Dieter Nottmeyer:

Stratigraphische und tektonische Untersuchungen in der rheinischen Vorbergzone bei Siebeldingen-Frankweiler

Auf Grund der (hier teilweise erstmalig veröffentlichten) Ergebnisse von Tiefbohrungen und eines ausgedehnten Schürfprogramms werden die Stratigraphie (S. 39) und die Tektonik (S. 81) des Gebietes entwickelt sowie die tertiäre Terminologie einer kritischen Betrachtung unterzogen (S. 53).

Das Gebiet wird erkannt als Bindeglied zwischen heute weit auseinanderliegenden Faziesräumen des Rheintal-Mesozoikums und als Übergangszone fazieller Verzahnung von überwiegend alttertiärer Sedimentation im Süden zu mächtigem Jungtertiär im Norden. Das Mesozoikum stimmt weitgehend überein mit dem badischen und mit dem unterelsässischen Grabenrand.

A. Einleitung

Im Gegensatz zum rechtsrheinischen Grabenrand schiebt sich zwischen Haardtgebirge und Rheinebene als morphologischer Übergang ein lebhaft bewegtes Hügelland ein: Die durch ihren Weinbau berühmte V o r b e r g z o n e. Mesozoische und tertiäre Schichten stehen hier in hochgelegenen, teils flach, teils steilgestellten Schollen an.

Westlich Landau, im Norden und Süden des Queichtales treten vornehmlich mesozoische Schichten in einer Ausdehnung zu Tage, wie sie sonst nicht im Bereich der rheinpfälzischen Vorbergzone angetroffen werden. Ihre Verbreitung ist ungefähr umrissen durch ein von den Orten Albersweiler-Siebeldingen-Frankweiler gebildetes Dreieck. Dieses ist Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Bereits Gümbel erkannte in ersten Begehungen 1846 und 1848 in Lesesteinen und Aufschlüssen anstehenden Oberen Muschelkalk, bunte Tone und Mergel mit Kohleschmitzen des Keupers sowie Kalke des Lias. (Reis 1921 — Gümbel 1865).

1894 erschien Gümbel's „Geologie von Bayern", in der erstmals eine Beschreibung des Gebietes Frankweiler-Siebeldingen erfolgte. 1897 wurde Blatt Speyer (Nr. XVIII der geologischen Karte von Bayern, 1:100 000) herausgegeben, bearbeitet von Gümbel nach den Untersuchungen seiner Mitarbeiter von Ammon, Leppla, Pfaff, Reis und Thürach. Hier war es vornehmlich Thürach (1894), der in den Jahren 1888—1893 gerade die Vorbergzone, im Maßstab 1:25 000, vorkartierte. Seine Manuskriptblätter sind als Zweitkopien zum Teil im Geologisch-paläontologischen Institut der Universität Heidelberg erhalten geblieben, jedoch ohne Aufzeichnungen oder Erläuterungen irgendwelcher Art.

Damit endete eine erste Periode der Untersuchung und zusammenfassenden Beschreibung, nicht zuletzt auch auf Grund der schlechten Aufschlußverhältnisse. Bis zum heutigen Tage wurde das Arbeitsgebiet le-

diglich mit einzelnen Fundpunkten im Rahmen regionaler Untersuchungen, vor allem des Tertiärs, erwähnt. So KESSLER (1909) in der Diskussion der mitteloligocänen Küstenkonglomerate, BUCHER (1913) mit eingehender Beschreibung des jüngeren Tertiärs der Rheinpfalz. REIS untersuchte tertiäre Algenkalke und Stromatolithe und gab eine genaue Aufnahme des Steinbruches im Oberen Muschelkalk (beide Arbeiten 1923 a, b). VAN WERVEKE beschrieb zwei Bohrungen bei Godramstein (1923, dazu REIS 1923 c). Zuletzt JÜNGST (1938), der den Lias bei Siebeldingen bearbeitete und PLEWE (1938) mit geomorphologischen Studien am pfälzischen Rheingrabenrand, in denen erstmals nach längerer Zeit Teilergebnisse spezieller Arbeiten mit eigenen Beobachtungen zusammengefaßt wurden.

Das Fehlen einer Spezialkartierung, auch im Hinblick auf neue Erkenntnisse, vor allem des rheinischen Tertiärs, sowie die bisher kaum behandelte Frage nach der Ursache der besonderen geologischen Verhältnisse im vorliegenden Gebiet, gaben die Veranlassung zu einer eingehenden Untersuchung. Außerdem bestand erdölgeologisch ein gewisses Interesse an einer erneuten Aufnahme dieses Gebietes, führten doch bereits lange vor dem ersten Weltkrieg auffällige Ölausbisse und Asphaltspuren in und um Frankweiler zu ausgedehnten Aufschlußarbeiten, über deren geologische Ergebnisse jedoch nur unsichere und dürftige Angaben vorliegen (s. S. 55). Zudem erforderten Zweifel an der Richtigkeit der vor mehr als 60 Jahren vorgenommenen Einstufung mesozoischer und tertiärer Schichten eine Revision der alten Kartierung.

Neben den im Anhang zitierten Arbeiten konnten dank dem Entgegenkommen der an den Aufschlußarbeiten beteiligten Firmen erstmalig die Ergebnisse von Tiefbohrungen verwertet werden, die, vor dem letzten Kriege abgeteuft, seinerzeit der Geheimhaltung unterlagen.

Von Süden nach Norden angeordnet, lagen folgende Bohrungen vor: (siehe Tafel 4 Seite 82)

„Rechtenbach 1 und 2" (nur im Kurzprofil bekannt, ohne Kernbeschreibung und Angabe von Ort, Datum und Bearbeitern).

„DPAG Pfalz 1" (Reichsdarlehnsbohrung Nr. 336, im folgenden abgekürzt RB) 1936 abgeteuft bei Göcklingen, im Text als „Göcklingen 1" bezeichnet. (Bearbeiter: BRILL, HASEMANN, KRAISS, NATHAN, PILGER und RAUPACH).

„Birkweiler 1", Brunnenbohrung während des letzten Krieges, von mir an Hand der im Birkweiler Schulhaus vorliegenden Proben aufgenommen.

„Rheinpfalz 1" (RB 421) 1937 abgebohrt, und „Rheinpfalz 2" (RB 421 a) 1937—1938, südlich und östlich Frankweiler. (Bearbeiter: HASEMANN, HINTZE).

„DEUTAG Pfalz 1" (RB 312) 1937 südlich Neustadt abgeteuft, im Text als „Neustadt 1" genannt. (Bearbeiter: HASEMANN, HEIDORN).

Zur Klärung der Stratigraphie erfolgten in den Tiefbohrungen einige mikropaläontologische Untersuchungen durch STAESCHE.

Außerdem wurden die alten Bohrungen „Godramstein I und II" (VAN WERVEKE 1923), 1904 und 1905 abgebohrt, hinzugezogen, da ihre Neubearbeitung im Rahmen der vorliegenden Aufschlüsse möglich scheint

(s. B. II). Ebenso wurden die Bohrungen der Landauer Aktienbrauerei auf der Wollmesheimer Höhe, südwestlich der Stadt, unter dem Namen „Landau I und II" (1894—1896) von BUCHER (1913 S. 15) übernommen.

Alle anderen, erreichbaren Angaben über Bohrungen in und um Frankweiler scheiden auf Grund unsicherer Ortsangaben und unzulänglicher Profilbeschreibungen aus.

Kernmaterial ist, abgesehen von den (?Schlammbüchsen-) Proben der „Birkweiler 1", nur von „Rheinpfalz 1 und 2" bekannt, jedoch durch Kriegseinwirkung durcheinandergeraten und nur sehr bedingt verwertbar.

(Ein Teil der älteren Bohrungen konnte als doppelt zitiert nachgewiesen werden. (S. S. 54.)

Nachdem sich eine Kartierung mittels der üblichen feldgeologischen Methoden infolge der schlechten Aufschlußverhältnisse als undurchführbar erwies, wurde ein ausgedehntes Schurfprogramm aufgestellt und durchgeführt. Ihm folgte die geologische Aufnahme aller gebirgsrandnahen Schußpunktbohrungen der späteren seismischen Untersuchung. (Die Lage der bearbeiteten Tief-, Schurf- und Schußpunktbohrungen ist in der Kartierung bzw. den Profilschnitten eingetragen.) Im einzelnen wurden ausgewertet: 185 Stockbohrungen (max. 0,8 m tief), 128 Handbohrungen (von 2,5—7,0 m), 226 „Kartierbohrungen" mit dem Handbohrgerät (einheitlich 1,5 m tief), 46 Schurfgräben und -schlitze (von 1,0—2,0 m Tiefe), 13 Flachbohrungen von einer fahrbaren Bohranlage (ITAG 100) ausgeführt, 20,0—60,0 m tief, (im Text mit einer Nummer über 1000 gekennzeichnet, z. B. „1003" oder „1024") — und 145 Schußpunktprofile (im Text mit „P" bezeichnet, z. B. „P 71"). Aus diesem Material gelangten 280 Proben zur mikropaläontologischen Untersuchung, vor allem aus Bereichen vermuteten Tertiärs, das seinerzeit auf Grund der petrographischen Ähnlichkeit Schichten der Trias zugeordnet wurde. Eine sedimentpetrographische Bearbeitung erschien zwecklos, nicht nur, weil ein großer Teil des Materials aus oberflächennahem Verwitterungsboden stammt, sondern auch weil keine regionalen Untersuchungen vorlagen mit Ausnahme von R. WEYL (1938).

Zur Bestätigung oberflächengeologisch vermuteter Zusammenhänge, wie Anstieg oder Neigung der Schichten auf größere Entfernung, Lage von Störungszonen usw., wurden Erstauswertungen der Reflexionsseismik in beschränktem Umfang zum Vergleich herangezogen. Ebenso konnte Einblick in die 1937—1938 durchgeführten speziellen Drehwaagemessungen des Raumes Siebeldingen-Frankweiler genommen werden. (Anschlußmessungen an die geophysikalische Reichsaufnahme. CLOSS 1937.)

Alle Ortsangaben beziehen sich auf die Blätter Edenkoben (6714) und Landau (6814) der Karte 1:25 000.

Die ausgelesenen Proben und deren Rückstände sowie Lesesteine und Fossilien, sind im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Heidelberg hinterlegt.

Das gesamte restliche Probenmaterial, einschließlich der Kerne von Schurf- und Schußpunktbohrungen, wird in dem Bohrarchiv der „Wintershall-AG-Erdölwerke Nienhagen, Geologisches Büro Bruchsal" aufbewahrt.

An Abbildungen sind beigefügt unter der Bezeichnung:

TAFEL 1: Geologische Karte*) (Seite 40)

„ 2: Ein stratigraphisches Schema des Tertiärs im westlichen Rheintalgraben (Seite 41)

„ 3: Eine Profilfolge (Seite 42/43)

„ 4: Eine tabellarische Übersicht der Tiefbohrungen der südlichen Vorderpfalz (Seite 82)

B. Stratigraphie

I. MESOZOIKUM

Die ältesten am Aufbau der Vorbergzone beteiligten mesozoischen Schichten gehören dem Muschelkalk an. Trotzdem soll zur Abrundung des Gesamtbildes auch ein kurzer Abriß der älteren Ablagerungen im benachbarten Gebirge und dessen Rand hinzugefügt werden. Im Süden zumeist aus Mittlerem, dann Unterem Buntsandstein bestehend, steht in den Tälern zunehmend Rotliegendes (mit gelegentlichen Zechsteinaufschlüssen) an, das etwa ab Ranschbach den Hauptanteil der randnahen Höhen stellt. Lediglich der Hohberg westlich Birkweiler ist noch von einer Kappe Unteren Buntsandsteins bedeckt. Höhepunkt dieses Nordanstieges sind die eindrucksvollen Albersweiler Steinbrüche zu beiden Seiten des Queichtales im Grundgebirge. Die hoch-metamorphen Gesteine (eine Untersuchung dieser Aufschlüsse ist z. Zt. im Gange) werden nach THÜRACH (1894) von unterem Oberrotliegendem überdeckt, wobei der im nördlichen Steinbruch auftretende Melaphyr als Grenzmelaphyr gedeutet wird. Hier erreicht die Absenkung des randnahen Grabenbereiches einen Höhepunkt mit annähernd 1000 m Sprungbetrag. (Lias gegen Oberrotliegendes, s. Tafel 3, Profil 2.) Weiter im Norden verschwinden die permischen Ablagerungen wieder unter Buntsandstein, der bereits bei Albersweiler in einer vorgelagerten Gebirgsscholle in auffälliger Weise nach Nordosten in den Graben vorspringt. (s. u. Abschnitt „Tektonik".) Der untere Teil des Mittleren Buntsandsteins ist lediglich in morphologisch nicht hervortretenden, schmalen Schollenstreifen am Gebirgsrand erhalten (s. Tafel 2, 3). So im Westteil des Taschberges und Kastanienbusches. (Trifelsstufe)

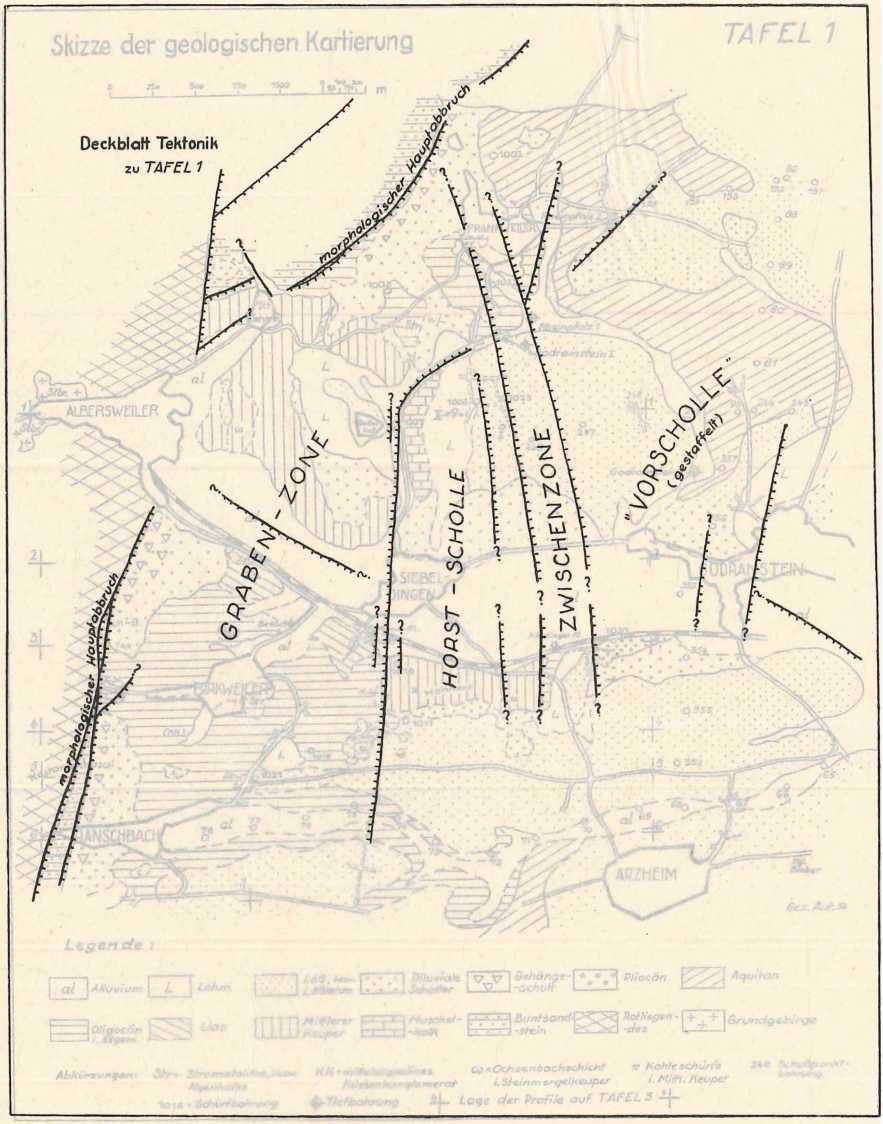
1) Muschelkalk

Unterer Muschelkalk (mu): Wellenkalk (mu_2) ist ähnlich der rechtsrheinischen Fazies als Schaumkalk mit nach REIS (1923a) liegender „Bohrwürmerbank", überlagert von dünnplattig-knauerigen Kalken, erschlossen. Er tritt in etwa 2 m hohen Böschungslöchern westlich Birkweiler (s. Kartierung, Tafel 1) auf und deutet auf eine kleine Randscholle flacher Lagerung. Ähnliche, aber stark verrutschte Aufschlüsse nördlich St. Johann gehören vielleicht hierher. Das Vorkommen in dem Tälchen westlich Birkweiler wurde von REIS (1923a S. 149) beschrieben. Tieferer Muschelkalk, sowie die Grenze zum Oberen Buntsandstein ist unbekannt.

Mittlerer Muschelkalk: ist nicht aufgeschlossen. Möglicherweise gehört das „rote drückende Gebirge" in der „Godramstein I" bei 294 m hierher (s. Tafel 3, Profil 1) (VAN WERVEKE 1923). Das häufige Auftreten von schwarzen, oolithischen Hornsteinen des Mittleren Muschelkalkes (bis kopfgroß) in Konglomeraten des Tertiärs und diluvialen Bildungen (s. S. 81), spricht für einst anstehenden Mittleren Muschelkalk, der inzwischen völliger Abtragung unterlag.

Oberer Muschelkalk: Östlich des Geilweiler Hofes an der Weinstraße im Keßler'schen Kalkbruch in ca. 7,5 m Höhe erschlossen und nur an dieser

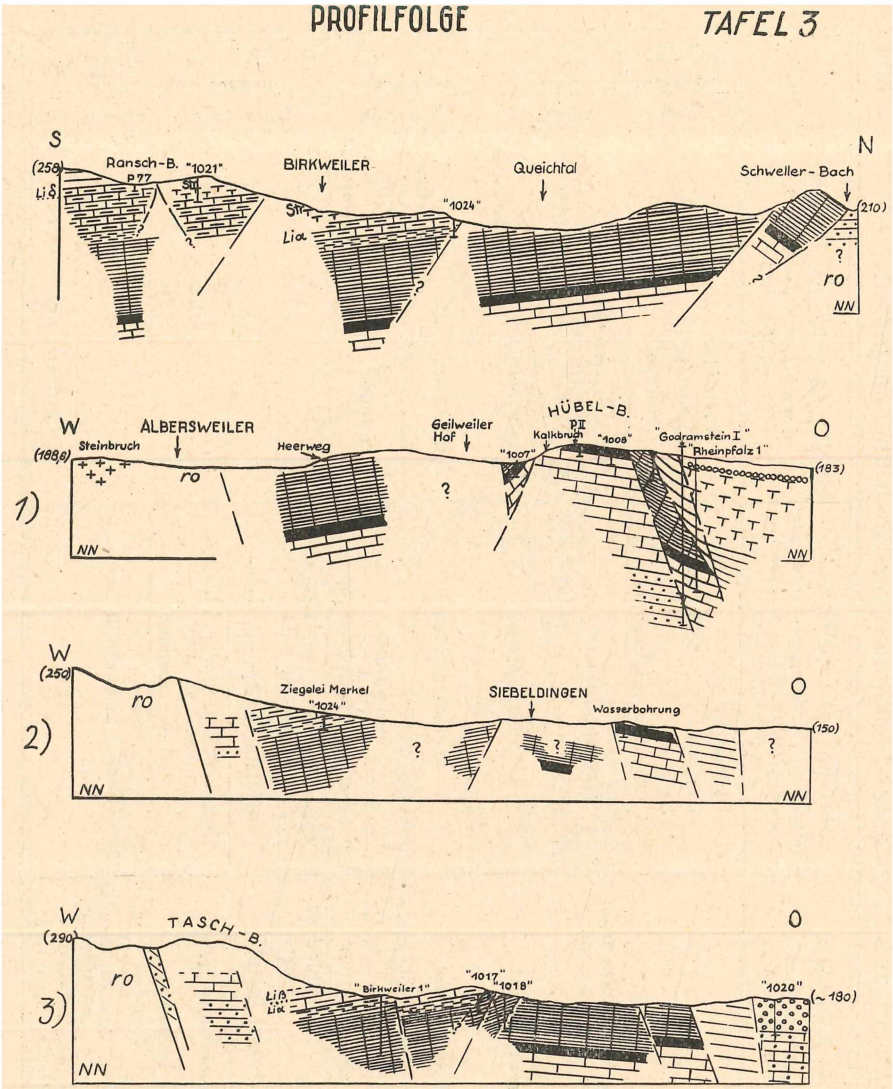
*) Fußnote des Schriftleiters: Wer die Karte Tafel 1 farbig anlegen will, möge folgende Farben wählen: Pliocän hellgelb, Miocän (Aquitan) orange, Oligocän hellgrün; Jura blau, Keuper rotbraun, Muschelkalk blauschraffiert oder blaupunktiert, Buntsandstein dunkelbraun, Rotliegendes rotschraffiert oder rotpunktiert.


Skizze der geologischen Kartierung
TAFEL 1
Deckblatt Tektonik
zu TAFEL 1
morphologischer Hauptabbruch
GRABEN - ZONE
HORST - SCHOLLE
ZWISCHENZONE
"VORSCHOLLE"
(gestaffelt)
morphologischer Hauptabbruch
ALBERSWEILER
ARZHEIM
Legende:
Alluvium
Lehm
Löß, sandiger Lößlehm
Diluviale Schotter
Gehänge-schutt
Pliocän
Aquitan
Oligocän i. Allgem.
Lias
Mittlerer Keuper
Muschel-kalk
Buntsand-stein
Rotliegen-des
Grundgebirge
Abkürzungen:
Str = Stromatolithe, sonst Algenkalke
KK = mittelfränkisches Kalkarkosenkonglomerat
ω = Ochsenbachschicht i. Steinmergelkeuper
Kohleschürfe i. Mittl. Keuper
Schußpunkt-bohrung
Schürfbohrung
Tiefbohrung
Lage der Profile auf TAFEL 3

Stratigraphisches Schema des Tertiärs im westlichen Rheintalgraben

Stufe			Unterteilung	PECHELBRONN und angrenzende Gebiete (SCHNAEBELE, 1948)	SÜDL. VORDERPFALZ Rechtenbach - Gödklingen - Frankweiler (nach HASEMANN, 1937 u. a., ergänzt NOTTMEYER, 1954)	WESTL. MAINZER BECKEN (nach WENZ, W. WAGNER, GEIB, DOEBL, 1953)	Stufe	
OLIGOCÄN	Aquitanien		Niederröderner Sch.	?	Hydrobien-Corbicula-Cerithien-Schichten; Übergang konglomeratisch	Hydrobien-Corbicula-Cerithien-Schichten	Aquitanien	MIOCÄN unteres
	Chattien	oberes		Gelb-bunte Süßwassermergel (im Detail wenig bekannt)	Süßwasser-Zone: Süßwasserschichten „Landschneckenkalk"	Süßwasser-Zone: Süßwasserschichten (Mergel) „Landschneckenkalk" *)	Chattien	OLIGOCÄN oberes
		unteres	Graue Schichtenfolge	Cyrenenmergel	Cyrenenmergel	Cyrenenmergel / Kalkfazies		
	Rupélien	oberes		Melettaschichten	Melettaschichten	Schleichsand / Ob. Meeressand	Rupélien	mittleres
		unteres		Fischschiefer	Fischschiefer	Rupelton / Unt. Meeressand		
				Foraminiferenmergel	Foraminiferenm. + Meeressand („Küsten K.")			
	Sannoisien	oberes	Pechelbronner Schichten ob.	Normalfazies / verschiedene Fazies	Obere Pechelbronner Schichten (konglomeratisch)	?	Sannoisien	unteres
		mittl.		Fossilreiche Zone	im Süden Fossilreiche Zone			
		unteres	unt.	Untere bituminöse Zone	Untere Pechelbronner Schichten (konglomeratisch)			
EOCÄN	mittl.	oberes	Dolomitische Gruppe	Rote Leitschicht	Rote Leitschicht		oberes	EOCÄN mittl.
				Dolomitische Zone / Zone dolomitischer Mergel, Zone der Mergel mit Anhydrit	(Grüne) Lymnäenmergel	?		
				Übergangszone (Bohnerze - Süßwasserbildungen - Bunte Tone)	?	Ölschiefer von Messel		

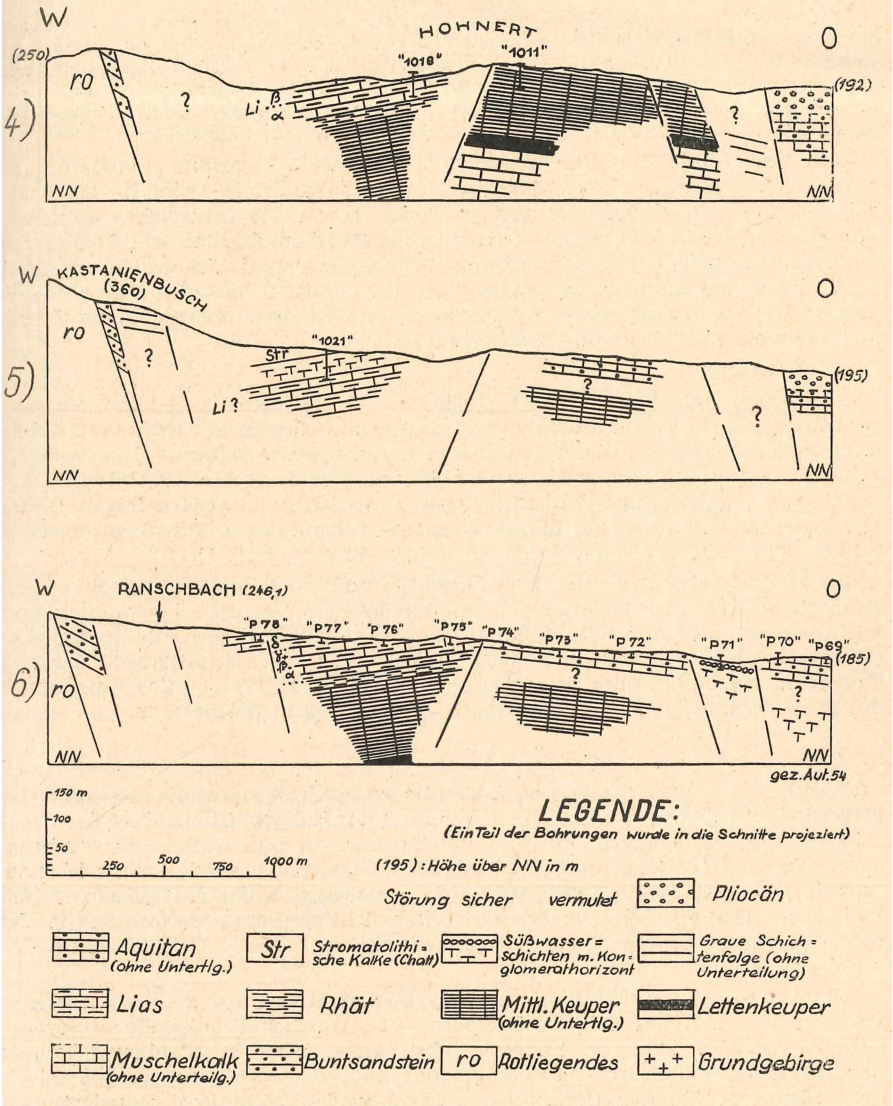
*) Kalke m. Terebralia rahti



Stelle genauer einzustufen. Im Liegenden oberer Trochitenkalk etwa 3—4 m mächtig, begrenzt von einer schmalen (0,1 m), an der Bruchwand deutlich erkennbaren Bank, die der Spiriferinabank des rechtsrheinischen Gebietes entsprechen könnte. (*Spiriferina fragilis* in Lesesteinen beobachtet.) Darüber knauerige Kalke mit schiefrig-tonigen Mergellagen, zum unteren Nodosuskalk gehörig, dessen Restprofil hier ca. 2,5—3,0 m beträgt. Höhere Schichten wurden nicht erkannt, *Ceratites nodosus* fand sich nur selten in Lesesteinen im Bruch und auf der Höhe des Hübel-Berges (s. a. Reis 1923a, S. 150/1). Die Schichten streichen NNO bei einem Einfallen von 10—15 Grad OSO. Anstehend wurde

PROFILFOLGE

FORTSETZG. TAFEL 3



Oberer Muschelkalk sonst nicht beobachtet, dagegen in folgenden Bohrungen erkannt:

„P II" (Hübel-Berg). Von 22,0—24,0 m ET (= bedeutet hier und im weiteren Text: Endteufe) feinkristalliner, dolomitischer Kalkstein von dunkelgrauer bis graubrauner Farbe.

