbulina*“ *bituminosa* SPANDEL, 1909, ein Mikroprobletamikum aus dem Fischeschiefer (Rupelium) des Mainzer Beckens. - *Mainzer geowiss. Mitt.*, **25**: 49-54, 3 Abb.; Mainz.
- HOFFMANN, K. (1933): Die Rhät-Liasgesteine der Ziegeleitengrube Rot-Malsch. - *Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver.*, n.F., **22**: 50-73; Stuttgart.
- KAASSCHIETER, J. P. H. (1961): Foraminifera of the Eocene of Belgium. - *Mém. Inst. roy. Sci. natur. Belgique*, **147**: 245 S., 16 Taf.; Bruxelles.
- KEUPP, H. (1978): Calcisphaeren des Untertithon der Südlichen Frankenalb und die systematische Stellung von *Pithonella* LORENZ 1901. - *N. Jb. Geol. Miner., Mh.*, **1978**: 87-98, 14 Abb.; Stuttgart.
- KIESEL, Y. (1962): Die oligozänen Foraminiferen der Tiefbohrung Dobbertin (Mecklenburg). - *Freiberger Forsch.-H.*, **C 123**: 98 S., 12 Taf., 3 Tab.; Berlin.
- KRISTAN-TOLLMANN, E. (1965): Revision der Arbeit von K. FRENTZEN: „Funde von Holothurien-Kalkkörperchen im Jura des Oberrheingebietes“ - *Beitr. naturk. Forsch. SüdwDtl.*, **24**: 17-20; Karlsruhe
- LEOPOLD, M. (1991): Sedimentologische Untersuchungen an Tertiärsedimenten der Randfazies im Mittleren Oberrheingraben. - Karlsruhe. [Unveröff. Manuskript]
- LEOPOLD, M., MUNK, W. & TRUNKÓ, L. (1990): Erster Nachweis von Landsäugetierresten im marinen Mitteloligozän des mittleren Oberrheingrabens bei Eschbach/Pfalz, BRD. - *Carolinea*, **48**: 13-20, 7 Abb., 1 Taf.; Karlsruhe.
- MARTINI, E. (1981): Nannoplankton in der Obere-Kreide, im Alttertiär und im tieferen Jungtertiär von Süddeutschland und im angrenzenden Österreich. - *Geol. Bavar.*, **82**: 345-356, 2 Abb., 2 Taf.; München.
- MARTINI, E. (1982): Bestandsaufnahme des Nannoplankton im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens. - *Mainzer geowiss. Mitt.*, **10**: 29-36, 1 Tab.; Mainz.
- MARTINI, E. (1990): The Rinegraben System, a Connection Between Northern and Southern Seas in the European Tertiary. - *Veröff. Übersee-Mus.*, **A 10**: 83-98, 7 Abb.; Bremen.
- MOOS, A. (1934): Die Erdölbohrungen im nördlichen Rheintalgraben bei Bruchsal 1921-1926. - *Dt. Erdöl, II. Folge, Schr. Gebiet Brennstoff-Geol.*, **9**: 12-76, 5 Abb.; Stuttgart.
- NICKEL, B. (1996): Palynofazies und Palynostratigraphie der Pechelbronner-Schichten im nördlichen Oberrheintalgraben. - *Palaeontographica*, **B 240**: 1-151, 21 Taf., 10 Abb.; Stuttgart.

- PAUL, B. (1938): Gliederung und Foraminiferenfauna des Rheintaltertiärs bei Bruchsal. – Mitt. bad. Geol.-Anst., **12** (1): 52 S., 2 Taf., 2 Tab.; Freiburg.
- POKORNY, V. (1958): Grundzüge der zoologischen Mikropaläontologie. – I: 580 S., 549 Abb.; Berlin.
- ROTHAUSEN, K. & SONNE, V. (1984): Mainzer Becken. – Slg. geol. Führer, **79**: 203 S., 21 Abb., 3 Tab., 47 Taf.; Berlin, Stuttgart.
- RÜGER, L. (1928): Geologischer Führer durch Heidelbergs Umgebung. – 351 S., 109 Abb.; Heidelberg.
- SCHAD, A. (1953): Die Bedeutung der Bohrung Karlsruhe 1 für die Beurteilung des Tertiärs im Rheingraben. – N. Jb. Geol. Paläont., Abh., **97**: 99-129; Stuttgart.
- SCHNAEBELE, R. (1948): Monographie géologique du champ pétrolifère de Pechelbronn. – Mém. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine, **7**: 254 S.; Strasbourg.