„1007" Von 30,0—32,5 m (ET). Teilweise dolomitischer Kalkstein, mittelgrau, z. T. oolithisch, sonst deutlich geschichtet mit 62° Neigung. Sicherlich höher als das Anstehende des Keßlerschen Bruches.

„1008": 37,5—39,5 m (ET) Feinkristalliner, dolomitischer Kalkstein, mittelgrau, lumachellös mit Bonebeds. Vermutlich Aequivalent des Semipartituskalkes, da Lettenkeuper ohne erkennbare Störung auflagert.

„1022": 20,0—22,0 m (ET) wie „1008".

„Rheinpfalz 1": bei ca. 229,5 m, nach Kernbeschreibung, beginnend mit 4,5 m Dolomit, grau mit Tonsteinlagen, dunkelschwarzgrau. Bonebeds, dann 0,3 m Tonstein, schwarz geschichtet mit Sandsteinschmitzen und Bonebed. Bis zur ET 250,31 m Kalksteine, teils dolomitisch, grau, bis zu 0,5 m mächtig, mit Tonsteinzwischenlagen, kalkig, auch dolomitisch, grau, hart und bis zu 1,0 m mächtig. Bei 238,5 m Schmitzen äußerst feinkörnigen Sandsteins, hin und wieder Muschellagen, Fischschuppen und Kriechspuren.

Das wechselnde Einfallen (20 — 25°) läßt gestörte Lagerung und daher nur scheinbare Mächtigkeit vermuten. Der Tonstein-Sandstein-Dolomit- bis Kalksteinwechsel bei schwarz bis grauer Farbe, sowie die zahlreichen Bonebeds könnten auf das Niveau der rechtsrheinischen Bairdienschichten schließen lassen. Da aber die fazielle Verzahnung von Lettenkeuper und Oberem Muschelkalk im vorliegenden Gebiet, auch regional, nicht hinlänglich bekannt ist, dürfte die genaue Horizontierung schwierig sein, wie auch die hier übernommene Grenzziehung wohl nicht frei von Unsicherheit ist.

„Godramstein I".

Die schon von Van Werveke (1923) auf Grund von Spül- und Meisselproben geäußerte Vermutung, daß es sich hier um Oberen Muschelkalk handele, kann durch Vergleiche mit der benachbarten und sicherer faßbaren „Rheinpfalz 1" erhärtet werden. Ab 228,1 m Kalksteine, grau und hart, wechsellagernd mit Kalksandsteinen, hellgrau und glimmerführend, sowie hellgrauen Mergellagen. Häufig Pyrit. Bei 294,0 m durchfuhr die Bohrung eine Störung (s. u. Mittlerem Muschelkalk S. 39) zu vermutlichem Buntsandstein (s. Tafel 3, Profil 1).

Es ist nicht möglich, an Hand der lückenhaften Profile eine Mächtigkeitsangabe zu machen. Es ist aber anzunehmen, daß die aus dem Unterelsaß bekannten Verhältnisse auch hier Anwendung finden können. Dort gelten nach älteren Angaben (Werveke 1911 und 1913) etwa 60,0 — 70,0 m als Durchschnittswert für den Oberen Muschelkalk, nach Schnaebelé (1948, Tab. B, 16/17) — unter Abtrennung des dort eingerechneten Lettenkeupers — max. 65,0 m (Pechelbronn).

2) Keuper

Westlich der Weinstraße von Siebeldingen nach Frankweiler bis zum Gebirgsrand und südlich der Queich — Höhenzug der Hohnert (Rauh-Berg der Karte 1:25 000) — beteiligen sich Schichten des Keupers an dem Aufbau der Vorbergzone. Thürach (1894) glaubte hier folgende Gliederung aufstellen zu können: (von unten nach oben): Lettenkohle, Grenzdolomit, Unterer Gipskeuper (mit Estherienschichten), Schilfsandstein (geringmächtig), Berggipsschichten (in der Mitte „Hauptsteinmergel") und Steinmergelkeuper (mit „Ochsenbachschicht" im oberen Teil).

Die im Verlauf der Untersuchung gewonnenen Aufschlüsse zwingen jedoch zu größerer Vorsicht. Ein Teil des Keupers — südwestlich Frankweiler — erwies sich als Tertiär. Die von Thürach (1894) angegebene Fossilführung konnte nur in wenigen Fällen trotz jahrelanger Begehung wiedererkannt werden. Sämtliche Keuperprofile der Bohrungen sind entweder tektonisch reduziert oder infolge begrenzter Bohrtiefe unvollständig. Umfangreiche Hangrutschungen, vor allem an der Hohnert, überaus spärliche Fossilführung und petrographische Monotonie des sehr schlecht aufgeschlossenen Keupers komplizieren das Bild. Es wird daher der folgenden Beschreibung lediglich eine Unterteilung in Lettenkeuper, Mittlerer Keuper und Rhät zugrundegelegt.

Lettenkeuper: (lkp)

Anstehend kann Lettenkeuper in einem schmalen Streifen nord-südlicher Erstreckung längs des Frankenweges (von Siebeldingen über die Höhe des Hübel-

berges nach Frankweiler) vermutet werden. Schürfe zeigten auch hier, wie südlich der Queich auf der Hohnert, ein ausgeprägtes Periglazial. In 2,0 m Tiefe wurden in Tonen von dunkelgrau-Stich grünlicher Farbe noch kopfgroße Buntsandsteingerölle mit Quarzschottern angetroffen. Lesesteine eines dolomitischen Kalksteines, z. T. stark sandig, gelb bis aschbraun, gelegentlich zellig verwittert, sind nicht sicher einstufbar. Sie wurden wahrscheinlich seinerzeit auf Grund des bekannten Ostfallens der oberen Muschelkalkschichten im Keßler'schen Bruch in den Lettenkeuper gestellt und unter Voraussetzung ungestörter Lagerung als Grenzdolomit bezeichnet (THÜRACH 1894). Die in der alten Literatur erwähnte Führung von *Myophoria goldfussi* konnte nicht beobachtet werden. (GÜMBEL, 1897).

In Bohrungen wurde Lettenkeuper erkannt:

„P II": Hier liegt ein Kern von 17,0—18,0 m vor. Leicht schiefriger Tonstein, dunkel bis mittelgrau. Auf Schichtflächen Estherien.

„1007": Ab etwa 9,5 m (erster Kern) dolomitische Tonsteine, dunkelgrau bis grünlichgrau, feinsandig, reichlich fein verteilten Pyrit führend, mit Gipslagen. Nach unten zunehmend harte, karbonatreiche, feinkristalline Partien, sonst immer noch feinstsandig und auch glimmerreich. Ab 30.0 m harte dolomitische Kalksteine des Oberen Muschelkalkes.

„1008": Bei 29,0 m tauchen in der Spülung (Gebirge war nicht kernfähig) gelbe bis müllfarbene Splitter von Mergelstein mit Kalkspatleisten auf. Die Kerne ab 29,5 m zeigen das gleiche Bild wie „1007". Von 36,0—37,5 m wechsellagern dolomitische, dunkelgraue Kalksteinlagen mit schiefrigen, schwärzlichgrauen Tonsteinen mit Bonebed. Ab 37,5 m Oberer Muschelkalk.

Die petrographische Untersuchung der ausgeschlämmten Rückstände beider Bohrungen ergab weitgehende Übereinstimmung. (Die Proben waren bis auf das Bonebed der „1008" fossilleer). In der Nähe des Oberen Muschelkalkes finden sich graue längsgeriefte, kantengerundete, meist flache millimetergroße Stäbchen, deren Herkunft unbekannt ist. (? B a c t r i l l i u m , als „Art" B. c a n a l i c u l a t u m HEER beschrieben aus dem Keuper.) (s. M. SCHMIDT 1928, S. 47).

„Rheinpfalz 1": Oberer Lettenkeuper von 205,0—214,5 m mit Tonsteinen oben, z. T. dolomitisch, dunkelgrünlichgrau, schichtig bis schiefrig. Darin maximal 0,7 m mächtige Dolomitbänke, grau, hart, dicht, feinkristallin, stellenweise mit Glimmer und Quarz. Nach unten Dolomitstein, bräunlichgrau, sehr hart, splittrig. (?Grenzdolomit)

Mittlerer Lettenkeuper von 214,5—216,2 m. Im wesentlichen Sandstein, tonig-dolomitisch, geschichtet, feinkörnig. In Schmitzen toniger Dolomit, grauschwarz, feinstsandig, hart, glimmerführend. In dunkelgrauen Tonsteinzwischenlagen Glimmer, Pyrit, Pflanzenreste, Trockenrisse und Kriechspuren.

Unterer Lettenkeuper von 216,2—ca. 229,5 m. Davon bis 222,0 m dolomitische Tonsteine, dunkelgrau bis schwärzlich, auch graugrün, mehr oder weniger geschichtet. Fein verteilter Pyrit und vereinzelte dcm-starke Bänkchen von splittrigem Dolomit. Auf Schichtflächen der Tonsteine Schalenreste, darunter A n o p l o p h o r a s p. und L i n g u l a s p. vermutet. Ab 222.0 m Dolomitstein, grau, hart, stellenweise angedeutete Schichtung, vereinzelte Glimmerschmitzen. Unten karbonatreichere, kristalline und hellgraue Lagen, wechselnd mit dünnen, schwarzen Tonsteinbändern (? E s t h e r i e n). In den karbonatreichen Lagen ?Schalenreste und Fischschuppen. — Insgesamt also 24,5 m Lettenkeuper. Einfallen 25—30 °.

„Godramstein I": Hier könnte unter Verwendung des auffälligen Farbwechsels von roten Dolomitmergeln zu grauen, sand- und glimmerführenden Mergeln bei etwa 200,0 m und dem Vergleich mit „Rheinpfalz 1" der Bereich zwischen 200,0 und 228,1 m als Lettenkeuper angenommen werden. Doch scheint die Deutung auf Grund der spärlichen Proben recht unsicher.

Eine kartographische Ausgliederung im Gelände erwies sich als undurchführbar, da der Lettenkeuper nicht mit Sicherheit als solcher erkannt werden konnte. „Rheinpfalz 1" hat jedoch Lettenkeuper aller Wahrscheinlichkeit nach lückenlos erschlossen, so daß hier ein gewisser Anhalt gegeben ist. Seine durch Schräglage etwas größere Mächtigkeit mag etwa 20,0—22 m betragen. Mächtigkeit und Fazies zeigen keine Abweichungen von den elsässischen Verhältnissen. (VAN WERVEKE 1913/4 S. 102 und SCHNAEBELÉ 1948, S. 9—10 mit 29,5 m.) Da auch hier keine

Anzeichen für Kohleführung vorliegen, wird von dem Gebrauch der vielfach üblichen, aber irreführenden Bezeichnung „Lettenkohle" im vorliegenden Gebiet abgesehen.

Mittlerer Keuper:

Hierunter sind alle Bildungen zwischen Lettenkeuper und Rhät zu verstehen. Von unten nach oben: Gipskeuper, „Schilfsandsteinregion", Bunte Mergel und Hauptsteinmergel, Rote Mergel (vorherrschend düsterrot, blaugrün gefleckt), abschließend Steinmergelkeuper mit Ochsenbachschicht im oberen Teil (Van Werveke 1913, 1917). Die Knollenmergel lassen sich, wie im Unterelsaß, nicht ausgliedern.

Da auch hier in den Bohrungen ausschließlich Teilprofile vorliegen, gestaltet sich eine Gliederung, selbst näherungsweise, als recht schwierig, ja oft nicht durchführbar. Nördlich der Queich standen „Rheinpfalz 1", „Godramstein I", „P I", „1023" (s. Tafel 3 Profil 1) und „1003" in Mittlerem Keuper. Südlich des Tales „1011", „1017" und „1018" (s. Tafel 3, Profil 3/4). Außerdem zahlreich Handbohrungen und Schürfe, die in der Kartierung verwertet wurden.

„1003": (zwischen Frankweiler und St. Johann). Unter älterem Tertiär ab 23,0—24,5 m (ET) dolomitische Tonsteine bis Mergelsteine, blaßviolettrot-düsterrot, wechselnd mit meergrünen bis blaugrünen Farben. Wahrscheinlich Höherer Mittlerer Keuper. (Steinmergelkeuper.)

„P I": (Spülproben) Unter 1,5 m Löß violett-, wein- bis düsterrote Tonsteine bis 18,0 m. Dann dunkelgraugrüne, dolomitische Tonsteine, die bei 21,0 m vorübergehend wieder düsterrote und violette Tönung aufweisen, um in dunkelgraugrünlichen und sandigen Tonsteinen fortzusetzen. Die Bohrung wurde wenig später (22,0 m) eingestellt. Sicher unterer Mittlerer Keuper.

„1023": Ab 27,4 m dolomitischer Tonstein, braunrot, stark feinstsandig, glimmerführend (?Schilfsandstein) von 0,25 m Mächtigkeit. Dann dunkelgrünlichgrauer Schieferton, partiell düsterviolettrot gefleckt, nach unten zunehmend mit weißen Knöllchen (?Gips). Ab 39,0 m dunkelgrünlichgrau gefärbter Tonstein mit zahlreichen Gipslagen und -schnüren (bis zu 28° Einfallen). Außerdem hellbräunlichgraue und glimmerreiche Feinsandlagen. Im letzten Kern, 59,0—61,0 m (ET) grüngrauer Tonstein mit Gipslagen (22° geneigt), in der Krone bröckelig-schiefriger. Möglicherweise steht diese Bohrung im Übergang von Schilfsandstein zu Gipskeuper, oder aber auch tiefer, wie ein Vergleich mit der „Rheinpfalz 1" zeigt. Diese durchfuhr lebhaft gefärbten Gipskeuper (auf Grund der störungsfreien Auflage auf Lettenkeuper kann es nur dieser sein), selbst noch wenige Meter über dem Lettenkeuper. Wahrscheinlich hätte eine Vertiefung der „1023" um 10,0—15,0 m Gewißheit gebracht, so muß die Deutung offen bleiben.

„Rheinpfalz 1": Ab 163,9 m (Hauptstörung, s. Tafel 3, Profil 1) bis 205,0 m überwiegend Tonsteine von dunkelgraugrünlicher Farbe, weinrot, düsterrot und braunrot gefleckt, häufig Gips- und Anhydritlagen, bis zu 0,2 m mächtig. Wie schon erwähnt, ist die bunte Farbe des doch hier anzunehmenden Gipskeupers im Vergleich zu den Profilen südlich der Queich auffällig. Vielleicht mag die Nähe der Hauptstörung die Ursache dafür sein.

„Godramstein I": Von ca. 135,0 m hellgraurote bis hellrote Dolomitmergel, Gips, bis etwa 200,0 m. Nach unten mehr graue Töne. Südlich der Queich, zunächst im Westen:

„1024":Unter Rhät wurde hier ab 20,0—28,0 m (ET) ein dolomitischer Tonstein, hellmeergrün, dunkelgrün gefleckt angetroffen. Auf Grund der anscheinend störungsfreien Lagerung kann es sich hier nur um hohen Steinmergelkeuper handeln. So auch in der „Birkweiler 1": Unter Rhät gleicher Ausbildung wie in der „1024", ab 24,3 m bis 58,0 dolomitische, meergrüne Tonsteine. Schon ab 47,2 m rot gefleckt. Dann abwechselnd rote oder grüne bis meergrüne Lagen. Bei 76,5 m grün und hellviolett (vergl. „1003"). Von 81,0—81,1 m hellgrauer, hauchgrünlicher dichter Steinmergel, dann wieder dolomitische Tonsteine, grün, bis 94,8 m. Von hier bis 117,0 m (ET) rote und grüne dolomitische Tonsteine mit Gips. Wahrscheinlich stand die Bohrung zuletzt bereits in den Roten Mergeln. (Das Profil ist lückenhaft, da die Proben in z. T. recht großen Abständen entnommen wurden.) „1011" auf der Höhe der Hohnert (230,0 m über NN): Ab etwa 8,0 m dolomitische Tonsteine, düsterrot mit blaugrünen Flasern, Bändern und Äderchen. Feinstsandig, feinverteilter Pyrit, muschelig brechend. Bei 17,85 m rein blaugrüner Tonstein, feinstsandig mit gelbgrünen, dutenmergelartigen Kalkspatleisten

in Splittern. Bei 27,5 m pechkohleartige, klastische Bröckchen (s. u.), dann wieder blaugrüne Tonsteine bis 35,0 m. Von hier ab dunkelgraue, z. T. grünstichige Tonsteine mit gelblich-weißen Bröckchen (?Gips), nach der Tiefe zunehmend schichtig mit 8—10° Neigung. Ab 44,0—45,0 m (ET) dunkelblaugrauer Tonstein mit schwärzlichblauen bis schwarzen Schiefertonen. Hier ist eine Einreihung in das bisher vorliegende Bild nahezu unmöglich. Die benachbarten Bohrungen ergeben weitgehend andersartige Profile:

„1018" stand ca. 325 m nördlich der „1011" bei 170,0 m über NN, also 60 m tiefer; damit ist unter Voraussetzung störungsfreier Auflage und selbst bei Annahme eines wahrscheinlich nicht vorhandenen Nordfallens der Schichten (s. u. Abschnitt „Tektonik") eine Verknüpfung beider Profile unmöglich. (S. Tafel 3, Profil 3/4). Hier beginnen ab 2,0 m blaugrüne, dolomitische Tonsteine mit weißlichen Flasern und ockerigen Bestegen auf muscheligen Bruchflächen. Von 13,0 m an düster-grauviolette, auch kräftig schokoladebraune (s. u.) Tonsteine. Ab 22,5 m zunehmend blaugrün bis meergrün, auch graugrün gefärbt. Nach Kern bei 41,5 m dunkelgraugrüne dolomitische Tonsteine mit Gips in Schlieren, Flasern und Bänkchen. Von 49,0—51,0 m (ET) dunkelgraugrüne Tonsteine mit muscheligem Bruch.

Nach petrographischer Fazies und auf Grund der Tatsache, daß auf der Hohnert sicher nicht höherer Mittlerer Keuper als Schilfsandstein ansteht (s. u.), gehört zumindest der untere Teil des Profiles der „1018" dem Gipskeuper an. Unklar erscheint dagegen der obere Teil. Es wird mit der Möglichkeit kleiner Verwürfe nahe der Störung Lias-Keuper zu rechnen sein, wie dies auch in der Tafel 3, Profil 3 anzudeuten versucht wurde. Eine gewisse Bestätigung scheint das Profil der „1017" zu geben: „1017" stand 200 m nordwestlich der „1018" in annähernd gleichem Niveau über NN. Sie wurde vor Abteufen der „1024" zur Erschließung des Rhäts angesetzt, das hier an der Basis eines kleinen Aufschlusses von Lias alpha (Johnstonizone) erwartet werden konnte (s. S. 52).

Unter Diluvium ab 3,5 m resedagrüne und schokoladebraune (s. o.), mergelige Tonsteine mit schiefrigem Bruch (s. a. Abschnitt: Rhät). Von 10,5 m an meergrün, blaugrüne dolomitische Tonsteine, muschelig brechend. Von 24,2—25,5 m (ET) dolomitischer Tonstein, dunkelviolettgrau mit feinen düstervioletten Äderchen, blaugrün gefleckt mit muscheligem Bruch.

Ein Vergleich der drei zuletzt genannten Bohrungen zeigt eine gewisse Übereinstimmung zwischen „1017" und „1018" im oberen Teil. Da die erstere an der Basis Lias alpha stand, könnten die schokoladebraunen Tonsteine dem Rhät angehören, wie es „1024" und „Birkweiler 1" zeigen (s. S. 50). Wie schon erwähnt, liegt hier aller Wahrscheinlichkeit nach ein mehr oder weniger stark gestörtes Profil vor. Die in der „1017" unter dem rhätischen Restteil angefahrenen Tonsteine weisen andere Farben auf als das Rhätliegende in „1024" und „Birkweiler 1". In letzterer erscheinen violette Töne im Steinmergelkeuper etwa über den Roten Mergeln, also tiefer Steinmergelkeuper. Der untere Teil der „1018" dagegen steht wohl sicher in Gipskeuper. Hier wird eine Staffelung geringer Sprungbeträge auf kleinem Raum angenommen (s. Tafel 3, Profil 3). Nicht einzufügen ist, wie gesagt, die „1011" in das eben geschilderte Bild. Eine Möglichkeit der Parallelisierung ergeben vielleicht die am Nordhang der Hohnert vorgenommenen Schürfe. Hier fanden sich (s. Tafel 1) Kohleschmitzen und lagen von maximal 0,25 m Mächtigkeit, teilweise unterlagert von grauen Tonsteinen, durch zahlreiche kohlige, unbestimmbare Pflanzenrestlagen feingeschichtet, teils von blaugrünen, rot gefleckten Tonsteinen. Da derartige Vorkommen in den in Frage kommenden Schichten relativ selten sind, könnte die Kohlelage bei 27,5 m in der „1011" hierher gestellt werden. Nun ist der Lettenkeuper (s. „Rheinpfalz 1") anscheinend nicht kohleführend, so daß als stratigraphischer Horizont hier nur noch die Schilfsandsteinregion bliebe. Und zwar, in Anlehnung an die elsässischen Verhältnisse (Pfeiffer 1923, S. 175) sowohl über und unter, als in dem Schilfsandstein.

In einzelnen Schürfen (s. Kartierung) wurde nun im Hangenden der Kohle ein äußerst feinkörnig-glimmerreicher, toniger Sandstein mit feiner Schichtung und von düsterroter Farbe, in Platten bis 0,08 m Dicke, erkannt. Er entspräche vielleicht, in Verbindung mit den Kohlelagen, dem Schilfsandstein. Dieser kam

sicher regional zu Ablagerung (PEIFFER 1923, S. 175 und G. WAGNER 1950, S. 449, B 405), zeigt jedoch stark wechselnde Mächtigkeit und kann lokal sogar fehlen.

Bereits GÜMBEL (1897, S. 59) berichtete von Kohleschürfen und Abbauversuchen, allerdings im Ostteil der Hohnert, in der sog. „Hinnerhohl", südsüdwestlich der Kindinger Mühle. Funde von schlecht erhaltenen Pflanzenresten *(Equisetum, Pterophyllum),* sowie die erkannte Unterlagerung durch Gipskeuper, führten ebenfalls zu der Vermutung anstehenden Schilfsandsteins. Eine petrographische Beschreibung der Aufschlüsse erfolgte nicht. THÜRACH (1894, S. 54) schildert den Schilfsandstein als feinkörnigen, glimmerreichen und weichen Sandstein von hellbraun-violetter Farbe und geringer Mächtigkeit. Eine Mächtigkeitsangabe fehlt. Beide Beobachtungen fügen sich den oben zitierten Verhältnissen zwanglos ein.

Eine Bemerkung über die Gültigkeit von Ortsangaben in älterer Literatur soll hier eingeschoben werden. Die von GÜMBEL (s. o.) genannte „Kästendell-Schlucht" südlich der Kindinger Mühle, dem Ort der Kohleschürfe, taucht in allen späteren Arbeiten anderer Autoren auf. Dieser Name ist aber weder in der Karte enthalten (1:25 000), noch als ortsübliche Bezeichnung oder Gewanne bekannt. Wahrscheinlich gab der spärliche Bestand an Edelkastanien in der kleinen Klinge Anlaß zu dieser Namengebung.

In der vorliegenden Arbeit werden daher ausschließlich lokal bekannte Ortsnamen oder aber Gewannbezeichnungen aufgeführt. So „Hinnerhohl" anstelle der „Kästendell". Ebenso ist der Eintrag „Rauh-Berg" auf Blatt 6714 — Edenkoben — (1:25 000), südlich Siebeldingen, in der Gegend unbekannt und wird daher durch die Gewannbezeichnung „Hohnert" ersetzt (s. Tafel 1).

Die verschieden hohe Lage der früher genannten und in dieser Arbeit beschriebenen Kohleschürfe wird durch eine Verwerfung geringen Betrages im Ostteil der Hohnert zu erklären sein, wenn nicht überhaupt ein Ostfallen der Schichten vorliegt (Profil BOTZONG, 1910). Welche Möglichkeit hier vorzuziehen ist, kann an Hand der wenigen und flachen Schürfe nicht gesagt werden. Außerdem sind die Fundpunkte, meist bei 220 m über NN und etwas tiefer gelegen, sicherlich hinsichtlich ihrer jetzigen Lage nur mit Vorsicht vergleichbar. Am ganzen Nordhang der Hohnert finden ständig Rutschungen größeren Ausmaßes statt. Sie erfolgen wahrscheinlich auf den vorhin erwähnten grauen Tonsteinen (durch kohlige Lagen geschichtet), deren wasserstauende Wirkung umfangreiche Drainage erfordert. Im Frühjahr 1953 konnte bei plötzlich einsetzendem Tauwetter regelrechtes Bodenfließen innerhalb eines Tages beobachtet werden. (An Böschungen wurde der mittlere Hohnertweg bis zu 3 m Breite verschüttet.) Alte Rebstöcke schlagen „Haken" nach Nordosten. Auffälligerweise nicht immer in der Richtung der stärksten Hangneigung. Möglicherweise entspricht diese Erscheinung einer Resultierenden aus Hangneigung und vermutetem Ostfallen der Schichten des Anstehenden. Aus diesen Gründen erscheint daher der Versuch einer Untergliederung dieses Bereiches, wie ihn THÜRACH in seiner Manuskriptkarte unternahm, als aussichtslos.

Proben der Kohle gelangten zur pollenanalytischen Bestimmung (Frl. Dr. GREBE) und petrographischen Untersuchung (Herr Dr. TEICHMÜLLER, beide Geologische Landesanstalt Nordrhein-Westfalen, Krefeld). Im Auszug sei folgender Befund mitgeteilt: „Auf Grund der Pollenanalyse ergibt sich keine eindeutige Altersfeststellung. Der größere Teil der im allgemeinen schlecht erhaltenen und spärlich gefundenen Pollen und Sporen ist älter und spricht für Keuper. Nicht näher bestimmbare Pollen ähneln tertiären Haploxylon-Typen. Nach der petrographischen Untersuchung liegt ein Brandschiefer mit gering inkohlter vitritischer Kohle vor, Merkmale tertiärer Kohle fehlen. (Z. B. die so häufigen stark reflektierenden Pilzsporen und Sklerotien). Vitrit ist gefügelos, Protobitumen nicht vorhanden. Auffallend ist, daß die in Ton eingebetteten Vitritstücke eckig sind. Man gewinnt den Eindruck, daß hier Kohlengrus zusammengeschwemmt wurde." (Das heißt also: der Inkohlungsgrad ist nicht korrelat dem umgebenden Material). Hieran schließt sich die Vermutung, daß es sich um aufbereitete Keuperkohle handeln könnte.

Da die Vorkommen meist wenig unterhalb des Höhenrückens der Hohnert liegen, wurde diese Vermutung schon vor der eben genannten Untersuchung geäußert und hat damit eine größere Wahrscheinlichkeit erhalten. Ob es sich dabei um eine tertiäre oder diluviale Aufbereitung handelt, oder um beides-, kann heute nicht mehr entschieden werden. Die ursprünglichen Ablagerungsverhältnisse sind vornehmlich durch periglaziale Einflüsse weitgehend verändert. So legte ein Schurf 50 m südöstlich des „Haselochs" (s. Tafel 1) in 1,5 m Tiefe halbmetergroße Buntsandsteinblöcke frei, z. T. gebleicht, neben gut gerundeten Geröllen des Oberen Muschelkalkes und eines hellgrau-hauchgrünlichen, konglomeratischen Kalksandsteines. Dieser später beschriebene (s. u. Abschnitt „Diluvium") Geröllhorizont wird aber fast söhlig, wie ungestört, überlagert von roten, blaugrünen, selten gelbgrünen, typischen Tonen des Mittleren Keupers.

Wie nun in diesem Rahmen der untere Teil der „1011" zu deuten ist, muß offen gelassen werden.

Der Vollständigkeit halber soll hier noch ein Profilteil der „Göcklingen 1" angeführt werden. Die Bohrung durchfuhr an einer Störung bei 750,0 m Mittleren Keuper bis zu der Endteufe von 765,73 m. Im oberen Teil Mergelstein, graugrün mit rötlichen Flecken, dann eine hellgraugrüne Dolomitbank. Darunter noch Mergelstein wie oben, der aber bald bis zur Endteufe in graugrün-rötlich gefleckte Tonsteine mit anfangs etwas Gips, dann weiß-roten Anhydritlagen, übergeht. (40 ° Fallen). Eine Einstufung an Hand dieses kurzen Kernmarsches erscheint zu unsicher und bleibt auf die Deutung als Mittlerer Keuper beschränkt (s. Tafel 3, Profil 9).

Nördlich der Queich bietet sich im Anstehenden das gleiche monotone Bild düster bis weinroter und blaugrün gefleckter Tone. Lediglich östlich Albersweiler, im sogenannten Heerweg, etwa 80 m östlich des Friedhofes, steht in annähernd 100 m Länge ein hellgrauer Steinmergel an. Auf Schichtflächen carmoisinrot geflammt, ist er im östlichsten Teil auf ca. 10 m Länge oolithisch ausgebildet und fossilführend. Der Steinmergel verwittert schichtparaellel und scheint flach nach Nordosten einzufallen. Salzsäurerückstand und Dünnschliffe zeigen einen oolithischen Steinmergel, aufgebaut aus verkieselten Ostrakoden. Diese sind nach frdl. Mitteilung von Herrn Dr. Goerlich-Bentheim, unbestimmbar. Außerdem finden sich gelegentlich Gastropodensteinkerne aus der Verwandtschaft von *Natica sp.* Der petrographische Charakter, auch die Ostrakodenooide (Carlé und Linck, 1948) zeigen weitgehende Übereinstimmung mit der württembergischen Ochsenbachschicht. Thürach (1894, S. 54) zog bereits diesen Vergleich, ohne allerdings die Ostrakoden zu nennen. Jedoch konnte die von ihm angegebene Fossilführung *(Avicula gansingensis, Perna keuperina, Corbula sp. Amauropsis arenacea)* trotz eingehender Präparation aller Lesestücke nicht wiedergefunden werden.

Am Westrand des Hohlwegaufschlusses tritt roter und blaugrüner Tonstein auf, während nach Norden die weitere Fortsetzung des Steinmergels unter diluvialen Schottern verschwindet.

Ist hier noch eine Parallelisierung mit dem Horizont der Ochsenbachschicht vertretbar und wahrscheinlich möglich, so ändert sich das Bild in den oolithischen Steinmergeln eines morphologisch auffälligen Grabens östlich St. Johann. (Topographisch deutlich in seiner Nordsüd-Erstreckung von etwa 300 m Länge auf der Karte erkennbar).

Auch hier besteht der Kalkoolith im wesentlichen aus Ostrakoden, die aber kaum verkieselt sind. Er ist weißlich und rein oolithisch ausgebildet im Gegensatz zu den Oolithen des Heerweges, die im Handstück alle Übergänge vom dichten zum leicht zellig-porösen und dann körnig-oolithischen Steinmergel zeigen. Eine Präparation des nur in Lesesteinen angetroffenen Steinmergels ergab eine überaus individuenreiche aber artenarme Fauna, soweit dies die Steinkerne erkennen lassen. Leider ist die Schloßregion der Muscheln durchweg sehr schlecht erhalten. Am ehesten erinnern die bis zu 1 cm großen Muscheln mit ihrer flachen, längsovalen Form und versetztem Wirbel an Telliniden oder

Cyreniden. Gastropoden liegen nur in Steinkernen einer *Natica* vor. Hier sind meist nur die Endwindungen erhalten. Es besteht daher auch an diesem Fundort keine Ähnlichkeit mit den früher beschriebenen Fossilien.

Die Tatsache, daß die Hohlräume des porösen Oolithes weitgehend asphalterfüllt sind, sowie die Beschränkung der Lesesteine auf den Graben, lassen nicht erkennen, ob anstehendes oder verschlepptes Material vorliegt. Schürfe trafen nur rote und blaugrüne Tone an, die nach Westen fortsetzen. Im Osten verdecken Lehm und Buntsandsteinschutt das Anstehende. Offensichtlich stellen diese Oolithe Verwitterungsrückstände dar. Ihre Einstufung bleibt offen. Es besteht ein gewisser Verdacht auf aquitane Süßwasserkalke, für welche Vermutung sich auch Herr Dr. Geib-Mainz aussprach. Ähnliche Funde wurden im bearbeiteten Gebiet nicht beobachtet.

Etwa 250 m westlich St. Johann liegt ein weiterer, ebenfalls annähernd gleich verlaufender, grabenartiger Einschnitt von ca. 150 m Länge. In einer Breite von 25 m ist hier bis zu 75° steilgestellter höherer Mittlerer Keuper freigelegt, an einer 4,5 m hohen Böschung am östlichen Rand des Einschnittes. Der westliche Teil ist flacher und verwachsen. Im oberen Teil: Violette Steinmergel mit Zwischenlagen meergrünen Tonmergelsteins und mehreren grauen 0,1 m mächtigen Steinmergelbänken, letztere eingelagert in grüne Tonsteinmergel. Im unteren Teil meergrüne bis blaugrüne Tonsteine mit weißlich-rosafarbenen Residualquarzen, wie sie häufig durch Auslaugung von Gips entstanden. (Thürach, 1896 - s. „Birkweiler 1" -, die unter einer Steinmergelbank ähnliche Schichten mit Gips durchfuhr.) Erst im untersten Teil des Aufschlusses stehen die weit verbreiteten, roten und blaugrünen Tonsteine an. Die nach Südost geneigte Schichtenfolge gehört einer steil gestellten Randscholle am morphologischen Hauptabbruch an. Es wird vermutet, daß der Aufschluß im Hangenden der Roten Mergel, als Übergang in den Steinmergelkeuper, einzugliedern ist.

Ein Vergleich des Mittleren Keupers mit den rechtsrheinischen Vorkommen zeigt hier im Westen bereits weitgehend monotone Serien. Flache Lagerung könnte die Ursache für die ausgedehnte Verbreitung roter und blaugrüner Tone, nördlich und südlich der Queich, sein. Die geringe Kenntnis der Keuperfazies in diesem Gebiet, wie auch der Mangel an charakteristischen (petrographisch oder faunistisch) Horizonten gestattet nur in wenigen Fällen eine Untergliederung. So konnten vermutlich Schilfsandstein, und sicher die Ochsenbachschicht erkannt werden.

Die Gesamtmächtigkeit des Mittleren Keupers wird mit mindestens 150 m veranschlagt. Dieser Wert ergibt sich als Mindestbetrag allein schon durch Zusammenfassung des Gipskeuperprofils der „1018" und des oberen Mittleren Keupers der „Birkweiler 1". Für das Unterelsaß (Pechelbronn), gibt Schnaebelé (1894) ca. 200 m an.

Rhät

Anstehend nur in dem Liasbruch der Ziegelei Merkel, zwischen Albersweiler und Siebeldingen (westlich des Bahnhofes Siebeldingen-Birkweiler), durch neuerdings erfolgenden Abbau erschlossen.

Die hier im Liegenden des Lias angesetzte „1024" zeigte: Ab 4,0 m Tonstein, charakteristisch schokoladebraun (s. S. 47), stellenweise pyritreich. Oben mit muscheligem Bruch, nach der Tiefe zu mehr schiefrig-bröckelig und Übergang zu dunkelblaugrauen Farben. Von 18,0—20,0 m tonige Sandschiefer (feinschichtiger Wechsel von Tonstein- und Feinsandlagen), schwärzlich, blättrig mit mehreren Bonebeds im unteren Meter. Dann folgen die bereits beschriebenen grünen dolomitischen Tonsteine des Steinmergelkeupers (s. S. 46).

„Birkweiler 1": Von 6,1—14,7 m schokoladebraune Tonsteine in scherbigen Brocken. Dann folgen bis 24,3 m dunkelgraue und sandige Schiefertone in blättrigen Bröckchen.

Weitere Aufschlüsse wurden nicht bekannt mit Ausnahme der vermuteten Restprofile des Rhäts in den „1017" und „1018" (s. S. 46).

Für das Rhät ergeben sich damit 16,0 m in der „1024" gegenüber 18,2 m in der „Birkweiler 1". Die Angaben der letzteren nötigen zu gewisser Vorsicht, da die Probeentnahme sicher in größeren Abständen erfolgte. So werden die abweichenden Mächtigkeiten, vor allem der Sandschiefer, zu erklären sein.

Die hier von RENZ (1905) und JÜNGST (1938) beschriebenen Schichten unter der liegenden Kalkbank des tiefsten Lias wurden nicht erkannt. Es handelt sich (nach JÜNGST) um „graugrüne, leichtblättrige Schiefertone, denen Linsen grünlicher, durch Verwitterung von Schwefelkies bräunlich verfärbter Sandsteine eingelagert sind. Die reiche Fossilführung dieser Sandsteine (von RENZ beschrieben, d. Verf.) konnte nicht wiedergefunden werden, es wurden lediglich wenig häufige, meist unbestimmbare Steinkerne aus der Verwandtschaft der rhätischen Muscheln Taeniodon ewaldi, T. praecursor u. a. m. beobachtet". Die anschließenden braunen bis graublauen Tonschiefer erkannte er in einem Schurf und zitierte dann eine, (damals), vor 40 Jahren erfolgte Bohrung, die ähnliche Schichten bis 20 m tief erbohrt haben sollte. Da er mit der Möglichkeit eines Verwurfes ähnlicher Gesteine des Mittleren Keupers gegen Rhät rechnete, wurde von einer Auswertung dieser Mitteilung abgesehen. Die oben im Auszug erwähnten Schichten sind von der „1024" wahrscheinlich durchmeißelt worden, da die Bohrung in der liegenden Kalkbank des Lias ansetzte. In der „Birkweiler 1" fehlen sie wohl auf Grund des Abstandes der Proben.

SCHNAEBELÉ (1948) gibt für die Rhätmächtigkeit in Pechelbronner Bohrungen 9,0 m, übertage in Zabern-Buchsweiler bis zu 25,0 m an.

Nach JÜNGST kam Mittel- und Unterrhät wahrscheinlich nicht zur Ablagerung. Andererseits läßt der plötzliche Wechsel von grauen Sandschiefern zu grünen dolomitischen Tonsteinen des Steinmergelkeupers die Annahme einer Querstörung oder eines antithetischen Staffelbruches offen (s. Tafel 1).

Der Versuch einer Rekonstruktion der Gesamtmächtigkeit des Keupers an Hand der vorliegenden Profile ergäbe mit 20—25 m Lettenkeuper, mindestens 150 m Mittlerem Keuper und — unter Einschluß der von RENZ und JÜNGST genannten Schiefertone — 20 m Rhät, insgesamt ca. 200 m. Ein Betrag, der recht gut mit dem von VAN WERVEKE aus dem Unterelsaß mitgeteilten Wert übereinstimmt. (1913/4, S. 102)

3) Jura

Lias:

In Tagesaufschlüssen erkannt in dem oben bereits erwähnten Bruch der Ziegelei Merkel und in einem kleinen Hohlweg („Heerweg") südwestlich des Bahnüberganges an der Kanal-Mühle Siebeldingen.

Der erstgenannte Aufschluß hat eine sehr eingehende Bearbeitung durch JÜNGST (1938) erfahren. Diese paläogeographische Studie enthält wohl eine genaue Beschreibung der einzelnen Zonen, leider aber keinerlei Mächtigkeitsangaben. Eine paläontologische Darstellung sollte später erfolgen, unterblieb jedoch durch Tod des Verfassers.

Ohne umfangreiche Grabungen, bzw. Freilegungen, wie sie seinerzeit JÜNGST ermöglicht wurden, sind Beobachtungen in dem heute großenteils verstürzten Bruch kaum durchführbar. Die folgenden kurzen Angaben beziehen sich daher im wesentlichen auf RENZ (1905) und JÜNGST (1938), in geringerem Umfang ergänzt durch eigene Beobachtungen. (Da der Lias von anderer Seite eine mikropaläontologische Bearbeitung erfährt, wird von einer Beschreibung der Mikrofauna abgesehen.)

Aufgeschlossen waren demnach im Laufe des Abbaues insgesamt 30 m mächtige, vor allem im Liegenden grobbankige Kalke von blaugrauer Farbe. Wechsellagernd mit blauschwarzen bis blaugrauen, oft bituminösen Kalktonschiefern. Einfallen der Schichten mit 15—20° nach Südwesten. — Die von RENZ übernommene Mächtigkeitsangabe ist sicher zu hoch gegriffen. Der heute noch erkennbare Böschungsrand des alten, jetzt verstürzten Bruches schneidet mit dem hier auslaufenden Höhenrücken des Kleinen Hoh-

berges (nördlich des Taschberges) ab. Die Differenz zwischen Oberkante des Bruches und Abbausohle (Standort der Ziegeleigebäude), abgelesen aus der Gemarkungskarte 1:2500, beträgt maximal 15 m. Die dickbankigen Kalke im unteren Teil sind heute noch an zwei Abbaustößen zu beobachten. Fossilfunde sind selten, nach JÜNGST (S. 10) steht hier der gesamte Lias alpha und tiefster beta an, allerdings ohne die Planorbiszone, die sicher nicht ausgebildet ist.

Im gleichen stratigraphischen Niveau liegt der kleine Aufschluß südwestlich der Kanalmühle Siebeldingen. Hier sind auf etwa 10 m Länge grobbankige Kalke mit Mergellagen der Johnstonizone durch einen Hohlweg angeschnitten. In den tiefgründig verwitterten Böschungen sind Erosionstaschen zu erkennen, mit diluvialen Schottern roten Buntsandsteins und Material des Rotliegenden erfüllt. Hier finden sich häufiger Fossilien, vornehmlich Psiloceras johnstoni (SOW.), Belemnites acutus MILL., Plagiostoma gigantea (SOW.), Gryphaea arcuata LMK. und Pentacrinus tuberculatus MILL.

Außerdem wurde Lias erkannt im sogenannten „Haseloch". (Ca. 80 m westlich der Kreuzung des mittleren Hohnertweges mit dem senkrecht den Hang hinaufziehenden „Ilbesheimer Pfad", welcher zugleich Gemarkungsgrenze ist, s. Tafel 1). Hier stehen gelblich-grüne Mergel des Lias delta an. (Nach Mikrobefund von Herrn DR. BUCK-Stuttgart: Unter-Mittel Delta). Auch findet man nicht selten Belemnites clavatus SCHL. (Lias gamma). Die Lagerungsverhältnisse sind recht unklar. Das örtlich sehr beschränkte Vorkommen ist dem auffällig höhlenartigen Einschnitt des „Haselochs" vorgelagert. (S. Abschnitt „Diluvium".) Der Aufschluß ist etwa 15×10 m groß. Ein Schurf bis zu 1,0 m Tiefe (der steinige Boden zwang zur Einstellung) zeigte keine Änderung der beschriebenen Verhältnisse. Es ließ sich daher nicht nachweisen, ob hier nun anstehender oder umgelagerter und stark verwitternder Lias delta vorliegt.

In folgenden Bohrungen wurde Lias angetroffen:

„1016": Ab 3,5 m Mergel, gelbgrün bis blaugrau, feinsandig mit ockerigen Bestegen auf Bruchflächen, feinverteilter Pyrit, stark bituminös. Nach unten übergehend in schiefrige Mergel, dunkelblaugrau mit pyritisierten Grabgängen und Feinglimmer. Wechselnd hart, in harten Partien muschelig brechend, sonst schiefrig, bis zur Endteufe von 20,3 m. Nach Mikrobefund von Herrn DR. BUCK hohe Angulatenschichten (Kern 19,0 bis 20,0 m) und tieferer Lias beta (9,0 m) über den Obtususchichten. „P 75", im Ranschbachtal (westlich Höhenpunkt 210, s. Tafel 2) zeigt in dunkelgrauen, feinglimmerreichen und pyritführenden Tonschiefern (Spülprobe) tiefen Lias beta. (Befund Herr DR. BUCK). Dieser Punkt liegt etwa 200 m östlich einer von der „1016" nach Süden gezogenen Linie. „P 77", ca. 500 m nach Westen, fuhr dunkel- und hellgraue Kalktonschiefer (Spülprobe) des unteren und mittleren Lias delta an. (Befund DR. BUCK). „1021", auf der Höhe 240,8 an der Weinstraße zwischen Birkweiler und Ranschbach gelegen, durchteufte von 45,0—47,0 m (ET) dunkelblaugrauen und mergeligen feinglimmerigen Schieferton mit einer violettbraunen Lage und Kalkspatleisten. Der Befund ist unsicher. Die Mikrofauna enthält nur kleine Ammodiscen. Herr DR. BUCK neigt zu Lias (beta führt lagenweise nur Ammodiscen), hält aber Dogger nicht für ausgeschlossen. „P 78", 250 m östlich Ortsmitte Ranschbach, traf unter tertiärem und alluvialem Lehm und Geröll bei 6,0 m dunkelgraue Schiefertone an. Der stark verunreinigte Spülprobenrückstand aus 18,0 m Tiefe enthält neben Lößschnecken nur tertiäre Ostrakoden und ist sonst fossilleer. Daneben massenhaft blaugraue Kalkooide des Aquitans (s. a. S. 73).

„Göcklingen 1" traf ebenfalls Lias, und zwar den oberen Teil, unter Dogger bei 650 m Tiefe an. Von 650,0—669.0 m Lias zeta (Jurensisschichten) Mergelstein, dunkelgrau, Bruch eben bis muschelig. Fauna: Thecocyathus mactra (GOLDF.), Belemniten, Pecten. Ab 669,0—681,8 m Lias epsilon (Posidonienschiefer) Mergelstein, ganz unten Kalkstein (0,3 m) dunkelgrau mit Stich ins Braune, bituminös und schiefrig. Oben mit Inoceramus dubius SOW., in der Tiefe Bonebeds. Von 681,8—750,0 m (Störung mit Verwurf gegen Mittleren Keuper, s. Tafel 3, Profil 9) Lias delta (Amaltheenschichten) Tonsteine, untergeordnet Mergelsteine, dunkelgrau, z. T. mit Stich ins Blaue, schwach feinsandig mit Glimmerstaub und gelben Kalkknollen.

Dogger:

Dogger alpha fand sich als einziges gesichertes Vorkommen höheren Juras als Lias in der „Göcklingen 1", die von 620—650,0 m Opalinuston durchteufte. Von oben: Tonsteine, dunkelgrau, nach unten mit dünnen gelbgrünen Streifen (?Pflanzenreste). Schwach feinsandig, Glimmerstaub, undeutlich geschichtet mit ebenem Bruch. Fauna: Lei-

oceras costosum (Qu.), Turbo subduplicatus d'Orb., Posidonia opalina Qu. und auch Pecten personatus Qu., der allerdings für Dogger beta spräche. Insgesamt 30 m mächtig.

Hiermit schließen die mesozoischen Bildungen im vorliegenden Gebiet ab. Höherer Dogger als alpha kann aber in tieferen Staffeln des Rheingrabens durchaus erwartet werden. Für die Mächtigkeit des Lias werden etwa 150 m angenommen, davon entfallen allein 100 m auf die Folge zeta bis delta in der „Göcklingen 1". Die flache Lagerung der Schichten in dieser Bohrung erlaubt wohl ohne Korrektur die Übernahme der Mächtigkeitswerte aus dem Profil. (Nach Schnaebelé 1948 in Zabern-Pfalzburg-Lembach 145 m.)

II. TERTIÄR

Es scheint notwendig, diesem Abschnitt einige Bemerkungen zur Terminologie tertiärer Schichten und eine Begründung der hier verwandten Gliederungen vorauszuschicken. Von Bedeutung ist dabei die Feststellung, daß die alttertiäre Sedimentation hauptsächlich im südlichen Rheintalgraben erfolgte, um im jüngeren Tertiär ihr Schwergewicht nach Norden zu verlagern, während es gleichzeitig im Süden durch Hebung zu keiner nennenswerten Ablagerung kam. (W. Wagner 1950, S. 522 u. 527, — s. a. Tafel 2/3). Auf Grund der getrennten Aufschlußentwicklung im Norden und Süden des Rheintales entstanden, historisch gesehen, im wesentlichen zwei tertiäre Gliederungen, deren Bezeichnungen im einzelnen den jeweiligen Faziesbereichen entstammten. Sie mögen charakterisiert sein durch den unterelsässischen Raum (Pechelbronn) und das Mainzer Becken. Die erhöhte Bohrtätigkeit der letzten 20 Jahre erschloß in zunehmendem Maß die relativ unbekannte „Übergangszone" der beiden Gebiete, nicht nur im randnahen Bereich, sondern auch im Grabeninneren. Es zeigte sich nun, daß die nach Norden einsetzenden jungtertiären Ablagerungen meist nicht eindeutig in das Schema des Nordgrabens (Mainzer Becken) einzugliedern waren. (Z. B. Bruchsaler Gebiet, Wirth 1950, 1953 und Schad 1953, S. 103.)

Eine Revision der bisherigen Bezeichnungsweise scheint unvermeidlich, sind doch schon manche Begriffe ihrer ursprünglichen Definition durch Erweiterung oder Unterteilung entkleidet und dadurch vieldeutig geworden. Als Beispiel seien hier die Niederröderner Schichten genannt. (S. S. 62)

Eine Klärung der oben skizzierten Fragen kann sicher nicht von einem regional so begrenzten Gebiet wie dem vorliegenden erwartet werden. Der Bereich westlich Landau besitzt jedoch eine gewisse Schlüsselstellung, wenn man von folgender Überlegung ausgeht: Die oben erwähnte Verlagerung der tertiären Sedimentation nach Norden entspricht, grob betrachtet, einer Kippbewegung des Untergrundes. Eine gedachte Kipp-„Achse", zugleich der Übergang zwischen — nach W. Wagner (1950 S. 527) — Alttertiärbecken und Untermiocänbecken, wäre etwa im Gebiet von Landau zu suchen.

In der Tat entsprechen hier einerseits die Ablagerungen des Chatt und Aquitan durchaus dem faziellen Bild der Stratigraphie des Mainzer Beckens, während andererseits der Übergang zu den mittel- und unteroligocänen Sedimenten der Pfalzburg-Kraichgaumulde, — wenn auch vorerst nur in wenigen Bohrungen —, erschlossen ist. (s. Tafel 4)

Dabei nötigen die vorliegenden Ergebnisse zu größerer Zurückhaltung gegenüber häufig gebrauchten Begriffen wie „Beckenrand- oder Küstenfazies", und „Beckeninnere- oder Küstenferne Fazies". Mit der Verwendung dieser Bezeichnungen wird im Rheintalgraben zugleich eine Deutung hinsichtlich des Ablagerungsraumes ausgesprochen, die durchaus nicht zuzutreffen braucht.

Beispielsweise durchteufte die Bohrung „Rheinpfalz 2" mächtiges Aquitan, dessen petrographische Ausbildung jedoch dem Bild der kalkig-mergeligen „Küstenfazies" (= Grabenrandfazies) entspricht (s. S. 68). Demnach scheinen bei der Sedimentation auf labilen gegenüber relativ stabilen Schollen des Untergrundes (s. a. SCHAD 1953, S. 104) auf kleinem Raum fazielle Übergänge und Verzahnungen entstehen zu können, die mit den genannten Begriffen nicht faßbar sind.

Andererseits ergibt sich aus der ständig gleichbleibenden Fazies des Rupeltones kein Anhalt für seine Kennzeichnung als „küstenferne" Bildung. Er steht heute unmittelbar am Gebirgsrand an. Hieran schließt sich die grundsätzliche Frage, inwieweit vielleicht die tertiäre Sedimentation zeitweilig über den Grabenrand hinweggriff? Offensichtlich ist dabei das Fehlen tertiärer Schichten außerhalb des Grabens sicher k e i n Beweis dafür, daß sie dort nie vorhanden waren.

Die oben aufgeführten Begriffe werden daher ausdrücklich vermieden. Die Bezeichnung „mitteloligocäne Küstenkonglomerate" wird ersetzt durch „grobklastische Fazies" gegenüber der „tonigen Fazies" des unteren Rupels. Im Aquitan wird unterschieden zwischen „kalkig-mergeliger" und „mergelig-toniger" Fazies jeweils wechselnder Mächtigkeiten. Hier kann eine zusätzliche Benennung möglich sein, wenn eine der Küste vorgelagerte, hochgelegene Scholle (s. GEIB 1950, S. 102, „submarine Schwelle" des Nierstein-Alzeyer Horstes im Mitteloligocän) zu ähnlichen Bildungen wie unmittelbar an der Küste führt. („Schwellenfazies", s. S. 65,70).

Bevor nun zu der Beschreibung im einzelnen übergegangen wird, ist eine Berichtigung der in der Literatur wiederholt zitierten Angaben über die wenigen, hinreichend genau überlieferten, älteren Bohrungen im Arbeitsgebiet notwendig. Diese bei KESSLER (1909), BUCHER (1913) und SCHRÖDER (1934) genannten Tiefbohrungen im Raum Godramstein-Frankweiler lassen sich ausnahmslos zurückführen auf die erst 1923 von VAN WERVEKE eingehend unter der Bezeichnung „Godramstein I und II" beschriebenen Bohrungen (s. Tafel 1/2) und können daher aus der Literatur ausgeschieden werden.

„Godramstein I":

BUCHER (1913, S. 21) zitiert einen kurzen Bericht VAN WERVEKE's - „1. c. p. 240" -, über eine im Jahre 1905 bei Frankweiler abgeteufte Bohrung. Ein Vergleich der angegebenen Teufenzahlen mit denen der von VAN WERVEKE beschriebenen „Godramstein I" (1923, S. 21) zeigt jedoch, daß es sich hier um ein und dieselbe Bohrung handelt. Eine Differenz ergibt sich lediglich bei zwei Angaben: 1) Die Bohrung „Godramstein I" wurde 1904 abgeteuft, gegenüber 1905 in BUCHER's Zitat, 2) VAN WERVEKE nennt als Endteufe 337,5 m, BUCHER dagegen 326,6 m. Nun stammt aber nach VAN WERVEKE (1923) die letzte Probe — zugleich der einzige Kern der Bohrung — aus der Teufe von 326,6 m. Hier liegt, wohl auch bei der Datumsangabe, offensichtlich eine Verwechslung vor.

Außerdem bringt BUCHER (1913, S. 21) das anscheinend dem Tagebuch des Bohrmeisters entnommene Profil einer Bohrung I der Internationalen Bohrgesellschaft Erkelenz südlich Frankweiler. Diese Bohrung stimmt ebenfalls nach Ortsangabe und Profilbeschreibung mit der „Godramstein I" VAN WERVEKE's überein. Allerdings zitiert BUCHER als Endteufe 340,05 m gegenüber 337,5 m bei VAN WERVEKE (1923). Hier kann eine Ungenauigkeit in der Mitteilung an VAN WERVEKE vorliegen, der bei Einstellung der Bohrung nicht mehr zugegen war.

BUCHER stellte bereits die auffallende Übereinstimmung der Bohrung I mit dem von VAN WERVEKE berichteten Profil fest, glaubte sich aber auf Grund der teilweise differierenden Angaben nicht zu einer Zusammenfassung entschließen zu dürfen.

„Godramstein II":

KESSLER (1909, S. 14) bringt eine mündliche Mitteilung VAN WERVEKE's über eine Bohrung „nicht weit östlich Frankweiler", die 1905 abgeteuft wurde. Sie erreichte unter Diluvium, Landschneckenkalk und Cerithienschichten sowie Cyrenenmergel bei 484 m gelbe und rote Kalkmergel des Unteroligocäns. (Alte Deutung VAN WERVEKE's, s. S. 63). In der Tiefe von 205 m und von 370—387 m wurden Konglomeratlagen genannt. Diese Angaben decken sich auf den Meter genau mit der ebenfalls 1905 abgeteuften „Godramstein II" der VAN WERVEKE'schen Beschreibung (1923). Diese Bohrung stand allerdings wenig nordwestlich Godramstein (s. u.). Die ungenaue Ortsangabe an KESSLER ist vielleicht damit zu erklären, daß Frankweiler als Ort lebhafter Bohrtätigkeit auf Grund der Ölausbisse seinerzeit besser bekannt war als Godramstein.