- SCHWARZ, J. (1984): Bestandsaufnahme der Charophyten im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens. – Mainzer geowiss. Mitt., **13**: 205-213, 1 Tab.; Mainz.
- SCHWARZ, J. (1985): Revision der Charophyten-Flora der Süßwasserschichten und des Kalktertiärs im Mainzer Becken (Ober-Oligozän – Unter-Miozän). – Mainzer geowiss. Mitt., **14**: 7-98, 18 Abb., 10 Tab., 14 Taf.; Mainz.
- SCHWARZ, J. & GRIESSEMER, TH. W. (1994): A Charophyte Flora from the Lower Pechelbronn Formation (?Upper Eocene/ ?Lower Oligocene) of Malsch South of Heidelberg (SW Germany). – J. Micropalaeont., **13**: 147-156, 2 Taf., 4 Abb.; London.
- SCHWEIZER, V. (1982): Kraichgau und südlicher Odenwald. Mit einem Beitrag von R. KRAATZ. – Samml. geol. Führer, **72**: 203 S., 35 Abb.; Stuttgart.
- SITTLER, C. (1965): Le paléogène des fosses rhénane et rhodanienne. Études sédimentologiques et paléoclimatologiques. – Mém. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine, **24**: 392 S., 102 Abb., 120 Tab.; Strasbourg.
- STAESCHE, K & HILTERMANN, H. (1940): Mikrofaunen aus dem Tertiär Nordwestdeutschlands. – Abh. Reichsanst. Bodenforsch., n.F., **201**: 1-26, 53 Taf.; Berlin 1940.
- TOBIEN, H. (1943/1949): Säugetierpaläontologische Daten zur Alterbestimmung des tieferen Tertiärs im Rheintalgraben. – Ber. naturforsch. Ges., **39**: 17-52, 1 Tab., 1 Abb.; Freiburg.
- TOBIEN, H. (1987): The Position of the „Grande Coupure“ in the Paleogene of the Upper Rhine Graben and the Mainz Basin. – Münchner geowiss. Abh., **A**, **10**: 197-202, 1 Abb., 1 Tab.; München.
- TRICART, J. & VONFELDT, J. (1955): La signification paléogéographique des conglomérats oligocènes de la bordure vosgienne. – Bull. Serv. Carte géol. Alsace-Lorraine, **8** (1): 105-118, 4 Abb., 3 Tab.; Strasbourg.
- TRIEBEL, E. (1963): Ostracoden aus dem Sannois und jüngeren Schichten des Mainzer Beckens: 1. Cyprididae. – Senckenbergiana lethaea, **44**: 157-207, 12 Taf.; Frankfurt.
- TRUNKÓ, L. (1984): Karlsruhe und Umgebung. – Samml. geol. Führer, **78**: 227 S., 28 Abb., 3 Tab., 19 Taf., 2 Faltbeil.; Berlin, Stuttgart.
- TRUNKÓ, L. (1997): Bericht zum Forschungsprogramm „Sedimentologische Untersuchungen an Tertiärsedimenten der Randfazies im Mittleren Oberrheingraben“ gefördert von der DFG in den Jahren 1988-1991. – 62 S, 1 Tab., 6 Abb., 11 Fotos; Karlsruhe. [Unveröff. Manuskript]
- VILLAIN, J.-M. (1975): „Calcisperulidae“ (incertae sedis) du Crétacé supérieur du Limbourg (Pay-Bas), et d'autres régions. – Palaeontographica, **A** **149**: 193-242, 76 fig., 9 Taf.; Stuttgart.
- VOIGT, E. & HÄNTZSCHEL, W. (1964): Gradierte Schichtung in der Oberkreide Westfalens. – Fortschr. Geol. Rheinld.-Westf., **7**: 495-548, 7 Abb., 18 Taf.; Krefeld.
- WAGNER, W. (1938): Das Unteroligozän (Sannoisien) im Rheintalgraben unter Berücksichtigung seiner Lagerstätten. Notizbl. Ver. Erdkunde hess. geol. L.-Anst., (V) **19**: 120-149, 2 Kt., 2 Taf., 4 Abb., 1 Tab.; Darmstadt.
- WAGNER, W. (1956): Zur Frage der Altersbeziehung von Meeressand zu Rupelton im Mainzer Becken und im Rheintalgraben. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **84**: 212-215; Wiesbaden.