BUCHER (1913, S. 21) übernahm dieses von KESSLER angegebene Profil. Außerdem zitiert er noch eine Bohrung II der Internationalen Bohrgesellschaft Erkelenz, die sich bezüglich der Teufenangaben und Beschreibung genau mit dem von VAN WERVEKE beschriebenen Profil der „Godramstein II" deckt (1923). Eine Differenz tritt lediglich bei der Ortsangabe auf. BUCHER zitiert aus dem Firmenbericht: „Etwa 100 m nordöstlich der Gabelung von fünf Wegen, die etwa einen halben Kilometer nordwestlich Godramstein liegt". Nun liegt diese sehr charakteristische Wegegabel höchstens 250 m von Ortsmitte (Kirche) entfernt. VAN WERVEKE berichtet dagegen, daß die Bohrung in einem halbkreisförmig nach Frankweiler ziehenden Tälchen stand, etwas südlich des geraden Verbindungsweges von diesem Ort nach Godramstein. Nach Übertragung der Angabe auf die Karte ergibt sich ein Bereich etwa 100 m nordwestlich jener Fünfwegegabel. Da die von BUCHER zitierte Ortsangabe schon eine Ungenauigkeit enthält, wird die, wenn auch nur ungefähre, Mitteilung VAN WERVEKE's vorgezogen (s. Tafel 1/2).

Auch hier erkannte BUCHER die Ähnlichkeit der Bohrung II mit der von KESSLER übernommenen, mündlichen Mitteilung VAN WERVEKE's. Aus den oben genannten Gründen sah er jedoch von einer Zusammenfassung ab.

SCHRÖDER (1934) zitierte lediglich die bei KESSLER und BUCHER genannten Profile ohne eigene Stellungnahme.

Außerdem wurden vor der Jahrhundertwende mehrere Bohrungen unterschiedlicher Tiefe in und um Frankweiler niedergebracht. Da hier weder genaue Ortsangaben noch einigermaßen deutbare Profilbeschreibungen vorliegen, ist ihre Verwertung zwecklos.

1) Eocän:

Aus Tagesaufschlüssen nicht bekannt, sind obereocäne Lymnäenmergel in zwei Bohrungen nachgewiesen.

Die „Rechtenbach 2" durchfuhr von 1050—1126 m (ET) grüne Lymnäenmergel. Beschreibungen lagen nicht vor. Die Bohrung blieb wohl in den Lymnäenmergeln stehen, ohne sie zu durchteufen.

In der „Göcklingen 1" werden die Lymnäenmergel von 535—620 m beschrieben als Mergelstein, hell- bis dunkelgrün, z. T. mit roten Flecken oder auch gebändert. An Fossilien fanden sich Lymnäen und Ostrakoden. Es handelt sich demnach überwiegend um Süßwasserablagerungen. Der Übergang zu Dogger alpha bei 620 m wurde durchmeißelt. Es kann daher nicht festgestellt werden, ob hier eine primäre Auflagerung oder ein tektonischer Kontakt vorliegt. Für letztere Vermutung könnten die nur im Lymnäenmergel beobachteten Harnischbildungen und Schichtneigungen (12 Grad) sprechen (s. Tafel 3, Profil 9). Die Mächtigkeit des Lymnäenmergels kann hier nur mit mindestens 80 m angegeben werden und dürfte wahrscheinlich größere Werte annehmen können.

2) Oligocän:

Unteroligocän (Sannois)-Pechelbronner Schichten und Rote Leitschicht:

Ablagerungen des Sannois sind nur in Tiefbohrungen beobachtet worden. In den südlichen Bohrungen „Rechtenbach 1 und 2", bedingt auch noch in der „Göcklingen 1", ist eine Untergliederung entsprechend dem unterelsässischen Schema (s. u.) durchführbar. Weiter im Norden werden die Grenzen der Unterabteilungen undeutlich und scheinen mit einer Mächtigkeitsreduktion des gesamten Unteroligocäns verbunden. (Zur Verbreitung des Sannois im Nordgraben s. WIRTH 1954) (s. „Rheinpfalz 2", Tafel 4).

Aus der „Rechtenbach 1" werden von 90—191 m (ET) obere Pechelbronner Schichten in konglomeratischer Ausbildung beschrieben.

Die „Rechtenbach 2" durchfuhr (laut Schichtenverzeichnis) von 119—416 m (= 297 m mächtig) obere Pechelbronner Schichten in Süßwasserfazies und schwach konglomeratischer Ausbildung. Von 416—598 m (= 182 m) folgten mittlere Pechelbronner Schichten, die fossilreiche Zone des Unterelsaß. Ab 598—728 m (= 130 m) schlossen sich die unteren Pechelbronner Schichten an. Darunter wird eine 322 m mächtige Serie (728—1050 m) mit Geröllen aus dem Jura und Anhydritknollen als Rote Leitschicht ausgeschieden. Eine eingehendere Beschreibung des durchfahrenen Profiles fehlt. Im Vergleich mit Pechelbronn (SCHNAEBELÉ 1948, Planche D, S. 128), wo die Rote Leitschicht maximal 90 m mächtig wird, erscheint der oben angegebene Betrag ungewöhnlich hoch. Möglicherweise ist hier eine steilgestellte Scholle durchfahren worden. — Insgesamt ergibt sich in dieser Bohrung eine Mächtigkeit des Sannois von 931 m.

„Göcklingen 1": Von 275,0—535,0 m (= 260,0 m) Pechelbronner Schichten und Rote Leitschicht. Eine Unterteilung im obigen Sinne wurde versucht, ist jedoch als unsicher angegeben und wird daher hier nicht weiter verfolgt. Es handelt sich durchweg um Mergelsteine, untergeordnet Tonsteine, rötlich braun mit graugrünen Flecken, auch graugrün mit gelbbraunen Flecken. Schwach- bis starksandig, ungeschichtet. Kalksandstein- und Konglomeratzwischenlagen, rot und dunkelgraugrün. Bei 300 m und 317,0 bis 320,5 m sowie 330,1—332,6 m bestehen die Konglomeratlagen vorwiegend aus wohlgerundeten Kalksteingeröllen und Quarzen (vermutlich des Buntsandsteins). Bei 330,1 m auch Gerölle des Buntsandsteins und oolithische Hornsteine. (?Mittlerer Muschelkalk) Bei 401,0 m etwa die nächsttiefere konglomeratische Lage mit weißen bis grauen, wohlgerundeten Kalkgeröllen unbestimmter Herkunft. Dazu schwarze, oolithische Hornsteine, möglicherweise des mittleren Muschelkalkes (s. S. 81). Noch bei 490,0 m finden sich kleine weiße Kalkknöllchen und dunkle Hornsteingerölle. Ab 510,0 m erscheint auch Gips in den Spülproben.

Diese konglomeratischen Lagen kennzeichnen auch den unteren Teil des Sannois in der Bohrung

„Rheinpfalz 2": Von ca. 666,0 m = 729,0 m (= 63,0 m) werden Pechelbronner Schichten im engeren Sinne ausgegliedert. Es sind dies sehr bunte Mergelsteine mit Anhydritknauern und -knöllchen sowie Gipskörnchen. Anschließend folgen bis zur Endteufe von 800,6 m (= 71,6 m) die als Rote Leitschicht bezeichneten Ablagerungen: Tonsteine im oberen Teil, braunrot bis weinrot, vereinzelt hellgraugrün und gelbockerig gefleckt mit Anhydritknötchen. Von der Mitte an zunehmend mergeliger, — bei ca. 747,0 m Quarz- und kleine Kalkgerölle — folgen dann drei Konglomerathorizonte. Ihnen sind im ständigen Wechsel eingeschaltet fein- bis mittelkörnige, mehr oder weniger tonige Sandsteine von rot bis ziegelroter, weinroter Farbe, gelb und lichtgrau gefleckt und bunte, feinsandige Mergelsteine. Letztere führen gelegentlich Gerölle. In den oberen Konglome-

raten finden sich überwiegend Muschelkalkgerölle. In den tieferen Lagen erweckten weiße Kalkgerölle Verdacht auf Material des Jura. (Belemnitenbruchstück bei 755,0 m). Die Bohrung blieb in den Pechelbronner Schichten stehen, ohne die Tertiärbasis zu erreichen. Zunehmende Harnischbildung und stärkeres Einfallen — im Vergleich zu den überlagernden Schichten — deuten auf die Nähe einer Störung. Diese ist möglicherweise identisch mit der weiter westlich in der „Godramstein I" und der „Rheinpfalz 1" gefaßten Hauptverwerfung. Die dort naturgemäß höher liegende Störung versetzte Trias im Westen gegen Tertiär im Osten (s. Tafel 3, Profil 1). Die in der „Rheinpfalz 2" erbohrte Mächtigkeit der Pechelbronner Schichten — 134,8 m — kann daher größer sein.

Die Ausbildung der Pechelbronner Schichten in den eben beschriebenen Aufschlüssen zeigt, abgesehen von den Geröllkomponenten, weitgehende Übereinstimmung mit dem benachbarten, „randnahen" Sannois des Rheintalgrabens. (Bruchsaler Gebiet z. B., Wirth 1950, S. 670.) Hier herrschen gelb-rot-braune bis weinrote, gelegentlich auch grüne Farben vor. Die vielleicht mehr grabeninnere Tiefenfazies grauer Serien (Bienwald Botzong 1931 und Bohrung „Karlsruhe 1" Schad 1953, S. 116) wurde nicht beobachtet. Im Gegensatz zu den limnischen Sedimenten des Lymnäenmergels — der Übergang zu den Pechelbronner Schichten ist in der „Göcklingen 1" undeutlich — überwiegen jetzt marine Elemente. Konglomerat- und Sandsteineinlagen verraten die zunehmende Reliefenergie des Hinterlandes, dessen Material in Flüssen dem Senkungsraum zugeführt wurde. Diese Entwicklung erreicht einen gewissen Höhepunkt im anschließenden Mitteloligocän (Rupel). Die Senkung erfaßt den ganzen Grabenbereich, wobei die stellenweise Bildung ausgeprägter „Küstenkonglomerate" auf kräftige Bewegung deutet (s. a. S. 54).

Mitteloligocän (Rupel) und Oberoligocän (Chatt):

Hier liegen nun die ersten, eindeutig bestimmbaren Oberflächenaufschlüsse in älterem Tertiär vor. Die jetzt einsetzenden Ablagerungen des Rupel- (= Septarien-)tones, der Melettaschichten und des Cyrenenmergels werden in der Praxis auf Grund ihrer charakteristischen Gesteinsfarbe meist unter der Bezeichnung „Graue Schichtenfolge" zusammengefaßt. Dabei gehören die rein marinen Sedimente des Rupeltones und der Melettaschichten dem Mitteloligocän an, während der brackische Cyrenenmergel bereits in das Oberoligocän zu stellen ist. Da jedoch die Grenzziehung zwischen den beiden letztgenannten Schichtfolgen in Bohrprofilen oft unsicher zu sein scheint (z. B. in der „Rheinpfalz 2", s. S. 61—62), wird diese Zusammenfassung bei der Beschreibung beibehalten.

Rupelton: Entsprechend den bereits erwähnten Bedenken gegenüber Begriffen wie „beckenrand- und beckeninnere Fazies" (s. S. 54) wird die Aufschlußschilderung getrennt nach grobklastischer und (überwiegend) toniger Fazies vorgenommen. Beide Fazies sind dabei ständig durch Übergänge miteinander verbunden und scheinen sich außerdem — verstärkt durch spätere Schollenbewegungen — auch horizontal zu verzahnen. So stehen beispielsweise tiefe Foraminiferenmergel des unteren Rupeltones zwischen Ranschbach und Leinsweiler, in der nach Westen weisenden, rechtwinkligen Biegung der Weinstraße an (s. Tafel 3, Profil 7). Das heißt also etwa 300 m vom heutigen Gebirgsrand entfernt. Dagegen traf die gut 2 km östlich des morphologischen Hauptabbruches (s. S. 84) stehende Bohrung „Göcklingen 1" bei ca. 250 m Tiefe auf „Küstenkonglomerat" derselben Ausbildung, wie es aus dem Tagesaufschluß an der Madenburg bei Eschbach bekannt ist.

Grobklastische Fazies: Sie umfaßt die hier in allen Übergängen erschlossenen Ablagerungen vom Konglomerat bis zur Meeressandfazies. Konglomerate stehen im Süden, außerhalb des Arbeitsgebietes, in dem klassischen Aufschluß an der Madenburg bei Eschbach an. Hier verbindet ein kalkiges Mittel die völlig unsortierten Gerölle verschiedenster Größe. Die bis kubikmetergroßen Blöcke bestehen aus meist entfärbtem Buntsandstein. Die bis faustgroßen, wohlgerundeten Gerölle des Oberen Muschelkalkes stellen zusammen mit Hornsteinen des Mittleren Muschelkalkes den Hauptanteil der

Komponenten. Bemerkenswert ist das Nebeneinander von Buntsandstein- und Muschelkalkgeröllen, wobei eine Zunahme des Buntsandsteinanteils im oberen Teil des Aufschlusses zu beobachten ist. Eine reiche Fauna belegt eindeutig das mitteloligocäne Alter. (GÜMBEL 1897, S. 22 und PLEWE 1938, S. 23.)

Bei Kanalisationsarbeiten im Ort Eschbach fanden die Arbeiter große, gut erhaltene Exemplare von *Ostrea callifera* LMK. bei etwa 3 m Tiefe in lauchgrünen, fossilleeren Tonmergeln. Gelbe Sandkörnchen in Bohrlöchern der Schalen, sowie das Fehlen jeglicher sonstiger Fauna deuten auf Umlagerung. Bei den Tonmergeln handelt es sich möglicherweise um Süßwasserschichten (s. u.). Hieran wäre die Vermutung zu knüpfen, daß die heutige Lage der „mitteloligocänen Küstenkonglomerate" durchaus nicht dem ursprünglichen Ablagerungsort und -niveau zu entsprechen braucht (s. S. 53 f.). Diese Erwägung würde bekräftigt durch weiter unten beschriebene Fundpunkte umgelagerten tiefen Mitteloligocäns (s. S. 66). Daraus ergäbe sich aber folgerichtig eine stratigraphische Revision benachbarter und fossilleerer Schichten, deren Einstufung seinerzeit auf Grund des mitteloligocänen Alters der Konglomerate erfolgte (s. S. 66).

Hierher gehören wahrscheinlich die im ganzen Raum Birkweiler-Siebeldingen-Frankweiler angegebenen Küstenkonglomerate des Mitteloligocäns (KESSLER 1909, S. 13—15). Sie wurden — obwohl fossilleer — auf Grund ihrer Geröllkomponenten mit dem Eschbacher Aufschluß gleichgestellt. Gerölle sind überall als Lesesteine zu beobachten oder befinden sich anstehend als konglomeratische Brocken in sandigen, gelblich-grünen Tonmergeln eingelagert, nie jedoch anstehend in der Ausbildung wie an der Madenburg. So finden sich südwestlich Birkweiler Bruchstücke von *Ostrea* und *Pectunculus obovatus* LMCK. (erstmals aufgefunden von Herrn Dr. K. W. GEIB-Mainz), eingelagert in Foraminiferenmergel, also unterem Rupelton, der deutliche Umlagerungsspuren aufweist.

(Mikrofauna: Spiroplectamina carinata carinata d'ORB., Cibicides dutemplei d'ORB., Anomalina weinkauffi RSS., Sphaeroidina variabilis RSS., Karreriella chilostoma (RSS.), Bolivina beyrichi RSS., Cassidulina oblonga RSS., Nonionella cordiformis COSTA, Uvigerina tenuistriata RSS., Quinqueloculina impressa RSS., Nodosaria cf. longiscata d'ORB., Eponides cf. pygmaea HANTKEN, Eponides sp.)

Als Beispiel für die oben genannten Konglomeratbrocken in gelblichgrünen, sandigen Tonmergeln soll ein Aufschluß westsüdwestlich Frankweiler beschrieben werden, in der Böschung des oberhalb der Chaussee zum Gebirgsrand hin verlaufenden Weges (s. Tafel 1). Die hier partiell auch hellrot und giftgrün gefleckten Tonmergel enthalten einige verschieden geformte *Characeenoogonien* und *-stengel* neben Wurzelröhrchen (? *Rhizosolenien* nach HILTERMANN, 1952) und algenartigen Gebilden. Dieser Befund spricht zumindest nicht für mitteloligocäne Ablagerungen. In Anlehnung an die weiter unten beschriebenen Beobachtungen in den Süßwasserschichten (= Niederröderner Schichten) werden die Tonmergel hierher gestellt.

Unweit östlich dieses Aufschlusses, am Südwestrand Frankweilers, konnte dagegen in einem Schurf, direkt nordwestlich der Chaussee (Grundstück des Herrn Gollong), Mitteloligocän in Meeressandfazies mit Fauna erschlossen werden. Dieser bisher südlichste Fundort der Vorderpfalz zeigt recht verworrene Lagerungsverhältnisse. Mit Schürfen konnte das Liegende der Sande nicht erreicht werden. Im Schurf waren die Sande bis zu 1,5 m Tiefe freigelegt. Nur 10 m südlich dieser Stelle ergab eine 7,0 m tiefe Handbohrung graue, hauchgrünliche und feinsandige Tonmergel mit gelegentlichen dünnen, gelben Sandlagen. Diese auch fossilleeren Tonmergel entsprechen möglicherweise denen in Eschbach (s. o.). Sie sind vielleicht oberoligocänen Alters. Auf eine zusam-

menhängende Deutung des Aufschlusses muß in Anbetracht der komplizierten Kleintektonik bei Frankweiler und den auch hier auftretenden Hangrutschungen verzichtet werden.

Zu dem Vorkommen selbst: Das Bild entspricht durchaus dem der rheinhessischen Meeressande. Es handelt sich durchweg um gelbe, mittelkörnige Sande bis Sandsteine, die z. T. barytisches Bindemittel aufweisen. Sie sind verbunden durch Übergänge von leicht zerreiblich-zerfallenden runden Brocken bis zu recht zähen (barytisierten) Sandsteinen von maximal 0,5 m Länge bei ca 0,2 m Höhe und Breite. Hauptsächlich in den weniger verfestigten Sandsteinbrocken finden sich meist schlecht erhaltene Muscheln und Schnecken, z. T. auch in Steinkernen. Leider hat eine tiefgründige Verwitterung die Fossilien teilweise derart zerstört, daß eine Bestimmung schwer durchführbar ist. Außerdem sind größere Partien der Meeressande restlos ölimprägniert und daher fossilleer. Im einzelnen wurde nach Bestimmung durch Herrn Dr. Doebl-Bruchsal erkannt: Gastropoden: Natica achatensis Recl., Tornatella globosa Beyr., Cerithium sp., eine große syphonostome Form (ähnlich Triton flandricus Kon., aber ohne Wülste) und Bulla sp. — Muscheln: Pectunculus obovatus Lmk., Venericardia omaliusiana Nysr., Meretrix splendida (Merian) in großen Exemplaren, Ostrea callifera Lmk., Corbula gibba Olivier, Lucina cf. tenuistriata, Laevicardium cingulatum Goldf., Astarte sp., Cardida sp., Nucula sp., eine unbestimmbare taxodonte Muschel, und Dentalium sandbergeri Bosqu. An Gerölleinschlüssen ließen sich Muschelkalkbröckchen, gelbe steinmergelartige Stückchen und Milchquarze erkennen.

Weitere Tagesaufschlüsse, abgesehen von den bereits genannten Konglomeratbrocken, sind nicht festgestellt worden.

In Bohrungen traf lediglich „Göcklingen 1" bei 243,0 m „Meeressand" an. (Das petrographische Bild — s. u. — entspricht durchaus nicht den sonst als Meeressand bezeichneten Ablagerungen) und ab 251,0 m Küstenkonglomerat mit kalkigem Bindemittel bis zur Grenze gegen die Pechelbronner Schichten bei 275,0 m. Diese 42,0 m unterteilen sich in der Art, daß zunächst Mergelsteine von dunkelgrauer bis schwärzlicher Farbe einsetzen, denen kleine Gerölle von Muschelkalk, weniger Quarz und selten Hornsteine eingelagert sind (= „Meeressand"). Bei 251,0 m beginnt dann das Konglomerat, dunkelgrau, mit wohlgerundeten Muschelkalkgeröllen, durch kalkiges Bindemittel mehr oder weniger verfestigt. Über dem Konglomerat massenhaft Schalen- und schwarze Pflanzenreste, letztere deuten vielleicht auf Teile der Melettaschichten, da die Bohrung aus „Niederröderner Schichten" (s. S. 60) gleich in tieferes Mitteloligocän einfuhr. Der ganze Bereich scheint gestört, denn über den „Meeressanden" werden typische Fischschiefer beschrieben, während Foraminiferenmergel nicht erkannt wurde. Von 243,8 bis 246,7 m nach Mikrobefund von Herrn Dr. Staesche (damals Berlin): reiche Mitteloligocänfauna.

„Rheinpfalz 1": Ob die von 155,0—164,0 m angetroffenen, stark verölten Sande hierhergehören, ist kaum feststellbar, da Fauna in ihnen nicht erkannt wurde. Nach der Kernbeschreibung handelte es sich um einen feinstkörnigen, tonigen Sandstein mit millimeterdünnen, glimmerigen Mergelbändern. Die auflagernden Schichten sind ebenfalls nicht eindeutig einzustufen. Die hier angetroffenen dunkelschwärzlichen Tonsteine mit einzelnen Foraminiferensandschalern (nach Staesche) gehören vielleicht in die Fischschiefer. Nach der Tiefe zu ist diese Zone durch die Störung gegen Trias abgeschnitten (s. Tafel 3, Profil 1).

(Überwiegend) Tonige Fazies = Graue Schichtenfolge (d. h. einschließlich Cyrenenmergel): Der Rupelton erfährt eine Unterteilung in Foraminiferenmergel und die überlagernden Fischschiefer.

In Tagesaufschlüssen sind bisher nur Ablagerungen des tiefen Foraminiferenmergels beobachtet worden. So als dünner Schleier auf dem äußersten Ostflügel der Hohnert, südwestlich Birkweiler und zwischen Leinsweiler und Ranschbach, wie bereits beschrieben. (Im letztgenannten Aufschluß seinerzeit als Cyrenenmergel eingestuft.) Es sind dies überwiegend graue, hauchgrünliche und feinsandige Tonmergel. In Flachbohrungen wurde der gleiche Horizont angefahren in der „1022" bei 7,0 und 10,0 m.

An Mikrofauna fand sich: Spiroplectamina carinata carinata d'Orb., Cibicides dutemplei d'Orb., Cyclamina placenta Rss., Robulus cultratus Montf. (typisch), Pullenia sphaeroides d'Orb., Nonion soldanii

(d'ORB.), Guttulina problema d'ORB., Globulina gibba d'ORB., Bolivina beyrichi RSS., Gyroidina soldanii (d'ORB.), Sphaeroidina variabilis RSS., daneben Fischreste, Seeigelstachel und Wurzelröhren.

In dem Leinsweiler Fundort tritt zusätzlich auf: Eponides cf. pygmaea HANTK., Dentalina soluta RSS., Nodosaria cf. longiscata d'ORB. und Nodosaria sp., Textularia sp., Uvigerina sp. und Glomospira charoides (PARK. & JON.). (Als Kreideform-Unter Alb-typisch nur im tiefen Foraminiferenmergel nach fidl. Mitteilung von Frau Dipl.-Geol. W. HEINEMANN-Bruchsal).

In Proben vom Ostflügel der Hohnert. Pullenia sphaeroides d'ORB., Sphaeroidina variabilis RSS., Bolivina beyrichi RSS., Nonion soldanii (d'ORB.), Karreriella chilostoma (RSS.), Globigerina bulloides d'ORB., Gyroidina soldanii (d'ORB.), Nodosaria longiscata d'ORB. und drei verschiedenen Nodosaria sp., Bulimina sp., Textularia sp., Guttulina probl., Bolivina sp., sowie Echinidenstachel und Ophiurenreste des Jura. (Letztere sind möglicherweise diluvial umgelagert, da heute Lias am Nordwesthang der Hohnert ansteht.)

In „P 36" ca. 500 m westlich der neuen Umgehungsstraße zwischen Ilbesheim und Eschbach im Aalmühltal fand sich neben einem dunkelgrauen, grobkörnigen (Kalkumkrustet) Sandstein mit Schalentrümmern (Schußauswurf) in graugrünen Mergeln folgende Fauna: Nonion soldanii (d'ORB.), und andere Nonion sp., Gyroidina soldanii mamillata (d'ORB.), Globigerina bulloides d'ORB., Sphaeroidina variabilis RSS., Ammodiscus sp., Textularia sp., Nodosaria sp., Bolivina sp., Bulimina sp., Cibicides sp., Anomalina sp., Eponides sp., Dentalina sp., Flabellina sp., Gümbelina sp., (Erstmals als Kreideform beschrieben von PRELL-MÜSSIG 1953, S. 49. Nach eingehender Diskussion über deren Herkunft, S. 121, 134/135 rechnet die Autorin mit Meerestransport = Driftung, vielleicht aus Kreide des alpinen Raumes.) Ferner eine Alge, sowie Seeigelstacheln. — Der Befund deutet auf Melettaschichten nahe dem Foraminiferenmergel.

Etwa 2 km nördlich Göcklingen, westlich der Straße, enthielt hellblaugrüner Tonmergel in „P 328" unter anderem folgende Kümmerfauna: Bolivina sp., ?Gümbelina sp., Ostrakodenbruchstücke und Schwammreste. Hier ist vielleicht bereits mit Cyrenenmergel zu rechnen.

In Tiefbohrungen wurden größere Partien aus der Grauen Schichtenfolge bekannt.

„Rechtenbach 1" durchteufte von 0—15,0 m Melettaschichten und dann bis 90,0 m Septarienton, anschließend Pechelbronner Schichten.

„Rechtenbach 2": durchfuhr von 0—55,0 m Melettaschichten, bis 119,0 m Septarienton, anschließend Obere Pechelbronner Schichten.

„Göcklingen 1" fuhr von Süßwasserschichten (= Niederröderner Schichten) bei 193,0 m an einer Störung (s. Tafel 2) gleich in unteres Mitteloligocän (1. Schichtenverzeichnis: Septarienton) bis 243,0 m, dann folgte „Meeressand" bzw. „Küstenkonglomerat". Es handelte sich um hell- bis dunkelgraue Tonsteine, Stich bräunlich, kalkig, stellenweise durch weiße Kalkblättchen feinstgeschichtet (Fischschieferfazies), darin massenhaft Fischschuppen.

„Rheinpfalz 1" beginnt bei 142,0 m mit mittelgrauen Mergelsteinen, teils sandig und glimmerig mit bis zu 0,15 m mächtigen Sand-Glimmerlagen und einer harten Mergelkalkbank. Dann ab 148,0 m die oben geschilderten Tonsteine (s. S. 59), die vielleicht auf Grund der Foraminiferensandschaler den Fischschiefern zuzuordnen sind. Hier scheint nur ein unterer Teil der Grauen Schichtenfolge durchteuft zu sein, wie in der „Göcklingen 1" ebenfalls von einer Störung gegen die hangenden Süßwasserschichten (= Niederröderner Schichten) abgegrenzt. (Einfallen in der „Rheinpfalz 1" bei 135,0 m schon 20 °, bei 145,0 m 60 °!

Auch die unweit südlich davon stehende „Godramstein I" hat unter „Diluvium" ab 47,0 m bis etwa 135,0 m Graue Schichtenfolge durchteuft und ist dann an der Hauptstörung in die Trias eingefahren (s. Tafel 3, Profil 1). Nach den Spülprobenbeschreibungen lagen vor: Wechsellagernd Mergel und Sande, durchweg glimmerführend, von dunkelgrauer bis grauer Farbe, gelegentlich Pyrit. Da jedoch eine Untergliederung an Hand der spärlichen Proben zu unsicher ist, wird die allgemeine Bezeichnung „Graue Schichtenfolge" verwendet. VAN WERVEKE (1923 S. 22 f.) nahm hier Cyrenenmergel an, wobei ihm aber die Abweichung gegenüber dem oberen grauen, gleichfalls als Cyrenen-

mergel gedeuteten Teil der „Godramstein II" auffiel. (Der obere, graue Schichtenstoß der letztgenannten Bohrung gehört jedoch wahrscheinlich dem Aquitan an, wie später ausgeführt werden wird, s. S. 68. Damit löste sich dieser Widerspruch.) „Rheinpfalz 2" hat als einzige Bohrung Cyrenenmergel unter ungestörter Auflage von Süßwasserschichten (= Niederröderner Schichten) bei ca. 475,0 m erreicht. (Zur Grenzziehung s. u.). Eine monotone Folge grauer, teils sandiger Mergelsteine, geschichtet, stellenweise fest und zäh mit Bestegen von Sand, Glimmer und Pflanzenresten, wechselnd mit zahllosen Sand- und Kalksandsteinlagen in Schmitzen (maximal 1,0 m mächtig) bis 625,0 m. Die hier verzeichneten, ständig wechselnden Einfallswinkel könnten wohl durch die Natur der Ablagerung — in Schmitzen und Schlieren — erklärt werden. Der Übergang zu Melettaschichten ist allmählich und nicht eindeutig festgelegt. Hier folgen dunkelgraue Tonsteine, auch schwärzlich, schiefrig mit dünnen Kalkblättchen (?Fischschiefer) und Sandsteinflasern. Nach unten grünlichgraue, dünne Mergelstreifen. Von 653,0 m bis etwa 666 m graue bis schwärzlichgraue, sandige Mergelsteine mit bis zu 0,3 m mächtigen Sand- und Kalksandsteinbänken. Im ganzen Profil Fischreste (vor allem Fischschuppen), Pflanzenreste, Foraminiferen, Fucoiden.

Leider liegen keine Bestimmungen der Mikrofauna vor. Laut Schichtenverzeichnis wurden keine Foraminiferenmergel erkannt. Ebenso wurde auch „Meeressand" oder „Küstenkonglomerat" nicht beobachtet, die jedoch abgelagert wurden (s. S. 59). Die unruhige Lagerung nahe der Grenze gegen Pechelbronner Schichten sowie die zunehmende Harnischbildung deuten vielleicht eine kleinere Störung im untersten Teil der Grauen Schichtenfolge an. Ihre Mächtigkeit beträgt hier laut Schichtenverzeichnis 191,0 m (s. S. 62).

Eine Gesamtmächtigkeitsangabe ist kaum möglich, da diese Folge nur in, z. T. weitauseinanderliegenden, Teilprofilen erschlossen ist. Wollte man trotzdem eine ungefähre Berechnung anstellen, so ergäben sich aus der mindestens 191,0 m mächtigen Serie der „Rheinpfalz 2" (Cyrenenmergel bis etwa Fischschiefer) und den vielleicht zum Vergleich heranziehbaren 82,0 m Rupel der „Göcklingen 1" (Fischschiefer bis Küstenkonglomerat) eine Mindestmächtigkeit von etwa 270 m oder vorsichtig gerechnet: 250,0 m. Ein Vergleich mit rechtsrheinischen Verhältnissen zeigt durchaus ähnliche Werte. (Schad, 1953, in der „Karlsruhe 1" ca. 300,0 m — Wirth, 1950, im Bruchsaler Feld durchschnittlich 200,0—300,0 m). Das fazielle Bild zeigt keine Besonderheiten gegenüber dem übrigen Grabengebiet.

Hier müssen noch einige Bemerkungen zur Frage der Abgrenzung des Cyrenenmergels angeschlossen werden. Schon die Grenzziehung im Liegenden erweist sich meist als schwierig. (s. Schnaebelé 1948, S. 70.) Nach unten zunehmend mächtigere Sandsteine und das Auftreten mariner Faunen kennzeichnen den Bereich des Überganges zu den Melettaschichten. In der Praxis wird die Grenze meist an Hand der Schlumberger Diagramme ermittelt. Als Beispiel für die unsichere Abgrenzung sollen hier die fraglichen Schichten der „Rheinpfalz 2" beschrieben werden.

Bei etwa 300,0 m (s. u.) beginnen die Süßwasserschichten (= Niederröderner Schichten). Nach bunten, dem bekannten Bild dieser Schichten durchaus entsprechenden Mergelsteinen und Tonen setzen ab 413,0 m bereits graue, Stich grünliche Sandsteine ein, glimmerreich mit Kohleflitterchen, in Bänken bis zu 1,0 m. Eingeschaltet Kalksandsteinbänkchen. Ab 434,0 m grau bis graugrüne, wechselnd sandig-glimmerige Mergelsteine, nur noch untergeordnet ockerbraun, oliv und dunkel gefleckt. Bei 438,2 m schwarzer (kohliger) Ton. Von 454,0—455,2 m Mergelstein, durch massenhafte Pflanzenbeimengungen kohlig schwärzlich. (Hydrobien, andere Gastropodenreste, Ostracoden). Dann folgt bis 458,0 m grauer Mergelstein, dunkel und blaugrau gefleckt, dünn geschichtet. (Pyritstengel, Fucoiden, Pflanzenreste). Bis 462,0 m schließen sich dunkelgraue Kalksandsteine mit Glimmerschüppchen und Blattresten an, mit dünnen, graugrünlichen Mergelsteinlagen, die ab ca. 469,0 m überwiegen. Hierin werden bis über dem starke Zwischenlagen von dunkelgrauen, Muskowit- und Pflanzenrestführenden, weichen und mürben Sandsteinen mit Cyrena sp. beschrieben. (Bereits bei 468,0 m Cerithien, Ostrakoden, ?Hydrobien, ?Cyrena sp.) Von ca. 469,0 bis 475,0 m folgen nun dunkelgraue bis schwarze Tonsteine, stellenweise schwach kalkig, fein geschichtet mit Pflanzen- und Schalenresten. (Gastropoden u. a. Planorbis sp., Ostrakoden, ?Mytilus). Hieran schließen sich dann die oben beschriebenen

grauen Mergelsteine mit zahllosen Sand- und Kalksandsteinlagen in Schmitzen und Linsen.

Bei 475,0 m zogen die damaligen Bearbeiter die Grenze „Niederröderner Schichten" gegen Cyrenenmergel, offenbar in Anlehnung an die Bruchsaler Verhältnisse. Dort beginnen die Cyrenenmergel gelegentlich wohl schon mit Sand-Kalksandsteinfolgen, die aber vornehmlich erst in den Melettaschichten erscheinen. Im vorliegenden Falle wäre es jedoch möglich, daß nach der Kernbeschreibung die Cyrenenmergel bereits um einiges höher beginnen, vielleicht schon im oben genannten Bereich von 413,0—434,0 m. Die kohligen Pflanzenrestlagen (s. W. WAGNER 1950, S. 535 — Bohrung „Worms 1"), daneben rein grau bis graugrüne Farbtöne, sowie die petrographische Ausbildung sprächen dafür (s. a. GILLET, 1953, S. 397, bei Straßburg). Ebenso stünden die spärlichen Fossilangaben einer Einstufung in die Cyrenenmergel nicht entgegen. Andererseits beschreibt W. WAGNER (1913, S. 744 f.) auch aus der oberelsässischen Süßwasserzone Kalksandsteine mit Kohleschmitzchen aus Pflanzenresten und Pyritkugeln, ebenso GILLET (1953, S. 395) aus Mergeln des Chatts, über Cyrenenmergel.

Auf jeden Fall beleuchtet dieses Beispiel die Unsicherheit in der Grenzziehung, sowohl im Liegenden, als auch im Hangenden. (s. a. WIRTH 1953, S. 37)

Die Übergangszone ist gekennzeichnet durch wechselnd brackisch bis süßen Charakter der Sedimente. Der Farbumschlag von grauen zu bunten Tönen verteilt sich, wie eben gezeigt, in den meisten Fällen auf einen größeren Bereich, wobei die graugrüne Färbung, neben anderen Merkmalen, auch für den Cyrenenmergel genannt wird. (W. WAGNER 1938, S. 33.) Sand- und Kalksandsteinlagen setzen ebenfalls nach oben fort, wie Beobachtungen im unterelsässischen Gebiet zeigen. (W. WAGNER 1923, S. 181 und 1930, S. 324.) Damit ist aber die Frage der faziellen und stratigraphischen Definition der Niederröderner Schichten, bzw. nach W. WAGNER der „Süßwasserzone", auf das engste verknüpft.

Ehe daher nun eine Beschreibung dieser Schichtenfolge angeschlossen werden kann, muß deren Definition für das vorliegende Gebiet vorausgeschickt werden. Dazu erscheint ein kurzer Überblick auf die Entwicklung der Begriffsfassung unumgänglich.

VAN WERVEKE beschrieb 1918 (S. 23) eine bisher unbekannte, über 400,0 m mächtige, tertiäre Folge bunter Mergel mit kleinen Geröllen (verschiedene Kalksteine, Buntsandstein, Quarze und Quarzite, s. später S. 65) in einem Bohrloch bei Niederrödern im Unterelsaß. Sandsteine fehlten in dieser Serie vollständig nach seiner, lediglich zusammenfassenden Beschreibung. Als Liegendes nannte er, von oben nach unten, (Reihenfolge nach VAN WERVEKE): Melettaschichten, Septarienton und Fischschiefer. Da eine Angabe über hangende Schichten fehlt, muß angenommen werden, daß die Bohrung in dieser bunten Folge begann. Damit ist aber die stratigraphische Grenze nach oben unbekannt, eine nicht unwesentliche Feststellung, wie die spätere Erweiterung des Begriffes (Moos 1934 — WIRTH 1950 u. a.) zeigt. Außerdem fanden sich in der „mit dem Meißel" niedergebrachten Bohrung keine Fossilien. Es ist also von Bedeutung, daran zu erinnern, daß diese 1918 von VAN WERVEKE nach dem Ort der Bohrung benannten „Niederröderner Schichten" nur durch eine rein petrographische zusammenfassende Beschreibung definiert sind, ohne daß eine sichere stratigraphische Stellung angegeben werden konnte. Die gleichen Schichten beschrieb er 1918 (ebenda) aus den Bohrungen I und II im Bienwald und später (1923, S. 20/21) in der „Godramstein II". (Früher von ihm als Pechelbronner Schichten gedeutet. 1913, S. 697—722, s. a. S. 55 vorliegender Arbeit). Allerdings treten in diesen beiden Bohrungen Sandsteine auf, die am locus typicus fehlen.

Da VAN WERVEKE in Niederrödern unterlagernde Melettaschichten erkannte, den eigentlich zu erwartenden Cyrenenmergel dagegen nicht ausgliedern konnte (s. S. 60), schloß er auf eine Einlagerung der Niederröderner Schichten in Cyrenenmergel.

Er wurde in dieser Deutung bestärkt durch eine die Niederröderner Schichten überlagernde graue Serie in der „Godramstein II". Diese graue Folge stellte er auf Grund einiger Fossilfunde, sowie des petrographischen Charakters, zu den Cyrenenmergeln. (Über die Neudeutung des Schichtenkomplexes s. S. 68).

Die Niederröderner Schichten gehörten demnach sicher zum Teil dem oberen Oligocän-Chatt an, ihre stratigraphische Grenze nach oben war jedoch unbekannt.

Nun konnte W. WAGNER (1913, S. 744 u. f.) nachweisen, daß sich die im oberen Teil der „Blauen Mergel" des oberelsässischen Kaligebietes von FÖRSTER beschriebene „Kalksandsteinzone" untergliedern ließ in (von oben nach unten): Süßwasserzone, Cyrenenmergel und Melettaschichten. An Hand von Schachtprofilen nördlich und nordwestlich Mühlhausen beschrieb er die Süßwasserzone als bunte Mergel mit Kalksandsteinen, in letzteren Kohleschmitzchen aus Pflanzenresten und Pyritkugeln. An Fossilien fanden sich *„Helix, Planorbis, Lymnaeus* und *Charafrüchtchen"*. Damit war der limnische Charakter der Ablagerungen erwiesen. Die Auffindung der oberoligocänen, brackischen Cyrenenmergel als Liegendes der Süßwasserzone führte zu einer Revision der FÖRSTERschen Einstufung, in der dieser für die „Blauen Mergel" mitteloligocänes Alter annahm. Da einerseits in anderen Aufschlüssen Süßwasserkalke des Untermiocän beobachtet wurden, andererseits diese Zone eine unerwartete Mächtigkeit aufwies (ca. 300,0 m), vermutete W. WAGNER, daß diese Schichten noch in das Untermiocän reichen könnten. 1923 (S. 158, 162/163) erkannte er Bildungen der Süßwasserzone auch im Unterelsaß, 2 km östlich Kolbsheim bei Straßburg, ebenfalls über Cyrenenmergel, allerdings ohne Angabe einer oberen Grenze.

In der gleichen Arbeit wurde mitgeteilt (S. 181), daß sich weitere Vorkommen in den Bohrungen von Leitersweiler und Niederrödern fanden. Es wurde jedoch nicht angegeben, ob es sich bei der (?den) letzteren um die bereits von VAN WERVEKE beschriebene handelte, die ja bekanntlich zur Aufstellung des Begriffes der Niederröderner Schichten Veranlassung gab. W. WAGNER wies nämlich auch dort Kalksandsteineinlagerungen nach, im Gegensatz zu VAN WERVEKE (s. d.)

Letzterer betonte nun bereits 1918 (S. 23) und später (1923, S. 20) nochmals die Ähnlichkeit der Niederröderner Schichten mit der WAGNERschen Süßwasserzone des Oberelsaß, ohne jedoch eine Gleichwertigkeit der Bildungen anzunehmen. Vermutlich ist einer der Gründe dafür in der von VAN WERVEKE angenommenen Einlagerung der Niederröderner Schichten in Cyrenenmergel zu suchen. (Deutung der „Godramstein II"!). W. WAGNER sieht dagegen 1930 (S. 331) in den Niederröderner Schichten die Aequivalente seiner Süßwasserzone. In der an gleicher Stelle mitgeteilten Tabelle (1930, S. 324) werden die Gliederungen des Ober- und Unterelsaß verglichen, wobei die Süßwasserzone des Oberelsaß in Beschreibung und stratigraphischer Einstufung als Oberoligocän angegeben wird. An

gleicher Stelle, mit gleicher fazieller Kennzeichnung (Bunte Mergel mit Kalksandstein-Süßwasser) werden die Niederröderner Schichten des Unterelsaß der Süßwasserzone gegenübergestellt.

1938 (S. 35) schließt W. WAGNER dann die Süßwasserzone seiner Definition an die des Mainzer Beckens an. (Chattische Süßwassermergel und Landschneckenkalke Rheinhessens, s. WENZ 1921, S. 138). Später (1950, S. 526, Abb. 4) parallelisierte er auch die gesamten (Bunten) Niederröderner Schichten des Bruchsaler Gebietes mit der Süßwasserzone (Umzeichnung des WIRTHschen Profiles 1950, S. 685).

In diesem Gebiet hatte jedoch Moos 1934 den Namen Niederröderner Schichten auf eine gleichartige bunte Serie übertragen, in der er außerdem Aequivalente der Landschneckenkalke, der Cerithien- und Corbicula-Schichten des Mainzer Beckens nachweisen konnte, (s. a. SCHAD 1953, S. 103) d. h. also des oberen Chatt und des tiefen Aquitans. Dieser Befund wurde durch WEBER (1937) und PAUL (1938) unterbaut. Eine später im Hangenden der (Bunten) Niederröderner Schichten entdeckte g r a u e Serie, zunächst den Hydrobienschichten des Mainzer Beckens gleichgestellt, erwies sich in Bohrungen der Jahre 1935—1939 als nicht eindeutig den einzelnen Zonen der Mainzer Gliederung vergleichbar. So bezieht WIRTH (1950, S. 663) auch noch die Corbiculaschichten in die graue Serie ein. (Dieses Schema lag offensichtlich der Gliederung im oberen Teil der „Rheinpfalz 2" zugrunde, wo Hydrobienschichten und „Bunte Niederröderner Schichten" unterschieden wurden — HASEMANN, HINTZE. Diese Einteilung ist hier jedoch aufzugeben. S. S. 68.)

Im vorliegend behandelten Arbeitsgebiet erscheint jedoch eine Beschränkung der bunten Serie auf das obere Chatt möglich (s. S. 65). Es erhebt sich nun die Frage, welche Namengebung hier zu verwenden ist. Die Möglichkeit der Einengung entspricht durchaus der von W. WAGNER gegebenen Definition der Süßwasserzone. So wurde dieser Benennung („Süßwasserschichten") in der Gliederung der Bohrung „Neustadt 1" (HASEMANN, HEIDORN) der Vorzug gegeben, da dort Cerithienschichten im Hangenden der Süßwasserzone eindeutig ausgeschieden werden konnten.

Demgegenüber ist die im unteren Teil sicher äquivalente Folge der Niederröderner Schichten am locus typicus in ihrer oberen Begrenzung unbekannt und scheint auch noch Teile des tiefen Aquitans enthalten zu können, ohne daß sich der, in der rein petrographischen Definition gegebene, bunte Charakter dieser Serie ändert.

Nun ist mit Ausnahme der Bohrung „Neustadt 1" in den anderen Schichtenverzeichnissen die Bezeichnung „Niederröderner Schichten" verwendet worden. Vielleicht ist das Nebeneinander der Benennungen durch die gleichen Bearbeiter (HASEMANN, HINTZE) zurückzuführen auf den erstmaligen Gebrauch des Begriffes durch VAN WERVEKE, der bekanntlich 1923 die untere, bunte Serie der „Godramstein II" als Niederröderner Schichten umdeutete.

Auf der anderen Seite ist aber der fragliche Schichtenkomplex im Hangenden nicht nur sicher durch die Cerithienschichten begrenzbar, sondern auch im obersten Teil an der Kleinen Kalmit als typischer Landschneckenkalk (oberstes Chatt nach WENZ 1921, S. 138) ausgebildet.

(BUCHER, 1913, nennt die Bezeichnung Landschneckenkalk nicht, sondern rechnet die entsprechende Folge schon zu den Cerithienschichten, die bei seiner Gliederung bereits im oberen Chatt, d. h. über dem Cyrenenmergel beginnen. S. 9 und 11 f.) (s. S. 71).

Aus diesen Gründen wird daher im vorliegenden Arbeitsgebiet die Bezeichnung „Süßwasserzone" verwendet. Unter diesem Begriff wird hier eine mehr oder weniger bunte Serie überwiegend limnischer bis brackischer Sedimente verstanden. Sie sind bisher zumeist in tonig-mergeliger Fazies mit eingeschalteten (Kalk-) Sandsteinen beobachtet worden und werden im folgenden als „Süßwasserschichten" bezeichnet. Im Übergangsbereich zu den Cerithienschichten finden sich charakteristische Geröll- und Konglomeratlagen (s. u.). Die Abgrenzung gegen den liegenden Cyrenenmergel ist unsicher. An einigen Fundorten liegt die Süßwasserzone in rein kalkiger Fazies vor („Landschneckenkalk" der Kleinen Kalmit bzw. „Kalke mit *Terebralia rahti*"). Auch hier sind gelegentlich Gerölle festgestellt worden. (BUCHER 1913, S. 14). Eine geringmächtige, kalkige Serie kann demnach das obere Chatt = Süßwasserzone vertreten (s. S. 70).

Süßwasserzone: a) Süßwasserschichten:

Auf Grund der spärlichen, oft sogar fehlenden Fossilführung ist diese Serie in Tagesaufschlüssen und Flachbohrungen schwer feststellbar, abgesehen von dem Böschungsanschnitt westsüdwestlich Frankweiler (s. S. 58) und der „1021".

Die „1021" durchfuhr von 20,0—43,0 m oben olivgrüngelbe, später lauchgrüne Tonmergel, feinsandig mit braunen Flecken auf Bruchflächen. Weißliche Sandsteingerölle von Nußgröße traten im oberen Teil auf. An Fauna fanden sich neben spindel- und kugelförmigen Characeenoogonien Ostrakoden, unter denen Herr DR. GOERLICH (bei 20,0—21,5 m) Candona cf. rhenana und (im Kern von 30,5—32,5 m) „Streifenostrakoden", Candona praecox bestimmte. Damit konnten sichere „Niederröderner Schichten" (= Süßwasserschichten) erkannt werden. — Hier soll die Beschreibung einer Probe angeschlossen werden, die aus der Böschung der neuen Umgehungsstraße Landau—Annweiler am Südhang der Kleinen Kalmit (am Höhenpunkt 186,3 m, s. Tafel 2) entnommen wurde. Der Rückstand des olivgrüngrauen Tonmergels enthielt nur Ostrakoden und zwar ausschließlich Cyprideis miocenica LIEN. Das massenhafte Auftreten dieser Ostrakode spricht nach Befund von Herrn DR. GOERLICH dafür, daß „wohl noch Cerithienschichten" vorliegen. Im Bruchsaler Gebiet („Spoeck 1" und „Karlsdorf 1") ist sie dagegen auch im Übergang von Niederröderner Schichten (Süßwasserzone) zu Cerithienschichten bekannt. (Frdl. Mitteilung von Frau Dipl.-Geol. W. HEINEMANN). — In den Tiefbohrungen (s. Tafel 4) und auch in einigen Schußpunktprofilen sind die Süßwasserschichten im Hangenden gekennzeichnet durch auffällige Konglomerat- und Geröllagen in graugrünen, sandigen (Ton-)Mergeln, die oberflächennah zusätzlich gelb gefärbt sind. Die Ablagerungen bestehen überwiegend aus Geröllen des Muschelkalkes (Oberen-), Quarzen (? des Buntsandsteins), untergeordnet des Buntsandsteins und schwarzer oolithischer Hornsteine. (Wahrscheinlich des Mittleren Muschelkalkes.)

Unter diesem Horizont setzt regelmäßig die mehr oder weniger bunte Fazies der Süßwasserschichten ein.

Es wird nun vermutet, daß diese Bildungen durch die Überflutung des Meeres der Cerithienschichten entstanden. Möglicherweise lagen zu dieser Zeit Teile des Süßwasserbeckens trocken, wobei auch Konglomerate des Mitteloligocäns aufgearbeitet werden konnten. Gleichzeitig transportierten Flüsse in größerem Umfang Material des Hinterlandes (entweder durch dessen Heraushebung oder durch Gefällbildung zum sich senkenden Rheintal oder auch beidem) in das Meeresbecken. (Schuttkegel, s. „Rheinpfalz 1", S. 67.) Das Auftreten dieser Lagen wird der markanten Wende von Oberoligocän zu Miocän, von den

Chattischen Süßwasserbildungen zu den aquitanen, überwiegend marinen Cerithienschichten entsprechen. („Savische Bewegungsphase" Stille's nach W. Wagner 1938, S. 34/35.)

Da diese Ablagerungen in keiner der Tiefbohrungen des Arbeitsgebietes fehlen, scheint ihnen eine gewisse „Horizonttreue" zuzukommen. Trifft diese Annahme zu, so könnte ein großer Teil der zu Tage ausstreichenden gelblich-grün-grauen und fossilleeren Tonmergel — z. T. mit Geröllen und Konglomeratbrocken, vornehmlich des Oberen Muschelkalkes — eingegliedert werden. (Ein weiterer Hinweis ist vielleicht in der Verbindung dieser Vorkommen mit benachbarten stromatolithischen Algenkalken des oberen Chatts zu sehen, s S. 69). Diese Sedimente sind im ganzen Raum Birkweiler-Frankweiler verbreitet und wurden bisher entweder als unbestimmbares Oligocän oder, wo sich Gerölle etc. fanden, als mitteloligocänes Küstenkonglomerat angesprochen. (s. a. S. 58)

Diese Annahme stützt sich also auf die Verknüpfung des bereits beschriebenen Aufschlusses im Böschungsanschnitt westsüdwestlich Frankweiler (s. S. 58), sowie eines Wegrandes am Südosthang des Taschberges (Y-förmige Dreiweggabel, westlich Birkweiler, s. Tafel 1) mit Konglomeratbrocken und Geröllen gleicher Zusammensetzung wie bei Frankweiler, (hier allerdings in fossilleeren, gelbgrün-sandigen Mergeln) weiter mit den Beobachtungen in den Tiefbohrungen und einigen Schußpunktprofilen (s. u.). Außer diesen beiden Aufschlüssen trifft man über den ganzen Taschberghang verstreut Lesesteine gleicher Komponenten. Ebenso finden sie sich nach Osten bis auf die Hohnert hinauf, hier allerdings in undurchsichtiger Lagerung mit diluvialen Schottern vermengt (s. Abschnitt Diluvium).

Südlich Frankweiler, am nordostgeneigten Hang des am Ostrand entlang nach Südwesten verlaufenden Tälchens sind durch einen Bunkerbau westlich der Weinstraße konglomeratische Brocken eines porösen, weißlichen und zerreiblichen Kalksandsteins freigelegt (s. a. u. Aquitan). Dieser führt vor allem massenhaft etwa kirschkerngroße Milchquarze, außerdem Gerölle des Oberen Muschelkalkes. Höher am Hang liegt ein Schleier gleichgroßer, heller Quarzgerölle verstreut, die offensichtlich aus dem leicht verwitternden Kalksandstein stammen. Ähnliche Streubildungen finden sich noch mehrfach, meist in gleicher Höhenlage. (s. u. Diluvium und Tafel 1.)

Ob diese ganzen, eben genannten Bildungen zeitlich zusammengefaßt werden können, ist unsicher und nach der Natur ihres meist isolierten Vorkommens vorerst nicht zu klären. Zum Vergleich mit den Konglomerat- und Geröllagen am Kopf der „Niederröderner Schichten" in den Bohrungen (s. Tafel 4) sollen daher nur die erstgenannten Aufschlüsse westsüdwestlich Frankweiler und am Taschberg herangezogen werden. Hierbei ergibt sich in der Tat eine auffällige Übereinstimmung. — Im einzelnen: (Zur Kennzeichnung des Überganges von Chatt zu Aquitan ist es notwendig, einen Teil der in den Cerithienschichten angestellten Beobachtungen bereits hier zu erwähnen).

„Göcklingen 1": Laut Schichtenverzeichnis beginnen die „Niederröderner Schichten" (= Süßwasserschichten) bei 6,0 m mit Konglomeratlagen aus Muschelkalk, Buntsandstein- und Quarzgeröllen in z. T. feinsandig-glimmerreichen und gelb-braunen Mergeln. Ab 8,0 m setzen dann graugrüne, oben noch sandstreifige, gelbbraun und später auch rot gefleckte Mergelsteine ein. Dieser Horizont läßt sich auch in der nach Norden anschließenden Schußpunktfolge erkennen („P 324—326"), sowie nach Osten am Hang des Setzer Berges. Diese Mergelsteine setzen in der „Göcklingen 1" bis zu der Störung gegen „Septarienton" (s. S. 60) bei 193 m fort. Sie werden unterbrochen durch eine auffällige „Sandlage" von 57,0—79,7 m. Es handelt sich um einen feinkörnigen, „kalkigen" Sand von graugrüner Farbe. Er setzte sich zusammen aus eckigen weißen und klaren Quarzkörnchen, weißen und spärlicher roten Feldspatkörnchen, hellen und dunklen Glimmerplättchen. Bei 160,0 m findet sich dann noch ein bunter Mergel mit

Grobsand und Quarzgeröllen (Spülprobe). Die ganze Serie enthält im Schichtenverzeichnis keine Fossilangabe.

„P 72": — nördlich Ilbesheim im Ranschbachtal (s. Tafel 1) — durchfuhr von 8,0 bis 13,0 m Geröllagen von Oberem Muschelkalk und hellen Quarzen, darunter grüne, rot gefleckte Tonmergel, die lediglich einige unbestimmbare Ostrakoden enthielten. Unweit östlich beschrieb Bucher (1913, S. 19) Kalke mit Terabralia rahti (Sandb.) = Landschneckenkalk.

In der „Rheinpfalz 2" traten in 318,3 m Tiefe (laut Schichtenverzeichnis Beginn der „Niederröderner Schichten" bei 300,0 m) wiederum Muschelkalkgerölle, Quarze und Hornsteine in graugrünen und sandigen Mergeln auf. Darunter folgten bunte Mergelsteine, Sand- und Kalksandsteine.