- WAGNER-KLETT, W. (1919): Das Tertiär von Wiesloch in Baden, ein Beitrag zu seiner tektonischen, stratigraphischen und paläontologischen Kenntnis. – Jber. Mitt. Oberrhein. geol. Ver., **8**: 73-118, 3 Taf.; Karlsruhe.
- WEBER, H. (1935): Die neuen nordbadischen Erdölbohrungen. – Bad. geol. Abh., **7**: 119-130, 2 Abb.; Karlsruhe.
- Weber, H. (1937): Eozän und Unteroligozän in den Kraichgauhöhlen von Ubstadt und Rot-Malsch, südlich Heidelberg. – Bad. geol. Abh., **9**: 52-74, 4 Abb.; Karlsruhe.
- WEILER, H. (1956): Über einen Fund von Dinoflagellaten, Coccolithophoriden und Hystrichosphaeren in Tertiär des Rheintales. – N. Jahrb. Geol. Paläont., Abh., **104**: 129-147, 18 Abb., 3 Taf.; Stuttgart.
- WEILER, H. (1982): Bestandsaufnahme des Phytoplanktons (Dinoflagellaten-Zysten, Prasinophyceae und Calcionelloiden) im „prä-aquitane“ Tertiär des Mainzer Beckens. – Mainzer geowiss. Mitt., **10**: 13-17, 1 Tab.; Mainz.
- WEILER, H. (1988): *Pterospermella* EISENACK (1972) (Prasinophyceae); Morphotypen aus mitteloligozänen Sedimenten Südwestdeutschlands. – Mainzer geowiss. Mitt., **17**: 283-312, 43 Abb., 2 Tab.; Mainz.
- WEILER, H. (1990): Calcisphaeren aus den oligozänen Schichten des Mainzer Beckens und des Oberrheingrabens. – Mainzer geowiss. Mitt., **19**: 9-48, 89 Abb. 1 Tab.; Mainz.
- WEILER, W. (1928): Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens. 3. Die Fische des Septarientones. – Abh. hess. geol. L.-Anst., **8** (3): 1-63, 6 Taf.; Darmstadt.
- WEILER, W. (1931): Revision der Fischfauna des Septarientones von Wiesloch bei Heidelberg. – Sitz.-Ber. Heidelberger Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 1931, **11**: 13 1 Taf.; Berlin, Leipzig.
- WEILER, W. (1953): Die Verbindung des mitteloligozänen Rheingrabens mit dem Mittelmeer. – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., n.F., **31**: 21-29; Stuttgart.
- WEILER, W. (1961): Die Fischfauna des unteroligozänen Melanientones und des Rupeltones in der hessischen Senke. – Notizbl. hess.L.-Amt Bodenforsch., **89**: 44-65; Wiesbaden.
- WEILER, W. (1966): Die Bedeutung der Fischfunde im Rupelton der Tongrube Frauenweiler bei Wiesloch südlich Heidelberg. – Z. rhein. naturforsch. Ges. Mainz, **4**: 17-25, 9 Abb.; Mainz.
- WEYL, R. (1938): Sedimentpetrographische Studien zur Paläogeographie des Oligozäns im nordwestlichen Rheintalgraben. – N. Jb. Miner. etc., Abt. B, Beil.-Bd. **80**: 31-62, 11 Abb., 11 Taf.; Stuttgart.
- WILSER, B. (1922): Cyrenenmergel (?) bei Rot-Malsch (Baden). – Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., n.F., **11**: 16-22, 2 Abb.; Stuttgart.
- WIRTH, E. (1950): Die Erdölvorkommen von Bruchsal in Baden. – Geol. Jb., **65**: 657-706, 6 Abb.; Hannover.
- WIRTH, E. (1954): Die nördliche Verbreitungsgrenze des Unteroligozäns im Rheintalgraben und ihre wirtschaftliche Bedeutung. – Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **82**: 168-189, 4 Abb.; Wiesbaden.
- WIRTH, E. (1962): Die Erdöllagerstätten Badens. – Abh. geol. L.-Amt Bad.-Württ., **4**: 63-80, Abb. 25-34; Freiburg.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carolinea - Beiträge zur naturkundlichen Forschung in Südwestdeutschland](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [56](#)

Autor(en)/Author(s): Trunko Laszlo, Munk Wolfgang

Artikel/Article: [Geologische Beobachtungen in drei tertiären Aufschlußkomplexen im Randbereich des Mittleren Rheingrabens 9-28](#)