Auf Grund der „Horizonttreue" dieser Geröll- und Konglomeratlagen scheint eine kritische Betrachtung der beiden Bohrungen „Rheinpfalz 1" und „Godramstein II" möglich. „Rheinpfalz 1": durchfuhr in dem Bereich von 35,0 m bis 123,0 m sechs Konglomeratlagen in zunächst ockergelben, später hell- bis dunkelgrünen, meist sandigen Mergelsteinen, tiefer z. T. auch in gleichfarbigen Kalksandsteinen. Vornehmlich zwischen 55,0 und 77,0 m folgten mehrere Lagen von Geröllen des Oberen Muschelkalkes bis zu Faustgröße (Trochitenkalk) und untergeordnet solchen des Buntsandsteins. Das grobsandige Bindemittel war hier überwiegend gelb-ockerig (s. „Göcklingen 1"). Bei 51,0 m fanden sich „*Cerithium sp.*" und „*?Mytilus*" als einzige Fossilien in der ganzen Serie, die ab 142,0 m in graue, wechselnd sandig-glimmerreiche Mergelsteine, der Grauen Schichtenfolge überging (s. S. 60). Diese meist graugrüne, untergeordnet gelbe Schichtenfolge mit auffallend mächtigen Geröllhorizonten wurde seinerzeit zu den Hydrobienschichten gestellt. Nun enthalten die Hydrobienschichten des Gebietes in den meisten Aufschlüssen eine reiche, wenn auch häufig indifferente Fauna, vor allem *Hydrobien*, auch *Fischreste* und *Ostrakoden* (s. S. 72). *Cerithien* sind dagegen in dieser Höhe nicht bekannt, könnten als marine Arten auch nur eingeschwemmt in den ausgesüßten Hydrobienschichten erscheinen. Auch überwiegen graue Farben, Sandsteine finden sich kaum, geradezu charakteristisch ist außerdem meist eine ständige Wechselfolge von Kalkbänken und dunklen Tonmergeln. (Bucher 1913, S. 62.)

Diese oben beschriebene Serie wird daher zu den Süßwasserschichten gestellt, zumal dann auch hier wieder jene auffälligen Geröllagen im Kopf der Folge aufträten. (Die gelben Mergelsteine im Hangenden gehören vielleicht bereits den Cerithienschichten an.) Die Tatsache der größeren Mächtigkeit des konglomeratischen Bereiches in dieser Bohrung muß der Annahme einer möglichen Parallelisierung nicht unbedingt widersprechen. Sie ist wahrscheinlich Ausdruck lokaler Sedimentationsbedingungen (s. S. 65).

Grundsätzlich ist dabei zu bemerken, daß hier lediglich der Versuch unternommen wird, unter Zusammenfassung aller Beobachtungen petrographischer, paläontologischer und tektonischer Natur, eine Aussagedichte von gewisser Wahrscheinlichkeit zu erreichen. Die für den vorliegenden Abschnitt angegebenen Tiefenzahlen an Schichtgrenzen stellen daher nur näherungsweise Werte dar.

Die ockergelbe Färbung mancher Aufschlüsse ist wohl auf deren oberflächennahe Lage und damit verbundene Verwitterungserscheinungen zurückzuführen.

Die bisher erwähnten Bohrungen fuhren nun unter meist geringmächtiger diluvialer Decke gleich in die Geröllagen der Süßwasserschichten ein. Sie geben daher keinen Aufschluß über die Auflagerung des Aquitans. Dieser Übergang ist bisher nur in einer Bohrung des Arbeitsgebietes sicher beobachtet, der „Rheinpfalz 2". (Über die hier seinerzeit vorgenommene Untergliederung in Hydrobienschichten und „Bunte Niederröderner Schichten", s. S. 68 und S. 64).

Auch auf der Höhe der Kleinen Kalmit (Basis Cerithienschichten nach BUCHER 1913, S. 10—15) sind keine Aufschlüsse bekannt. (Vgl. Böschungsprobe S. 65). Außerdem ist am Westrand der Kl. Kalmit mit einer Störung zu rechnen (BUCHER 1913, S. 68).

Der oberflächennah typische Wechsel von den grünen, bunten (Ton-)Mergeln des Chatts zu den hellen Kalken und Mergeln des Aquitans verliert in den tiefer versenkten Schichten an Deutlichkeit und verteilt sich wahrscheinlich auf einen größeren, vertikalen Bereich.

Die „Godramstein II", lediglich an Hand von „Schlammproben" (cit. VAN WERVEKE) beschrieben, hat daher für speziellere Untersuchungen keinen Wert. Wohl aber fügt sich ihr Gesamtbild in den Rahmen der bisherigen Beobachtungen ein: Auf Grund gelegentlicher Fossilfunde und eines auffälligen Farbwechsels von grauen zu bunten Farbtönen bei ca. 330 m deutete VAN WERVEKE den oberen grauen Teil als Cyrenenmergel, die bunte, untere Folge — entgegen der früheren Annahme (1913, S. 700): Mitteloligocänes Küstenkonglomerat und Pechelbronner Schichten — als Niederröderner Schichten.

In diesen oberen grauen Schichten, die anfangs vielfach gelb gefleckt sind, herrscht von ca. 35 m an bis 220,5 m laut Bohrtagebuch ein ständiger Wechsel von harten und weichen Gesteinen, wobei es sich nach Probenbeschreibung um Kalksandstein (auch nur Sand) und Mergel bis Kalkmergel von durchweg grauer Farbe handelt. Folgende Fossilien wurden beobachtet: Fischreste und Hydrobien bei 112,6 m neben Bruchstücken von ?Cyrena, Potamides plicatus galeotti (NYST.), Rissoa sp., Hydrobia elongata FAUJ. und ?Cyrena bei 185,5 m, desgleichen bei 252,05 m. Im ganzen Bereich von 112,6 bis ca. 272 m fanden sich Schalenreste. Die hier beschriebene, meist nur in Bruchstücken erhaltene Cyrena sp., gab seinerzeit wohl die Veranlassung zur Einstufung in den Cyrenenmergel. Die Richtigkeit dieser Bestimmungen bedürfte wohl einer Überprüfung, da hier womöglich eine Verwechslung mit Corbicula faujasi BRONG. vorliegt. Innerhalb dieser Art treten Formen auf, die bei zusätzlich schlechter Erhaltung kaum von Cyrenen zu unterscheiden sind (z. B. in Oppenheim/Rheinhessen). Auch die übrige Fauna spräche für diese Annahme. Außerdem scheidet Cyrenenmergel nach der heute anerkannten Folge — tiefstes Chatt, überlagert von Süßwasserschichten — als Deutungsmöglichkeit aus.

Auf Grund des so bezeichnenden Wechsels grauer Kalksandsteine und Mergel und der Fossilfunde wird diese Serie in das Untermiocän gestellt und als „Graues Aquitan" bezeichnet. Eine weitere Angabe enthielte zuviele Unsicherheiten. Außerdem sprächen die Schußpunktprofile bei Godramstein ebenfalls für (tieferes) Aquitan.

Von 205,0—207,0 m etwa trat eine erste Geröllage von Muschelkalk, oolithischen Hornsteinen des mittleren Muschelkalkes und Quarzen des Buntsandsteins auf. (cit.) D. h. ungefähr 20 m unterhalb des Ersteinsatzes von Cerithien. Weiter fanden sich einige Quarze und Hornsteine bei 252,0 m, zusammen mit „braunkohleartigen Resten" (?kohlige Pflanzenreste, s. S. 62). Nach Farbwechsel bei ca. 330 m — erst grünliche und gelbe, dann auch weinrote Töne — traten von 370,5—382,65 m Gerölle von Oberem Muschelkalk und Quarz in grünlichem Mergel auf, später bei 438,8 m nochmals Gerölle von Oberem Muschelkalk, ebenfalls in grünlichen Mergeln. Die Bohrung verblieb dann in den „Niederröderner Schichten" (= Süßwasserschichten) bis zur Endteufe von 548,2 m

„Rheinpfalz 2": Die Süßwasserschichten begannen hier laut Schichtenverzeichnis bei ca. 300,0 m. Wiederum mit Muschelkalkgeröllen, Quarz und auch Hornsteinen, in graugrün-sandigen Mergeln „eingebacken". (cit.) In dem darüber liegenden, fast 300,0 m mächtigen, als Hydrobienschichten gedeuteten Komplex (s. S. 64) tauchte Cerithium sp. bereits bei etwa 165 m auf. Quarz- und Kalksteingerölle zwischen 128,7 und 134,2 m, einzelne Muschelkalkgerölle bei 160,0 m, dazu Quarz von 190,0—193,0 m und von 200,0 bis 213,0 m. Ebenfalls ab 165,0 m werden Ostrakoden, darüber und darunter auch Hydrobien genannt, zusammen mit Fisch- und kohligen Pflanzenresten, Cerithium sp. läßt sich noch bis ca. 295 m verfolgen. Graugrüne, im oberen Teil ockergelbe Mergelsteine wechsellagerten dann ab 300,0 m nach unten zunehmend mit Kalksandsteinen gleicher Farbe (s. S. 61). Auf Grund der faunistischen und petrographischen Beobachtungen oberhalb der 300,0-m-Grenze ist an Stelle der Hydrobienschichten tieferes Aquitan anzunehmen.

Hier soll kurz auf die „Neustadt 1" eingegangen werden. Diese Bohrung hatte unter 169,0 m Pliocän Hydrobienschichten bis 457,0 m (= 284,0 m mächtig), dann bis 546,0 m (= 89,0 m) Corbiculaschichten durchfahren, anschließend bis 684,0 m (= 138,0 m) Cerithienschichten und bis zur Endteufe von 742,1 m „Süßwasserschichten" erreicht. (Hier gab wahrscheinlich die Nähe des Mainzer Beckens Anlaß zu der Benennung „Süßwasserschichten", s. S. 64).

Eine vorherrschend graue Serie wird bei Beginn der Cerithienschichten (546,0 m) — hier gleichbedeutend mit dem Ersteinsatz von Cerithien — zunehmend grünstichiger. Schon bei 480,0 m tauchten Quarz-, wenig später auch kleine Kalkgerölle von meist dunkler Farbe auf. Dies wiederholte sich in zahllosen Lagen, in denen dann kurz unterhalb der Grenze Corbicula-, Cerithienschichten bei 561,5 m auch Gerölle des Trochitenkalkes erkannt wurden. Bei etwa 597,0 m fanden sich außerdem „Tertiärmergelgerölle", die auf zeitweiligen Abtrag benachbarter Schollen schließen lassen (s. u.).

Die zuletzt genannten Bohrungen zeigten nun auch gewisse Schwierigkeiten in der hangenden Grenzziehung der Süßwasserschichten. Der oberflächennah durch Verwitterung meist deutliche Farbwechsel von den grünen und bunten Tonmergeln des Chatts zu den weißlich-gelben Kalken und Kalksandsteinen der aquitanen Cerithienschichten ist in Bohrungen in abgesenkten Schollen nicht erkennbar. Auch die so charakteristisch erscheinenden Geröll- und Konglomeratlagen einiger in ihnen ansetzender Bohrungen erwiesen sich als auf einen größeren Bereich in der Vertikalen verteilt. So vor allem in der „Neustadt 1", in deren Profil sich Geröllagen nach unten bis zur Endteufe, d. h. nahezu 60,0 m unter die angenommene Grenze des Aquitans, fortsetzten. Nach oben ließen sich Quarzgerölle und bis zu 3,9 m mächtige Sandlagen noch bis in das Hangende der Corbiculaschichten verfolgen. Ähnliche Verhältnisse beschrieb Bucher (1913, S. 83) aus den, nach seiner Gliederung (s. S. 65), unteren Cerithienschichten bei Leistadt, zusammen mit Geröllen der gleichen Schichten! (s. „Neustadt 1" bei etwa 597 m.) Auch Wenz (1921, S. 141) teilte ähnliche Beobachtungen von der Basis der Cerithienschichten aus dem Nordostteil des Mainzer Beckens mit.

Auch faunistisch ist die Begrenzung der Süßwasserschichten nach den vorliegenden Berichten und Ergebnissen unsicher. Die als charakteristisch bekannten *Pernahorizonte* an der Basis der Cerithienschichten (Wenz 1921, S. 151 — Bucher 1913, S. 57) sind in den Bohrungen des Gebietes nicht festgestellt worden. Ebenso konnte die nach Bucher typische *Balanusbank,* wenig darüber die Cyrenenbank (s. u.), des obersten Cyrenenmergels nicht beobachtet werden. Leider liegen aus den bearbeiteten Tiefbohrungen auch keine mikrofaunistischen Untersuchungen vor. Aus ihnen könnten durch spätere Bohrungen wichtige Hinweise von regionaler Bedeutung erhalten werden.

b) Kalkige Fazies: („Landschneckenkalke", bzw. Kalke mit *Terebralia rahti* und stromatolithische Algenkalke).

Hier muß im wesentlichen auf die Darstellung von Gümbel (1897, S. 23) und vor allem auf die eingehende Beschreibung Bucher's (1913, S. 11 f.) verwiesen werden. Abgesehen von den bei Bucher genannten Aufschlüssen konnte die kalkige Fazies nicht sicher erkannt werden. (s. u. „stromatolithische Sinterbildungen" nach Reis, 1923 b.)

Nach Bucher schließt der Cyrenenmergel an der Kleinen Kalmit mit einer *Cyrena semistriata* Desh. und *Potamides lamarcki* Brong. führenden Kalkbank ab. Die gleichen Fossilien werden von Gillet (1953, S. 397) aus der Grenzregion des oberen Cyrenenmergels im Oberelsaß beschrieben. (Hier außerdem noch mit *Ostrea cyathula* Lmk., die allerdings im nördlichen Rheintalgraben auf das marine Mitteloligocän = Schleichsand beschränkt ist.)

In dem ganzen, auf die Cyrenenmergel folgenden Schichtenkomplex der Kleinen Kalmit treten bis zu den Pernahorizonten der Cerithienschichten herauf (s. S. 72) harte undeutlich gebankte und sandfreie Kalke auf. Im unteren Teil des Profiles ist *Terebralia rathi* Sandb. charakteristisch. Dichte Partien im Kalk bestehen nach Bucher (1913, S. 11 und S. 84) aus Algenkalken. Nach oben wird

das Gestein mürber und enthält reichlich *Landschnecken* in Steinkernen neben *Potamides plicatus* SANDB. und stellenweise *Hydrobien* in Nestern gehäuft.

Möglicherweise kam es damals durch Hochlage des Kleinen Kalmitgebietes („?Schwellenfazies", s. S. 54) zur Sedimentation in geringmächtiger, kalkiger Fazies. Diese scheint hier die tonig-mergelige und mächtigere Fazies der Süßwasserschichten zu vertreten. (W. WAGNER 1938, S. 34 cit. WEILER.) Die im Westen der Kleinen Kalmit angetroffenen Süßwasserschichten erfuhren naturgemäß eine raschere Abtragung, als die heute morphologisch herauspräparierte Kalkscholle der Kleinen Kalmit.

Stromatolithische (Algen-)Kalke: Südöstlich und nordwestlich Birkweiler, wie auch im Ort selbst, stehen stromatolithische Kalke (bei REIS 1923 b, S. 117: „Sinterbildungen") an oder lassen sich in Lesesteinen noch über den alten Friedhof hinaus nach Norden verfolgen (s. auch BUCHER 1913, S. 69/70). Ähnliche Vorkommen fanden sich in flächenhafter Streu südwestlich Frankweiler (s. Tafel 1). Es handelt sich durchweg um oberflächlich warzignierige, im Anschnitt lagig gebänderte gelbe Kalke. Diese stromatolithischen Bildungen und Algenkalke, z. T. mit Übergängen zu Kalkoolithen (BUCHER 1913, S. 74) treten vom oberen Chatt an bis zu den Hydrobienschichten auf. (Oppenheim/Rheinhessen!) Besonders ausgeprägt wurden sie jedoch in den Landschneckenkalken der Süßwasserzone beobachtet. (WENZ 1921, S. 138, gelegentlich mit *Cypris aggl.* LIEN., — REIS 1923 b, S. 104, — BUCHER 1913, S. 11 f. fand auch *Cypris aggl.* LIEN. bei Birkweiler.)

Die „1021", auf der Anhöhe zwischen Birkweiler und Ranschbach, durchfuhr nun insgesamt 12,0 m stromatolithischer Bildungen, hier als leicht zerfallende gelbe Mergelkalke. (s. wenig weiter westlich, Böschungsanschnitt der Weinstraße.) Ein ganz allmählicher Übergang verbindet diese Folge mit den anschließenden Süßwasserschichten (s. S. 65). Im Rückstand fand sich eine wahrscheinlich umgelagerte Kümmerfauna winziger *Globigerinen* und *Rotaliden,* die aus benachbarten, zeitweilig unter Abtrag stehenden Bereichen älteren Tertiärs stammen könnte. Die stromatolithisch-kalkige Fazies deutet ja auf Hochlage des Sedimentationsraumes. Außerdem fanden sich Schalenbruchstücke von Muscheln und einige Süßwasserostrakoden.

Aus diesem Bohrprofil ergäbe sich ein weiterer Hinweis für die Vermutung, daß der überwiegende Teil der benachbarten fossilleeren Tonmergel (s. S. 66) dem oberen Chatt angehört. Diese Vermutung stützt sich, abgesehen von den bereits früher beschriebenen (s. S. 66) Konglomeratbrocken und Geröllen gleicher Komponenten wie in dem „Leithorizont" der Süßwasserschichten (s. S. 66), auf die Annahme, daß diese stromatolithischen (Algen-)Kalke der oberen Süßwasserzone angehören. D. h. durch zeitweilige Hochlage einzelner Schollen kam es zu Bildungen in Kalkfazies. (s. Übergang in der „1021"!) Diese Folge nimmt daher, auch in Bezug auf die Mächtigkeit, eine Stellung zwischen der rein kalkigen und (überwiegend) tonigen Fazies der Süßwasserzone ein.

Die Wende Oberoligocän (Chatt)-Untermiocän (Aquitan) liegt demnach innerhalb eines unscharfen Bereiches, der durch z. T. recht auffällige Konglomerat- und Geröllhorizonte, z. T. auch schon früh einsetzender (im Norden vielleicht eher, s. „Neustadt 1") Geröllagen gekennzeichnet zu sein scheint. Die brackischen Einschaltungen im tiefen, marinen Aquitan, der in der Tiefe undeutliche Übergang (Farbe-Gesteinsbeschaffenheit), sowie die wechselvollen, weitgehend unbekannten Sedimentationsbedingungen des Gebietes, lassen nicht nur hinsichtlich der Grenzziehung Fragen offen. Dies betrifft auch die schon früher erwähnte Stellung des Cyrenenmergels zu den Schichten der Süßwasserzone (s. S. 61).

Eine Mächtigkeitsangabe für die Süßwasserschichten kann daher nur unter Vorbehalt mitgeteilt werden. Sie bewegt sich voraussichtlich in diesem Gebiet zwischen 150,0—200,0 m. Lokal gelangte anscheinend nur die kalkige Fazies (Landschneckenkalk) mit ca. 20 m Mächtigkeit zur Ausbildung (s. o.).

3) Untermiocän (= Aquitan)

Cerithien-, Corbicula- und Hydrobienschichten:

Da im vorliegenden Gebiet eine Unter- bzw. Ausgliederung der einzelnen Zonen im Sinne des Mainzer Beckenschemas in den neu gewonnenen Aufschlüssen nur unbefriedigend durchgeführt werden kann, wird von einer getrennten Beschreibung abgesehen.

Diese Schichten haben im Bereich der Vorbergzone eine sehr eingehende und erschöpfende Bearbeitung durch Bucher (1913) erfahren. Hier liegt eine, wohl heute noch gültige, paläontologische Untersuchung und Darstellung des rheinpfälzischen Kalktertiärs vor, abgesehen von der Einstufung und Abgrenzung der Cerithienschichten (s. S. 65). Dieser an Hand von Tagesaufschlüssen erfolgten Schilderung kann für das vorliegende Arbeitsgebiet kaum etwas hinzugefügt werden. Die wenigen, damals noch zugänglichen Aufschlüsse sind heute meist verstürzt und verwachsen, so z. B. an der Kleinen Kalmit und zwischen Godramstein und Frankweiler. (Bucher S. 10—24.) Außerdem verbergen jüngere Ablagerungen (Pliocän und Löss) auf weite Bereiche den tertiären Untergrund.

Der überwiegende Teil der Schußpunkte liegt nun in diesem Gebiet, so vor allem nördlich und südlich der Queich, zwischen Godramstein und Landau. Auf Grund der ausgedehnten Verbreitung des in Lesesteinen leicht zu erkennenden Kalktertiärs wurde schon früh eine flache Lagerung angenommen (Gümbel 1894, S. 1040), bei Bucher (S. 20—23) ergänzt durch die Vermutung einer Aufeinanderfolge immer jüngerer Schichten nach Osten, d. h. also einer flachen Neigung in dieser Richtung. Diese Beobachtung bestätigte sich für den nördlichen Teil des Gebietes in einem reflexionsseismischen Ost-West-Profil von Walsheim nach Frankweiler (s. Tafel 1).

Ermöglicht die, nach Bucher, „küstennahe Kalkfazies" auf Grund ihrer petrographischen Ausbildung und Fossilführung meist eine befriedigende Untergliederung, so gilt dies nur in beschränktem Maße für die Schichten tiefer gelegener Sedimentationsräume. (W. Wagner 1950, S. 541.) So zeigt beispielsweise die „Rheinpfalz 2" in unmittelbarer Nähe heute anstehenden Mitteloligocäns und nur einen Kilometer vom morphologischen Hauptabbruch entfernt, unter 1,5 m Lehm eine Mächtigkeit des Aquitans von mindestens 250,0—300,0 m! Dabei kann hier durchaus noch mit größeren Mächtigkeiten gerechnet werden, da die Bohrung vermutlich in tiefen Hydrobienschichten begann (s. S. 68). Gleichgültig ob nun Pliocän zur Ab- bzw. Auflagerung gelangte oder nicht, herrschte hier jedenfalls in jüngster Zeit eine Abtragung, die sehr wohl zu einer Reduktion des ursprünglich mächtigeren Aquitans geführt haben kann.

Dabei muß die Frage, welcher zusätzliche Einfluß der langen Spanne des Mittel- und Obermiocäns zukommt, ebenso unbeantwortet bleiben, wie eine Diskussion über die Möglichkeit einer Sedimentation zu dieser Zeit an Hand des vorliegenden Materials nicht durchführbar ist.

Es werden daher die Bezeichnungen „kalkig-mergelige Fazies" und „mergelig-tonige Fazies" von jeweils wechselnder Mächtigkeit verwendet (s. S. 54). Eine ähnliche Trennung findet sich schon bei Bucher (S. 51/52), allerdings dort unter der Vorstellung einer küstennahen (Grabenrand!) und -fernen Sedimentation. Die erst in jüngerer Zeit vermuteten wechselvollen Sedimentationsbedingungen auf unebenem (bewegtem) Untergrund schuf auch im heute gebirgsrandnahen „Küstenbereich" („Schwellenfazies") eine Fülle von Übergängen (s. S. 54), wie es das Beispiel der „Rheinpfalz 2" in eindrucksvoller Weise belegt (s. a. dazu W. Wagner 1938, S. 37.)

Eine vergleichende Betrachtung zum Zwecke der Eingliederung von Tagesaufschlüssen und Schußpunktbohrungen in das einzige Profil mächtigen Aquitans des Gebietes („Rheinpfalz 2") ist daher kaum möglich.

Aus bohrtechnischen Gründen (Kalk!) liegt nun in diesem Bereich durch die Schußpunktbohrungen ein relativ reichhaltiges Kernmaterial vor. Da es jedoch nur aus kurzen und faunistisch oft vieldeutigen, z. T. auch fossilleeren Profilen besteht, ist eine Einstufung meist nicht sicher durchführbar. Zudem weisen die Bohrprofile in der Regel hinsichtlich der Kernmärsche größere Lücken auf, die durch den Charakter der Bohrungen (Schußpunkt-, nicht Schurfbohrungen!) bedingt sind.

Von einer detaillierten Beschreibung der Punkte wird daher abgesehen. Spätere Tiefbohrungen werden ihre erneute Bearbeitung und Eingliederung ermöglichen. Im folgenden werden lediglich auffällige Aufschlüsse zitiert. Von einer Gliederung nach petrographischen Gesichtspunkten wurde aus den oben genannten Gründen Abstand genommen.

Zunächst zum Vergleich ein kurzer Überblick über die von BUCHER (1913) mitgeteilten Ergebnisse.

Die Basis der Cerithienschichten ist an der Kleinen Kalmit gekennzeichnet durch Kalksandsteine, „Sand- und Quarzlagen."

Faunistisch sind in der ganzen Pfalz, wie auch im Mainzer Becken die *Perna*-Horizonte (mit *Quinqueloculina)* charakteristisch, darüber *Congeria brardi* FAUJ. gleichzeitig mit Kalksandsteinen, in denen z. T. recht grobe Quarze und Tertiärkalkgerölle (Cerithienkalk) enthalten sind (s. S. 69). *Potamides plicatus* BRONG. findet sich im ganzen Bereich, ja noch bis in die tiefen Corbiculaschichten hinein. (Nach W. WAGNER 1950, S. 532 in der Bohrung „Worms 1" Congeria auch in den tiefen Hydrobienschichten. Von BUCHER nicht mitgeteilt.) Auf Grund des Auftretens von *Congeria* in Kalksandsteinen zwischen Godramstein und Frankweiler (in Lesesteinen und anstehend, heute allerdings nicht mehr erkennbar), stellt BUCHER die Schichten in den Cerithienkalk. (s. u.)

Die Grenze zu den *Corbiculaschichten* fand er nicht erschlossen, sie ist auch in Tiefbohrungen schwer zu erkennen, eine angegebene Grenzziehung meist nicht frei von Willkür.

Petrographisch jedoch scheint der Übergang von den groben, kaum geschichteten Kalksandsteinen der Cerithienschichten zu den plattig-schichtigen, vielfach oolithischen Kalkbänken der Corbiculaschichten recht charakteristisch zu sein. Faunistisch ist das erstmalig größere Ausmaß des Auftretens von *Hydrobien* bemerkenswert, darunter das Leitfossil *Hydrobia inflata* FAUJ. Die namengebende *Corbicula faujasi* BRONG. findet sich nur in einer Lage des unteren Teils der Corbiculaschichten und wird oft nicht erfaßt werden. Sie kommt daher nur in seltenen Fällen zur Erkennung dieses Schichtenkomplexes in Frage. (Bohrungen!) *Congeria* setzt auch hier fort und entspricht in ihrer Verbreitung etwa derjenigen von *Hydrobia inflata.* Wie bereits erwähnt wurde, ist sie dagegen nicht, wie in der „Worms 1", in den tiefen Hydrobienschichten beobachtet. Wahrscheinlich ist diese an sich geringfügige Differenz eine Frage der Grenzziehung, die im Sedimentationsbereich mächtigerer Schichten durch kontinuierliche Überhänge erschwert wird (s. S. 70).

Als charakteristisch werden *Fischreste* im unteren, oolithischen Teil der Corbiculaschichten beschrieben, in dem sich auch die letzten *Cerithien* finden. *Hydrobia elongata* FAUJ. ist auch hier als Durchläufer bekannt, daher nicht typisch.

Der Übergang zu den an sich petrographisch ähnlichen Hydrobienschichten verrät sich jedoch in der kalkig-mergeligen Fazies bereits durch eine auffällige Wechsellagerung dunkler Tonmergel und heller Kalke, die in der mergelig-tonigen Fazies vielleicht schon in den Corbiculaschichten einsetzt. („Landau I" und „Landau II" BUCHER 1913, s. u.)

Die Hydrobienschichten bringen faunistisch nunmehr die Alleinherrschaft der geradezu gesteinsbildenden *Hydrobia ventrosa* MONTF., sowie *Hydrobia*

elongata FAUJ., außerdem lokal *Mytilus* in großen Exemplaren. *(M. faujasi* BRONG.)

Auch hier in großer Verbreitung, und als typisch erkannt, die auffälligen, stockartig das umgebende Gestein durchsetzenden, stromatolithischen (Algen-) Kalke. (REIS 1923b, S. 102—130.)

Die tonig-mergelige Fazies wurde lediglich in der „Landau I" (Gelände der Landauer Aktienbrauerei auf der Wollmesheimer Höhe nahe der Straße) in größerer Mächtigkeit (120,0 m) als ständige Wechsellagerung von hellen Kalken und dunklen (blaugrünen) Tonen beschrieben, wobei die Tone den größeren Teil des Profiles einnahmen. (S. 17 f. — BUCHER 1913).

Eine zweite, 125 m südlicher stehende Bohrung („Landau II") von 35,53 m Tiefe, enthielt in einer Probe blaugrünen „Lettens" (bei ET entnommen):

Potamides plicatus BRONG. var. pustulatus SANDB., Schalentrümmer von ?Congeria brardi FAUJ., mehrere Quinqueloculina sp. und eine Nonion sp. Auf Grund der Fossilien und des petrographischen Habitus nahm BUCHER hier Corbiculaschichten an.

Hier soll die Beschreibung der wenigen, annähernd vergleichbaren Bohrungen, vornehmlich des östlichen Gebietes angeschlossen werden. Zunächst die Ergebnisse eines Nord-Südprofiles der reflexionsseismischen Unteruchung, das in Roschbach beginnend zum Queichtal zwischen Landau und Godramstein herunterzieht.

Etwa 750 m südöstlich Böchingen („P 302") ergab der Rückstand eines dunkelblaugrauen, von Kalksandsteinen überlagerten Tonmergels zwischen 21,0 und 25,0 m (ET) folgende Fauna:

Potamides plicatus BRONG. var. pustulatus SANDB., Cyprideis sp., Ilyocypris sp., Quinqueloculina sp., (massenhaft und oft verkrüppelt) sowie Nonion sp. Außerdem zahlreiche Muschelbruchstücke — meist aus der Wirbelregion — die an eine mytilide Form erinnern, dazu Fischreste (namentlich Otolithen) und Hydrobienbruchstücke. Im Anschluß an die von BUCHER beschriebene Fauna der „Landau II" wird dieses Vorkommen in die unteren Corbiculaschichten gestellt.

Ca. 200 m südsüdwestlich dieses Punktes („P 300") enthielten blaugraue Tonmergel nur noch Quinqueloculina sp., Hydrobien (Mündungen ausnahmslos abgebrochen), Fischreste (auch Otolithen) und massenhaft ineinandergeschachtelte Ostrakoden (Cypris agglutinans LIEN.) BRANDT (1936, S. 113—121) beschrieb diese Ostrakodenschachtelungen und „Rogenbildungen" aus dem Miocän von Frankfurt a. M. „Rogen-"artige, d. h. kalkumkrustete Gebilde fanden sich ebenfalls, hier mit einem Quarzkorn als Kern.

Im nördlichsten Teil des Profiles, 200 m östlich Roschbach, („P 310") und zwischen diesem Ort und Flemlingen („P 308") wurden Schwefelquellen erbohrt. Die Fauna dieser Punkte, auch in südlicher Fortsetzung bis etwa 800 m westlich Nußdorf („P 298/299") bot das gleiche Bild. Unter den Fischresten (Wirbel und Zähne) war eine auffällige Häufung von Otolithen zu erkennen. Nach Bestimmung durch Herrn DR. WEILER-Worms sind es hauptsächlich Gobius francofurtanus KOK. und Alburnus miocenicus KINK., sowie ?Jenynsia prima n. sp. Die ersten beiden würden für Corbicula-, Hydrobienschichten sprechen. Die auch hier meist zerbrochenen Hydrobien lassen keine Bestimmung zu. In Verbindung mit den häufig zitierten Schwefelquellen („Grindbrunnen", WENZ 1921, S. 167) der Hydrobienschichten, könnten die Fundorte hier eingereiht werden, zumal nach frdl. Mitteilung von Frau Dipl.-Geol. W. HEINEMANN Quinqueloculina sp. in Bohrungen der letzten Jahre auch von der Basis (und tiefer) der Hydrobienschichten beschrieben wurden, so beispielsweise in der „Grünstadt 1". (Vorausgesetzt dabei immer, daß die dort vorgenommene stratigraphische Einordnung zu Recht besteht). Andererseits findet man Potamides plic. nie höher als in den Corbiculaschichten, (dazu auch W. WAGNER 1950, S. 35 in der „Worms 1"), so daß unter Vorbehalt diese Schußpunktfolge in deren stratigraphisches Niveau gestellt werden soll.

Eine gewisse Bestätigung, bzw. Ergänzung, fände diese Annahme durch einen Vergleich mit BUCHER's Arbeit (S. 23), in der nordnordöstlich Godramstein, unmittelbar westlich des Fahrweges von hier nach Nußdorf, in verstürzten Auf-

schlüssen (Signatur: KO = Kalkofen) sandreiche Kalke, wechsellagernd mit (oliv-)grünen Tonen, beschrieben wurden. Nach Aussage früher dort tätiger Arbeiter standen im Liegenden Kalksandsteine an, die BUCHER noch in großen Blöcken fand. Hier traten vor allem *Ostrakoden* auf *(Cypris aggl.* LIEN.), nicht näher bestimmbare Steinkerne von *Hydrobien* und *Helix sp.*, neben Abdrücken von *Potamides plicatus* BRONG. var.? in Kalksandsteinen. Lesesteine dieser Art ließen sich überall zwischen Godramstein und Frankweiler nachweisen.

Hier wie auch in der „Rheinpfalz 2" und „Neustadt 1" soll die Grenzziehung auf Grund des Verschwindens — bzw. des Ersteinsatzes — von Cerithien einer Trennung nach petrographischen Gesichtspunkten vorgezogen werden.

Im südlichen Teil des gleichen Profiles, etwa 300 m nordöstlich des eben zitierten Aufschlusses von BUCHER, („P 331") verschwinden anscheinend die Kalksandsteine. Tonmergel in größerer Mächtigkeit setzen ein, meist nur im oberen Teil der Profile noch merklich (durchmeißelt!) wechsellagernd mit Kalkbänkchen. Diese Tonmergel, oberflächennah gelb gefärbt, gehen nach der Tiefe zu rasch von blaugrünen zu dunkelblaugrauen (wenn bergfrisch = hauchgrünlichen) Farbtönen über, gleichzeitig mit feiner Schichtung durch hauchdünne, weißliche Kalkblättchen. („Bändermergel"-Fazies.)

Auf den Schichtflächen dieser Blättchen finden sich massenhaft *Hydrobien,* darunter erkennbar *H. elongata* FAUJ., sowie vor allem regelrechte „Ostrakodenpflaster", nach W. WAGNER (1950, S. 532) typisch für Hydrobienschichten. Diese Ostracodenlagen setzen sich in erster Linie aus *Cypris aggl.* LIEN. zusammen, aber auch *Ilyocypris sp.* sowie *Fischreste* wurden beobachtet.

Wenig südlich der Bundesstraße 272, bei Höhenpunkt 163,4 m ändert sich das Bild. Neben *Cypris aggl.* LIEN. erschienen *Cyprideis sp., Haplocytheridea sp., Quinqueloculina sp.* und *Otolithe.* (Unter diesen nach Mitteilung von Herrn DR. WEILER auch eine, ihm aus dem Oberrheingebiet unbekannte Art.) Außerdem enthielten die Rückstände unbestimmbare Schalentrümmer. Die Fauna spräche am ehesten für tiefes Aquitan. Die Lagerungsverhältnisse sind jedoch unklar, da der nächste, ca. 400 m südlicher gelegene Punkt („P 338") an der Queich unter 5,0 m Alluvium bzw. Diluvium bis 22,0 m weiße Sande und Kiese des Pliocäns durchfuhr, um dann in graugrünen Tonmergeln typischer Bändermergelfazies stehen zu bleiben. Die Proben enthalten ausschließlich und massenhaft *Hydrobien,* meist *H. elongata* FAUJ. Hier sind offensichtlich Hydrobienschichten vor und während der Ablagerung des Pliocäns versenkt worden. Noch weiter im Süden verschwindet das Aquitan unter Löss und Pliocän. Das seismische Profil läßt an dieser Stelle einen stark gestörten Bereich erkennen.

Ein von Walsheim nach Frankweiler verlaufendes Profil endete in Höhe der „Rheinpfalz 2" (200 m nördlich der Bohrung) und ergab nur spärlich verwertbares Material. Von Osten nach Westen waren zunehmend, meist gelbe, Kalke und Mergel zu erkennen, vor Frankweiler auch gelbliche Kalksandsteine mit kirschkerngroßen, milchigen Quarzen (s. S. 66 und 81). Fossilien wurden nicht beobachtet. Im seismischen Profil zeichnete sich eine sanft nach Osten fallende, im oberen Teil nahezu ungestörte Schichtenfolge ab.

Ganz anders dagegen in einem Profil gleichfalls W—O ziehend, das weiter südlich von Nußdorf nach Westen zum Geilweiler Hof hin verlief. Bis etwa einen Kilometer westlich Nußdorf („P 240—242") fanden sich im oberen Teil der Profile unter 1—3 m Löss gelbe Kalke, dicht von *Cypris*-Schälchen erfüllt, dann in durchschnittlich 10 m Tiefe gelbe Kalke mit nuß- bis faustgroßen Quarziten und schwarzen oolithischen Hornsteinen. Darunter bis etwa 25,0 m helle, grünstichige Kalksandsteine, unterlagert von olivgrünen Tonmergeln. In letzteren liegen, z. T. massenhaft, Schalenbruchstücke einer etwa zentimetergroßen längsovalen *Muschel* mit exzentrischem Wirbel. Die nächsten Bohrungen bis nördlich Godramstein liegen nur in Spülproben vor. Nach Westen zunehmend mächtigere gelbe Sande (bis zu 16 m) wurden hier, soweit erkennbar, unterlagert von zähen,

gelbweißen Kalken, selten von blaugrünen Tonmergeln. Letztere enthielten nur spärliche und indifferente Fauna: unbestimmbare *Ostrakoden, Fischzähnchen* und *-wirbel,* sowie zahlreiche *Muschelbruchstücke,* meist aus der Wirbelregion.

Die nächsten beiden Bohrpunkte („ 246/247") — etwa westlich Höhenpunkt 183 — ergaben unter 3,0 m Löss bis zur Endteufe von 16,0 m helleuchtend ziegelrote (mehr mennigfarben, kein „Buntsandsteinrot!") und feinkörnig-tonige Sande ohne organische Reste. Wahrscheinlich sind Verkarstungserscheinungen in einer tektonisch stark beanspruchten Zone des Aquitans die Ursache dieser sonst nirgends angetroffenen und kaum deutbaren Sande. (Es könnte sich dabei um Roterdebildungen, vermengt mit weißen Sanden des Oberpliocäns, handeln, wie sie WEILER 1952, S. 167/168, von den Plateaus des westlichen Rheinhessens beschreibt.) Der letzte Punkt dieses Profils dagegen („P 248") durchfuhr unter 3,0 m Löss bis zur Endteufe von 30,0 m graue Tonmergel mit härteren Partien, (Spülproben) die bis auf einige Wurzelröhrchen *(?Rhizosolenien)* fossilleer waren. Wahrscheinlich gehören sie noch in den Bereich der Grauen Schichtenfolge. („Zwischenzone", s. u. Abschnitt Tektonik.) Das seismische Profil läßt nach Osten geneigte Staffeln erkennen.

Ein weiteres, aber kürzeres Nordsüd-Profil, direkt am Westrand von Godramstein entlangziehend, bestätigte die in den Ost-West-Profilen erkannten und beschriebenen Verhältnisse.

Im Queichtal selbst, nördlich des Flüßchens („P 355"), wurden unter 4,0 m rotem Auelehm bis zur Endteufe von 30 m weiße Sande und Kiese des Pliocäns auch mit Schotterlagen von gebleichtem Buntsandstein und Quarzgeröllsplittern, beobachtet (s. S. 79).

Weiter nach Norden folgten gelbe Kalke und dunkelblaugraue, stellenweise olivschwarze Tonmergel mit zahlreichen *Hydrobien. (H. elongata* FAUJ.) In Höhe Frankweiler setzten gelbe Kalksandsteine ein, denen eckige Mergelstückchen eingelagert waren. (?Aufbereitetes Tertiär.) Einzelne Partien nehmen dadurch geradezu brekzienartiges Aussehen an. *Haplocytheridea sp.* und *Cyprideis miocaenica* LIEN. sprechen für tiefes Aquitan. Die letzten beiden Bohrungen („P 89/88") durchfuhren hauptsächlich gelbe Kalksandsteine, mit z. T. weißlich-kreidigen Kalkgeröllen (s. S. 72).

Das Kernmaterial, vornehmlich zwischen Godramstein und Frankweiler zeigte Spuren tektonischer Beanspruchung in zahllosen, kalkspatverheilten Klüften. Ein großer Teil der Schußpunktprofile ist hier lückenhaft, da häufige Spülverluste (?Störungsbereiche) keine oder nur gelegentliche Probenentnahmen gestatten. In Verbindung mit den oben erwähnten Beobachtungen BUCHER's (s. S. 65) kann vermutet werden, daß der größere Teil dieses kurzen, seismischen Profiles dem tiefen Aquitan angehört. Nach den Drehwaagemessungen (1936/1939) sind hier mehrere Staffelbrüche zu erwarten, das seismische Profil läßt lokal kräftige Anstiege nach Westen erkennen.

Soviel läßt sich jedenfalls feststellen, daß von Westen nach Osten, oder genauer, von Nordwest nach Südosten immer jüngere Bildungen des Aquitans in z. T. erheblich gestörter Lagerung aufeinanderfolgen.

Südlich der Queich liegen lediglich zwei Profile vor. Das eine, etwa nordsüdgerichtete, verläuft von Wollmesheim zur Kreuzmühle westlich Landau, das andere in ostwestlicher Richtung im Ranschbachtal (s. Tafel 3, Profil 6). Im ersteren waren ab Wollmesheim noch etwa 500 m nach Norden gelbe, grünstichige und oolithische, z. T. algenkalkartige Kalksandsteine zu erkennen. Sie wurden von durchschnittlich 8—10 m Löß und Pliocän überlagert („P 347/348"). Hier sei an die westlich Höhenpunkt 186,3 aus der Böschung der neuen Umgehungsstraße Landau-Annweiler entnommene Probe erinnert (s. S. 65), die etwa 60 m westlich des genannten seismischen Profiles sicher auf Cerithienschichten, wenn nicht schon Süßwasserschichten deutet.

Weiter im Norden verschwindet das Aquitan bis in Höhe des Queichtales wieder unter Löss und Pliocän größerer Mächtigkeit, die von den Schußpunktbohrungen nicht durchfahren wurde. So z. B. 100 m nordöstlich Höhenpunkt 192 („P 343/344"), wo eine Bohrung unter 23,0 m Löss bei ET 50 m in hellen Sanden und weißen Kieslagen des Pliocäns stehen blieb.

Das Ranschbachtalprofil begann nordwestlich Landau, zog am „Schwefelbrunnen" (Höhenpunkt 156) vorbei zum Queichtal mit einem nordsüdgerichteten Teilstück und bog dann nach Westen in Richtung Arzheim ab, um schließlich vor Ranschbach zu enden.

Die ersten Bohrungen nordwestlich und westlich Landau durchteuften blaugraue Tonmergel mit zahllosen Kalkbänkchen (s. a. S. 74). Hier liegen aus bohrtechnischen Gründen meist nur Spülproben vor. Die Fauna der ersten Bohrung („P 57") bot ein recht unklares Bild. Sie enthielt Ostrakodenschachtelungen (s. S. 73) von *Cypris aggl.* Lien., *Planorbis sp., Hydrobia elongata* Fauj., aber auch kleinere Hydrobien mit zerbrochenen Mündungen, und winzige *Schnecken.* Die meist dunkelblaugrau gefärbten Schalen ließen z. T. deutliche Spuren der Aufbereitung erkennen. Außerdem fanden sich gelegentlich *Seeigelstachelreste* aus dem Jura. Weiterhin wurden schmale, etwa fünf Umgänge zählende, weißschalige *Hydrobien* beobachtet, deren letzte Windung eine deutliche Berippung trug, wie sie etwa *Prososthenia* aufweist. Auch hier waren die Mündungen nicht erhalten. Schließlich fanden sich noch *Fischreste,* darunter *Otolithen* einer aus dem Oberrheingebiet bisher nicht bekannten Art. (Befund von Herrn Dr. Weiler.)

Die Frage, ob hier vielleicht Jungmiocän vorliegt, muß aus Mangel an tieferen Aufschlüssen und Kenntnis dieser Schichten, wenn sie überhaupt zur Ablagerung gelangten, unbeantwortet bleiben. Wahrscheinlicher ist die Annahme, daß es sich hier um eine, durch Einschwemmung älterer Faunenelemente entstandene „Mischfauna" handelt.

Die weiteren, nach Süden anschließenden Bohrungen durchfuhren ebenfalls meist dunkle Tonmergel in ständiger Wechsellagerung mit Kalkbänkchen. Hier ergab in „P 61" der Rückstand folgende Fauna: Massenhaft *Hydrobien,* darunter häufig *H. elongata* Fauj., dazu fast glatte *Cerithien* aus dem Formenkreis *Potamides plicatus* Brong. Eine ähnliche Beobachtung berichtete Bucher (1913, S. 46) von der Kleinen Kalmit. Weiter fanden sich *Quinqueloculina sp.,* geschachtelte *Cypris aggl.* Lien. und auch *Haplocytheridea helvetica* Lien., die sonst nur von der Grenze Chatt-Aquitan bekannt ist, schließlich noch *Fischreste,* darunter *Otolithen.* Auch hier konnte eine dunkelblaugraue Färbung des Rückstandes, neben Gipskriställchen, beobachtet werden. Diese Fauna ist ebenfalls vieldeutig, entweder liegt hier tieferes Aquitan vor, oder es bestehen die oben geäußerten Fragen.

Von Queichtalmitte bis in Höhe Arzheim blieben die durchschnittlich 17 m tiefen Bohrungen wieder in Löss und Pliocän stehen, ohne die vermutlich aquitane Unterlage zu erreichen. Erst in „P 69", bei dem Buchstaben „r" der Karte, in „Arzheim", erschienen im Liegenden wieder gelbe Kalke mit zunächst gelben, tiefer blaugrauen Tonmergeln in Wechsellagerung. Weiter im Westen („P 70") enthielten Spülproben Bröckchen von hellen Kalksandsteinen, Kalken und Mergeln. In letzteren fanden sich: *Bolivina cf. moguntiaca,* verkrüppelte *Bolivinen, Quinqueloculina sp., Nonion sp.,* neben anderen, schlecht erhaltenen *Foraminiferen.* Folgende Ostrakoden wurden festgestellt: *Cytheromorpha sp.* und wiederum *Haplocytheridea helvetica* Lien. Die Bohrung stand etwa 250 m nördlich der Straße Arzheim-Ilbesheim. Ebenfalls nördlich dieser Straße beschrieb Bucher (1913, S. 19) Kalke mit *Terebralia rahti* (Sandb.) und zwar tiefer als an der Kleinen Kalmit gelegen, offenbar durch eine Querverwerfung von dieser getrennt (s. a. S. 68 der vorliegenden Arbeit). Weiter im Westen („P 72") wurden dann die Geröll- und Konglomeratlagen im Hangenden der Süßwasserschichten durchfahren (s. S. 67). Im Bereich dieser Bohrungen („P 70—72") könnte also oberes Chatt vorliegen.

Im gebirgsrandnahen Gebiet lassen sich aquitane Sedimente nicht mehr nachweisen (s. u.). Die hier wahrscheinlich recht erhebliche Abtragung in jüngerer Zeit hat zu einer weitgehenden Reduktion tertiärer Schichten geführt, die meist keine Gliederung im einzelnen gestattet.

Als Beispiel für diese Verzahnung, ja geradezu „Ineinanderschachtelung" tertiärer Restdecken in der Vertikalen, sei hier die „1003" — etwa 600 m südwestlich Frankweiler — angeführt.

Unter grüngelben und sandigen Tonmergeln mit weißen Kalkbröckchen durchfuhr die Bohrung von 7,0—10,0 m eine höchst charakteristisch gefärbte Folge von Tonen in den Farben: weißgrau, hellviolett (intensiv leuchtend), ockergelbe Flammung, resedagrün, zinnoberrot, weinrot und kräftig schokoladebraun. Von 10,0—12,5 m schlossen resedagrüne Tone an, meergrün (dunkler) gefleckt und grobsandig. Dann folgten bis 23,0 m meergrüne, schwarz getüpfelte Tonsteine mit ockerigen Bestegen auf muscheligen Bruchflächen im oberen Teil. Nach unten zunehmend grobsandige, gelbe bis rostfarbene Schmitzen und Lagen, im untersten Teil dann nur noch gelbe, hauchgrünliche und tonige Sande. Anschließend fuhr die Bohrung in Mittleren Keuper ein (s. S. 46).

Diese sonst nirgends im Arbeitsgebiet beobachteten auffällig bunten Tone erinnern an die eocänen Basistone, mit denen sie wohl nur die Art der Entstehung gemeinsam haben (Verwitterungstone, vergl. SCHNAEBELÉ 1948, S. 21: „Zone de Transition"). Leider ist das gesamte Profil absolut fossilleer, so daß eine stratigraphische Einordnung nicht möglich ist. Petrographisch verglichen mit den Schichten der näheren Umgebung, erinnern die gelben, teilweise tonigen Sande im unteren Teil an die Meeressand-, bzw. Schleichsandfazies des Mitteloligocäns. Träfe diese Vermutung zu, so hätte man wenigstens an einer Stelle des bearbeiteten Gebietes einen Hinweis auf die Beschaffenheit der mitteloligocänen „Strandregion." Dagegen ist der obere Teil des Bohrprofiles unklar. In unmittelbarer Nähe stehen in geringer Mächtigkeit vermutlich oberoligocäne stromatolithische Kalke mit gelben Mergeln an (s. S. 70). Reste des Aquitans sind auch hier nicht zu erkennen. Ein gewisser Verdacht in dieser Hinsicht besteht lediglich südlich Frankweiler (westlich der „1022"), wo im Aushub eines Bunkers weißlich-gelbe und poröse Kalksandsteine mit kirschkerngroßen Milchquarzgeröllen auftreten (s. S. 66). Hier könnte es sich um Reste tieferen Aquitans handeln, wie es in dieser Ausbildung im Norden („Neustadt 1") während des ganzen Untermiocäns und in der „Rheinpfalz 2" ab 20 m (hier vielleicht tiefe Hydrobienschichten) beobachtet wurde. Die zwischen Frankweiler und dem Geilweiler Hof, sowie im Ostteil der Hohnert festgestellten, auffälligen Schleier von hellen Milchquarzgeröllen in Kirschkerngröße könnten dabei als Verwitterungsrückstände der oben beschriebenen, leicht zerfallenden Kalksandsteine betrachtet werden (s. S. 81).

Bezüglich des vorliegenden, relativ umfangreichen Materials aus aquitanen Schichten ist zu hoffen, daß die Auswertung späterer Tiefbohrungen eine Einordnung ermöglichen wird. Ebenso könnte dann voraussichtlich auch die Frage nach der Ablagerung jungmiocäner Sedimente beantwortet werden.

Hinsichtlich der Mächtigkeit des Untermiocäns in dem westlich Landau relativ hochliegenden Bereich des Kalktertiärs ist zu bemerken, daß sich für diese Folge in dem zweifellos unvollständigen Profil der „Rheinpfalz 2" bereits 300 m ergeben. Bei dem beobachteten leichten Ostfallen der Schichten ist in dieser Richtung mit einer Zunahme des genannten Betrages zu rechnen, der dann auf max. 500 m veranschlagt werden könnte.

Die Schichtenfolge der „Rheinpfalz 2" läßt dabei keine Anzeichen für eine Hochlage der südwestlich und südlich Frankweiler liegenden Schollen während des Aquitans erkennen. Andererseits ist dort heute, mit Ausnahme der wahrscheinlich untermiocänen Kalksandsteine mit Quarzgeröllen (s. o.), kein Hinweis auf den möglichen Umfang aquitaner Sedimentation festzustellen.

4) Pliocän:

Das Pliocän des vorliegenden Gebietes besteht ausschließlich aus weißen, untergeordneten roten, feinkörnigen Sanden und Tonen mit hellen Quarzgeröllagen. Dabei traten in dem weißen Pliocän gelegentlich resedagrüne und hellviolette Tonlagen auf. Die gesamte Folge ist kalkfrei. Diese Ausbildung entspricht durchaus derjenigen des Oberpliocäns in Rheinhessen. (Bartz 1936)

So beschreibt Bartz (1950, S. 221) aus dem nördlichen Rheinhessen feine weiße Sande mit wechselndem Ton- und Kaolingehalt. Gelegentlich schalten sich Kieslagen und grauweiße bis violettgraue Tonbänder ein. Die ganze Serie ist kalkfrei und stellt dort die jüngsten pliocänen Bildungen dar. Das aus Restschottern und tiefgründig verwittertem Untergrund stammende Material des weißen Oberpliocäns erlaubt eine deutliche Abgrenzung gegen das gelbbraune und kalkige Diluvium, das außerdem ganz andere Geröllkomponenten führt. Nach Sindowski (1937, S. 413) deutet die Beschaffenheit der weißen Sande auf Buntsandstein als Liefergebiet.

Weiler (1952, S. 155) bestätigt und erweitert diese Beschreibung für das südliche Rheinhessen. Die weißen Sande und Tone werden in das mittlere Oberpliocän gestellt, während eine überwiegend rote Fazies im Hangenden der weißen Sande, die „Freinsheimer Schichten" (von Bartz 1936 erstmalig als Pliocän eingestuft, vorher als älter angesehen), dem oberen Oberpliocän angehören.

Die Mächtigkeit des weißen Oberpliocäns mit ca. 20 m bei Westhofen, zugleich dem südlichsten Fundpunkt der unterpliocänen Dinotheriensande (Bartz 1936), nimmt nach Süden zu. (Weiler 1952, S. 156.) Die weißen und roten Sande und Tone werden als fluvio-lakustrische Bildungen gekennzeichnet.

Sind hier infolge ihrer technischen Verwendbarkeit noch vielfach Tagesaufschlüsse vorhanden, so ist die entsprechende Folge im Raum westlich Landau nur in der Ziegelei Biber östlich Arzheim erschlossen. In der bereits von Plewe (1938, S. 53) beschriebenen Grube werden Freinsheimer Schichten abgebaut, an deren Basis noch weißes Oberpliocän erkennbar ist.

Etwa 1,75 km nordwestlich dieses Aufschlusses, im Gewann Heutal, südlich der Bahnlinie zwischen Siebeldingen und Godramstein, sind in einem kleinen Hohlweg weiße (kaolinige) Tone, untergeordnet Sande, angeschnitten. Sie werden von Löss, hellen Quarz- und gebleichten Buntsandsteingeröllen überlagert. Nach Süden folgen rote Buntsandsteinschotter (s. S. 80). Ca. 60 m östlich des Hohlwegbeginns an der Bahnlinie finden sich in verstürzten Sandgruben ähnliche Bildungen in einem typischen Periglazialprofil. (Plewe 1938, S. 50 f.) Direkt nördlich der Bahn ergab die Bohrung „1020" eindeutiges Oberpliocän. Sie durchteufte im oberen Teil gebleichte Buntsandsteingerölle in weißen Sanden und Tonen (s. S. 80 — Diluvium), sowie hellen Kieslagen. Diese Ton-Sand- und Kiesfolge wiederholte sich in ständigem Wechsel über das ganze Profil hinweg. Ebenso fanden sich von oben bis unten Quarzitsplitter. Im unteren Teil schalteten sich häufiger Lagen resedagrüner und hellvioletter Tone ein. Bei 40 m fanden sich grobsandige, ockergelbe Tone. Bis hierher erwies sich die ganze Folge als kalkfrei. Eine Meißelprobe bei 52,5 m zeigte orange bis ockerige, zähe Tone. Bei 56 m trat stark sandiger gelber Mergel auf, der bei 57 m in hellgraugrünliche (bergfrisch-bläuliche) Mergel überging. Es folgten weißlichgelbe, zerreibliche Kalke, die an seekreideartige Bildungen erinnerten. Ein Kernversuch darauf mißlang. Erst von 61—63 m (ET) ergab ein Kern im oberen Teil einen zähen, gelben Kalksandstein mit Schalenquerschnitten (darunter *Hydrobien)* in einer 0,15 m mächtigen, heller gelben Lage. Im unteren Teil konnten dunkelblaugraue, feinsandige Mergel als Spur an der Krone erkannt werden. (Insgesamt 0,4 m Gewinn.) Das hier erbohrte Kalktertiär wird unter Vorbehalt in das tiefe Aquitan gestellt. Hier liegt nun der einzige Aufschluß im Übergang von Pliocän zu Aquitan. Leider verursachte die ständig absackende Spülung hier, wie auch

in allen anderen Bohrungen in pliocänen Sedimenten größere Lücken in der Probeentnahme, so daß nur bedingt brauchbare Profile vorliegen.

Zwischen Arzheim und Wollmesheim wurden nun immer wieder ähnliche Ablagerungen unter stellenweise mächtigem Löß (s. S. 80) erbohrt, ohne das überwiegend weiße Pliocän zu durchörtern. Liegt hier noch ein geschlossenes Gebiet pliocäner Bedeckung vor, so ändert sich nördlich der Queich das Bild (s. Tafel 1). Hier wurde Pliocän lediglich an wenigen Orten festgestellt. Östlich Walsheim („P 134—140") und am Riedbuckel östlich Nußdorf („P 214—216") wurden nur die (jüngeren) Freinsheimer Schichten angefahren, während zwischen Böchingen und Roschbach („P 298—307"), sowie westlich des genannten Ortes („P 310—316") weiße Sande und Kiese mit maximal 28 m Mächtigkeit („P 303") lagern.

Auf vermutliche Roterdebildungen mit weißen Sanden nordwestlich Godramstein wurde bereits hingewiesen (s. S. 75). Nach WEILER (1952, S. 167/168) würden sie dem unteren Oberpliocän angehören. Weitere Vorkommen des Pliocäns wurden nicht beobachtet.

Das offensichtlich tektonisch bedingte verschiedene Verhalten der Gebiete nördlich und südlich der Queich wird nach den reflexionsseismischen Profilen längs einer etwa SN laufenden Linie östlich Landau abgeschnitten durch eine weitere, anscheinend markante Absenkung in die Tiefe des Grabens.

Es ergibt sich daher folgendes Bild: Im Bereich der Randstaffel fehlt das Pliocän, nordwestlich Godramstein könnte unteres Oberpliocän vorliegen (s. S. 75, s. o.). Darauf folgen vor allem südlich, aber auch nördlich der Queich zunächst weiße Sande und Tone, denen sich bald die jüngsten Bildungen des Oberpliocäns, die Freinsheimer Schichten, anschließen.

Die überwiegend feinsandig-tonige Ausbildung des maximal 40 m mächtigen Oberpliocäns deutet auf weitgehende Einebnung. Im älteren Pliocän unterlag das Gebiet offenbar ausgedehnter Abtragung.

III. D I L U V I U M.

Eine befriedigende Gliederung des Diluviums der Vorderpfalz, der die Bildungen des bearbeiteten Gebietes zugeordnet werden könnten, liegt nicht vor. (PLEWE 1938, S. 45)

Nach PLEWE handelte es sich nicht um eine terrassierte Erosionslandschaft, sondern um ein Aufschüttungsgebiet, in dem die einzelnen Schotterhorizonte keine morphologischen Spuren hinterließen. Außerdem scheint hier ausgeprägtes Periglazial in Form von Wanderschuttdecken vorzuliegen, die das weitgehend eingeebnete Gebiet „überrollten". Ähnliche Beobachtungen wurden neuerdings auch aus dem Raum südlich Heidelberg beschrieben. (PRELL, 1953.)

Als Beispiel mögen Handschürfe nördlich der Queich auf dem Hübel-Berg genannt werden, die bei 1,5—2 m Tiefe in scheinbar söhlig und ungestört liegenden Keupertonen gebleichte Buntsandsteingerölle bis zu Kopfgröße antrafen, neben solchen des Oberen Muschelkalkes. Auch heute noch erfolgende Hangrutschungen auf Keupertonen des südlichen Queichtalrandes verwirren zusätzlich das Bild (s. S. 49). Außerdem verbirgt Löß in weiter Verbreitung diluviale Ablagerungen.

Die Darstellung dieser Bildungen wird sich daher weitgehend auf eine Beschreibung beschränken müssen. In teilweiser Anlehnung an PLEWE (1938, S. 46 f.) werden vier Typen ausgegliedert, wobei eine Altersfolge innerhalb der ersten drei möglich scheint.

T y p 1) : PLEWE beschrieb (1938, S. 50 f.) aus den bereits genannten Sandgruben südlich der Bahn, südsüdwestlich Godramstein, ein typisches Periglazialprofil von weißen kalkfreien Sanden und Tonen, die ständig mit groben

Schottern, ja regelrechten „Blockpflastern" gebleichter Buntsandsteingerölle wechsellagern (s. a. S 78). Außerdem finden sich bis kopfgroße Tertiärquarzite und Hornsteine des Mittleren Muschelkalkes. Ähnliche Schotter treten auch in der Grube Biber, östlich Arzheim, in rinnenförmigen Einschnitten in Sanden und Tonen des Oberpliocäns auf. Wahrscheinlich handelt es sich hier um altdiluviale Aufbereitung weißen Oberpliocäns durch periglaziale Einflüsse. PLEWE stellt diese Ablagerungen in das Mindel-Glazial, während WEILER (1953, S. 208) für ähnliche Bildungen im südlichen Rheinhessen günzeiszeitliches Alter annimmt. Soviel scheint jedoch sicher, daß es sich um die ältesten diluvialen Bildungen des Gebietes westlich Landau handelt.

Ähnliche Schotter finden sich nun in Relikten — d. h. ohne die Sande und Tone — auf der Hohnert, und seltener, nördlich der Queich auf dem Hübelberg, hier bis zu 2 m Tiefe versenkt (s. S. 79). Diese Restschotter führen jedoch zusätzlich Gerölle des Oberen Muschelkalkes, zu denen auf der Hohnert noch ölimprägnierte (Kalk-) Sandsteine unbestimmter Herkunft hinzutreten, so vor allem im „Haseloch", einem ca. 5 m hohen Einschnitt im Nordwestteil der Hohnert, dem Lias delta-Vorkommen vorgelagert (s. S. 52). Diese „Geröllvergesellschaftung" wird als Typ 1 bezeichnet. In ihm sind Restschotter verschiedenen Alters offensichtlich durch periglaziale Einflüsse vereint, wodurch sich auch das lokal begrenzte Verschwinden oder Auftreten einzelner Komponenten erklärt. Bezüglich der Muschelkalkgerölle wird vermutet, daß sie aus den Konglomeratlagen (s. S. 65) des Überganges Chatt-Aquitan entstammen.

Bei Drainagearbeiten wurden im Westteil der Hohnert, am Nordhang Gerölle des Types 1 in 2—3 m tiefen, in Keupertone eingeschnittenen Rinnen angetroffen, die ungefähr NO den Hang herunter strichen bis in Höhe des mittleren Hohnertweges. Handschürfe (s. S. 49) bestätigten diese Aussage. Außerdem zieht sich eine Lage der gleichen Gerölle nach Südwesten über den Höhenweg der Hohnert hinweg, um dann bald unter Löß zu verschwinden. Hier wurden auch Trochitenkalkgerölle mit Asphaltspuren (!) und Belemnitenbruchstücke gefunden. In Richtung Birkweiler, bei der Bohrung „1016" sowie südlich der Ortschaft fanden sich die Gerölle ebenfalls.

Typ 2): In den Sandgruben südsüdwestlich Godramstein gehen die Gerölle des gebleichten Buntsandsteins nach oben zunehmend in solche von roter Farbe über. In der Grube Biber schieben sich rote Buntsandsteinschotter als dünne Lage zwischen die hellen Gerölle und den nach oben abschließenden Löß ein. (PLEWE 1938, S. 50 f.) Ebenfalls unter Löß finden sie sich südlich des Höhenpunktes 202 am Westhang des kleinen Anrisses des Fahrweges von Siebeldingen nach Arzheim (s. a. PLEWE 1938, S. 61). In flächenhafter Ausdehnung liegen sie südlich des Hohlweges im Gewann Heutal (s. S. 78) an der Gemarkungsgrenze Siebeldingen-Godramstein, sowie auf der Osthohnerthöhe. Nördlich der Queich lassen sie sich an den Talhängen bis herauf zu der Rebzuchtanstalt verfolgen und an dieser vorbei bis in die Höhe des früheren Sportplatzes, nordwestlich des Geilweilerhofes. Östlich St. Johann, in Richtung auf Frankweiler wird der einheitliche Charakter dieser als Typ 2 bezeichneten Schotterlage verwischt durch den Gehängeschutt gebleichter Buntsandsteinblöcke des Gebirgsrandes.

Die meist plattige Ausbildung der roten Schotter deutet gleichfalls auf eiszeitliches Alter, ohne daß eine genauere Angabe möglich ist. Sie sind jedoch sicher jünger als die unter Typ 1 beschriebenen Gerölle, wie oben gezeigt wurde.

Typ 3): Hier ist der Löß anzuführen, der, wie bereits gesagt, die roten Schotter überlagert. Seine durchschnittliche Mächtigkeit beträgt in den Schußpunktbohrungen nördlich der Queich 3—5 m. GÜMBEL (1897, S. 70) gibt als Maximum 15—20 m an. Dieser Betrag wurde in mehreren Bohrungen südlich der Queich, vor allem im Bereich östlich einer Linie Arzheim-Wollmesheim

erreicht und stellenweise noch erheblich übertroffen. Dabei ist allerdings durchaus damit zu rechnen, daß sich in geringerem Umfang Tone und Sande älteren Diluviums im Liegenden des „Lößprofiles" verbergen. Vielfach läßt sich eine Grenze erst bei Übergang zu charakteristischen Ablagerungen, wie etwa den weißen Sanden und Tonen des Oberpliocäns, erkennen.

Beispielsweise durchteufte die Schußpunktbohrung „P 23", ca. 100 m südöstlich Höhenpunkt 172,9 m am Südostrand von Wollmesheim, von oben an „Löß-" und „Lößlehm" bis zu 30 m Tiefe. Hier machte sich erst in der Spülung der Übergang zu den feinstsandigen, weißen Tonen des Oberpliocäns bemerkbar. Bei 11,16 und 22 m fanden sich bräunliche Kalkkonkretionen in Bruchstücken bis zu Faustgröße. Offensichtlich handelte es sich dabei um Lößkindel nach der ganzen Art ihrer Ausbildung. Die Frage, ob es sich hier tatsächlich nur um Löß, bzw. Lößlehm handelte, und wenn ja, wie es zu dieser mächtigen Ablagerung mit drei Kindellagen kam, kann an Hand dieser Spülprobenprofile nicht beantwortet werden. Auffällig ist jedenfalls die erheblich mächtige Lößbedeckung des oben genannten Raumes, die sich bereits in den bis zu ca. 8 m hohen Böschungen der Lößwege zeigt. (So z. B. in dem Teil der alten Chaussee Landau-Wollmesheim, kurz vor dem letztgenannten Ort.)

Beiderseits des Queichtales erstreckt sich Löß in weiter Ausdehnung, in einzelnen Flecken auch bis an den Gebirgsrand heran. Nordwestlich Godramstein bedeckt er meist Kalktertiär, nach Osten schaltet sich vielfach Pliocän ein, so vor allem südlich des Tales.

Typ 4) · ist gekennzeichnet durch die auffällige Streu heller Milchquarzgerölle von Kirschkerngröße (s. S. 66), die als Residualbildungen von Kalksandsteinen des tiefen Aquitans aufgefaßt werden (s. S. 77). Sie finden sich vornehmlich südlich und südwestlich Frankweiler, aber auch südwestlich des Geilweilerhofes, sowie am Nordosthang der Hohnert. Sie treten gelegentlich zusammen mit Typ 2 auf, ohne daß sich jedoch auch nur eine relative Alterstellung ableiten ließe.

Abschließend sollen noch Gerölle von schwarzen, oolitihischen Hornsteinen des Mittleren Muschelkalkes erwähnt werden, die sich am Nordhang des kleinen Hoh-Berges (dem Hohen-Berg der Karte nach Osten vorgelagert) finden, aber auch auf der Westhohnert (bis kopfgroß) und etwa einen halben Kilometer südlich Frankweiler. Da diese Hornsteine infolge ihrer Härte ausgesprochene „Durchläufer" sind (als Komponenten vieler tertiärer Geröll- und Konglomeratlagen), können aus ihrer heutigen Lage keine Schlüsse gezogen werden.

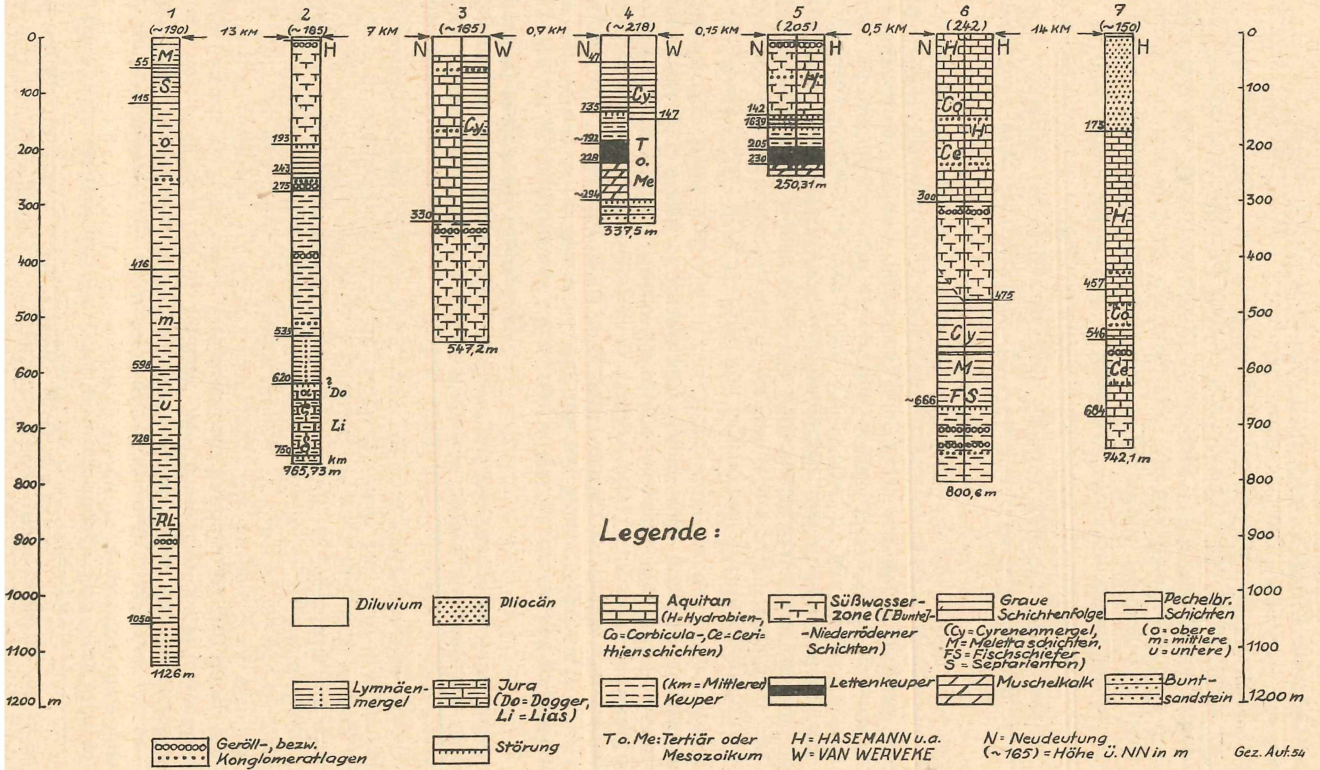
C. Tektonik

Bevor hier eine Schilderung der Lagerungsverhältnisse in der Vorbergzone zwischen Gebirgsrand und Landau gegeben wird, sollen kurz einige grundsätzliche Bemerkungen vorausgeschickt werden.

Im bearbeiteten Gebiet sind, abgesehen von den schon lange erkannten regionalen Zusammenhängen, kaum Aussagen möglich. Es liegt kein Aufschluß vor, der sichere Rückschlüsse auf die Beschaffenheit der Tertiärbasis zuließe. Damit erübrigt sich aber jede Diskussion über prätertiäre Tektonik in diesem Raum. Die vornehmlich in jüngster Zeit erfolgte Abtragung auf den hochgelegenen Schollen am Gebirgsrand bewirkte eine weitgehende „Ineinanderschachtelung" tertiärer Restdecken (s. S. 77), aus denen kaum noch ein Bild über Ausmaß und Fazies tertiärer Sedimentation zu rekonstruieren ist. Zudem ist der Fazieswechsel bei Sedimentation auf bewegtem Untergrund verschiedenen Niveaus

TABELLARISCHE ÜBERSICHT der TIEFBOHRUNGEN in der SÜDPFALZ

TAFEL 4



1 = Rechtenbach 2 – 2 = DPAG Pfalz 1 (Göcklingen) – 3 = Godramstein II – 4 = Godramstein I – 5 = Rheinpfalz 1 – 6 = Rheinpfalz 2 – 7 = DEUTAG Pfalz 1 (Neustadt)

meist unbekannt (s. a. WIRTH 1953, S. 44). Es können lediglich Vermutungen geäußert und Korrekturen früherer Ansichten in Bezug auf vorsichtigere Auswertung vorgenommen werden. So läßt beispielsweise die ausgedehnte, vertikale Verbreitung von Muschelkalkgeröllen in Horizonten des mittleren Unteroligocäns bis herauf in das Untermiocän auf langanhaltend gleichbleibende Reliefenergie des Beckenrandes und Hinterlandes schließen, die lediglich im Mitteloligocän eine gewisse Belebung erfahren haben mag. Dabei muß der heutige Gebirgsrand durchaus nicht der damaligen (tertiären) Küstenlinie, weder in seiner Lage, noch in seiner jetzigen Höhe, entsprechen (s. S. 58). Offensichtlich ist seine heutige Form das Ergebnis jüngster Bewegungen, lassen sich doch im ganzen Aquitan keine Anzeichen stärkerer Erhebung erkennen (s. S. 77).

Die Herausbildung des heutigen Rheintalgrabens ist nun verknüpft mit der Entstehung einer Vielzahl von Bruchstaffeln, deren mannigfaltige Formen in Bezug auf ihre geometrische Darstellung oft auf Schwierigkeiten stößt. Soviel läßt sich jedoch erkennen, daß das tektonische Bild von wenigen, auffälligen Störungsrichtungen beherrscht wird. Sie sind infolge fehlender Bedeckung und Verschleierung durch jüngere Schichten im randnahen Gebirgsinneren deutlich sichtbar. Es ist anzunehmen, daß die hier ablesbaren Erscheinungen auch in der Vorbergzone des Grabens erwartet werden können.

Auf Grund der Häufigkeit ihres Auftretens lassen sich nun im randnahen Gebirgsinneren Verwerfungen mehr oder weniger gleicher Richtung in zwei Störungssystemen von NNO und NO Streichen zusammenfassen (s. a. LEPPLA 1892, S. 437 und DINU 1912 — Karten: Bl. Speyer, Nr. XVIII d. geogn. Karte von Bayern 1:100 000, 1897 und REGELMANN Geotektonische Karte v. Süddeutschland, Bl. III, Metz, 1:500 000, 1898).

Beide Systeme überlagern sich in der Weise, daß die NNO streichende Richtung die NO verlaufende versetzt, wodurch es zu sich ständig wiederholenden „Aufgabelungen" der erstgenannten Störungen kommt.

Die „Gabeläste" zeigen nun nach Norden oder Süden, je nachdem die NO gerichtete Störung die NNO streichende von Westen her anfährt, oder von dieser versetzt, nach Osten abstößt. Die sich damit als die ältere erweisende Nordost Störung steht wahrscheinlich in Zusammenhang mit dem gleichlaufenden Verwerfungssystem der Zaberner Senke. (Nordwest streichende Störungen sind reflexionsseismisch erkannt worden, oberflächlich jedoch nicht sicher nachweisbar.)

In den randnahen Gebirgstälern läßt sich weiterhin eine deutliche Heraushebung der Schichten nach Norden erkennen. So steht bei Bergzabern unterer Mittlerer Buntsandstein in den Talflanken an, in Höhe Klingenmünster erscheint Rotliegendes, im Kaiserbachtal bereits Melaphyr und Grundgebirge, während bei Albersweiler Grundgebirge und Rotliegendes in großer Verbreitung erschlossen ist (s. Bl. Speyer, Nr. XVIII der geogn. Karte v. Bayern 1:100 000). Die Heraushebung erreicht hier einen Höhepunkt, da sich weiter im Norden wieder Buntsandstein überwiegend am Aufbau des Gebirges beteiligt. In dieser „Aufwölbung" bei Albersweiler wird der Scheitelpunkt eines nordost-streichenden Sattels („Dahner Sattel", s. PLEWE 1938, S. 33) gesehen. Nach

neueren Untersuchungen soll es sich jedoch lediglich um eine antithetische Bruchstaffel handeln (AHNERT 1953).

Diese Tendenz wird überlagert von der SO gerichteten Staffelung des nordost-streichenden Störungssystems. Es kommt dabei zu einer etwa nach Westen bis Nordwesten einfallenden antithetischen Kippung der einzelnen Schollen, deutlich erkennbar an Grundgebirgsaufschlüssen in deren Ostflanken. Eine weitere Folge dieser Überschneidung beider Hauptverwerfungsrichtungen könnte in der SW-NO angeordneten Reihe dieser Vorkommen gesehen werden (Kaiserbachtal-Albersweiler-Edenkoben).

Bei Albersweiler bewirkt diese geschilderte Aufgabelung der NNO streichenden Störung ein markantes „Vorspringen" des Gebirgsrandes in den Graben. Die nur hier (oberflächennah) erkennbare Ausdehnung mesozoischer Schichten könnte teilweise mit einer „riegelartigen" Wirkung dieser keilförmigen Gebirgsscholle in Verbindung gebracht werden. Außerdem müssen aber Störungen großer Sprungbeträge auftreten, um die hier so auffällige Verbreitung des Mesozoikums, wenn auch nur annäherungsweise, zu deuten. Es zeigt sich nun, daß einzelne Störungen, und zwar anscheinend ausschließlich die des NNO streichenden Systems, offensichtlich in der Weise „bevorzugt" werden, daß an ihnen eine erhebliche Absenkung erfolgte. Einer dieser „Hauptverwerfungen" entspricht dabei die Störung des Gebirgsrandes. Da sich im Osten ähnliche Sprungbeträge ergeben, kann diese Verwerfung lediglich als morphologischer Hauptabbruch bezeichnet werden. Sie entspricht der „äußeren Hauptverwerfung" VAN WERVEKE's (1934). Erst an einer zweiten „inneren Hauptverwerfung" erfolgte im vorliegenden Gebiet die Absenkung des Mesozoikums in den Graben (s. S. 86 und Tafel 3).

Hinsichtlich der Altersbeziehung zwischen den beiden Hauptverwerfungen ist zu bemerken, daß die westliche, „äußere" Störung sicher älter ist und sich wahrscheinlich schon während des Sannois abzeichnete. (Die Konglomerate der Pechelbronner Schichten führen, vor allem im oberen Teil, überwiegend Gerölle des demnach in Nähe des Sedimentationsraumes anstehenden Muschelkalkes. Jüngeres Mesozoikum war zu dieser Zeit bereits im heutigen Grabenbereich durch Absenkung der Abtragung entgangen, s. „Göcklingen 1": Dogger alpha unter Lymnäenmergel). Nachmitteloligocänen Alters ist dagegen wohl die „innere", östliche Hauptverwerfung. Älteres Tertiär wurde an ihr in die Tiefe versenkt, das heute im Westen, zwischen beiden Hauptstörungen, noch ansteht. (Rupelton und mitteloligocänes „Küstenkonglomerat", beispielsweise Bohrung „Göcklingen 1" und Tagesaufschluß Madenburg. S. S. 57).

Die schon mehrfach erwähnte, kräftige Abtragung im vorliegenden Gebiet erlaubt jedoch meist keine Antwort auf die Frage, ob — und wenn —, in welchem Umfang tertiäre Sedimentation im randnahen Bereich erfolgte oder nicht (s. S. 54). So durchfuhr die „Rheinpfalz 2" beispielsweise ca. 134 m Pechelbronner Schichten, von denen weiter westlich keine Spur mehr entdeckt werden konnte. Tiefer Foraminiferenmergel, bzw. „Meeressand", sind hier die ältesten, heute noch erhaltenen, tertiären Ablagerungen („1022" und S. 58). Ausbildung und Mächtigkeit der Pechelbronner Schichten lassen jedoch vermuten, daß sie auch auf den

heute hochliegenden Schollen abgelagert wurden. Diese vielleicht geringermächtige Folge geriet dann zusammen mit dem auflagernden jüngeren Tertiär, wahrscheinlich postaquitan, unter Abtrag. In der heute vorliegenden Restdecke von 25,0—30,0 m Mächtigkeit wären daher die Relikte des ganzen Tertiärs zu suchen (s. „1003", S. 77). Die örtlich begrenzten Vorkommen des Mitteloligocäns bei Frankweiler gehören dabei möglicherweise Teilschollen an, die durch Versenkung in Störungszonen der allgemeinen Abtragung entgingen.

Damit soll die Erörterung allgemeiner Fragen abgeschlossen und eine Beschreibung der speziellen Verhältnisse vorgenommen werden, auf deren schematischen Charakter hingewiesen sei.

Das Gebiet läßt sich in folgende Großeinheiten gliedern: (Von Westen nach Osten) 1. Grabenzone — 2. Horstscholle — 3. Zwischenzone — 4. Vorscholle (s. Tafel 1).

1) Die Grabenzone beginnt im Westen am morphologischen Hauptabbruch und streicht, maximal 1,5 km breit. in südnördlicher Richtung. In ihr sind die jüngsten mesozoischen Ablagerungen erhalten, die sich nach Süden bis in das Ranschbachtal verfolgen lassen (s. Tafel 1 und 3, Profil 6). Am Südrand des Queichbachtales sind ausstreichender Lias alpha und Rhät erschlossen. Nördlich davon folgt dann Steinmergelkeuper — an die Möglichkeit eines Querbruches im Queichtal von geringem Sprungbetrag sei erinnert (s. S. 57) —, der südlich und südwestlich Frankweiler unter geringmächtigem Tertiär bei im einzelnen völlig unklaren Lagerungsverhältnissen verschwindet.

An ihrem Westrand wird die Grabenzone in Höhe von Birkweiler von einer Randscholle Unteren Muschelkalkes begleitet (s. Tafel 3, Profil 3), deren nördliche Fortsetzung unsicher ist. Ähnliche, z. T. auch steil gestellte Schollen sind mehrfach am morphologischen Hauptabbruch zu erkennen (s. Tafel 1).

Im Osten wird die genannte Zone im Ranschbachtal durch eine Verwerfung gegen vermutliche Süßwasserschichten abgegrenzt (s. S. 67). Auf dem Westflügel der Hohnert erscheint östlich dieser Störung bereits Mittlerer Keuper, nördlich des Queichtales Oberer Muschelkalk. Eine weitere Fortsetzung nach Norden ist nicht mehr erkennbar.

Diese Aufeinanderfolge von jüngeren zu älteren Schichten des Mesozoikums deutet auf eine Heraushebung nach Norden. (s. Tafel 3, N-S Profil) Dieses Gesamtbild wird nicht beeinträchtigt durch die Beobachtung, daß die in dem Merkelschen Bruch mit 15—20° nach SW geneigten Schichten der Basis des Lias alpha im Aufschluß südlich der Kanalmühle Siebeldingen in gleicher Höhe über NN erscheinen. Hier ist mit mehreren kleinen Störungen zu rechnen. (s. „1017" und „1018", Tafel 3, Profil 3).

2) Die Horstscholle streicht ebenfalls in südnördlicher Richtung und ist aus älterem Mesozoikum aufgebaut. Hier besteht die jüngste Ablagerung aus Mittlerem Keuper, so daß dieser Bereich in Bezug auf die Grabenzone als Horstscholle bezeichnet wird. Ihre Fortsetzung nach Süden wurde im Ranschbachtal nicht mehr erkannt, könnte jedoch unter geringmächtigem Tertiär vermutet werden (s. Tafel 3, Profil 6). Am Nordhang der Hohnert steht Mittlerer Keuper an, nördlich der Queich ist bereits Lettenkeuper und Oberer Muschelkalk erschlossen (s. Tafel 3, Profil 1—3). Auch hier ist eine Heraushebung nach Norden zu erkennen. Ein Ost- bis Südostfallen kann im Großen für den nördlichen Teil der Horstscholle angenommen werden. (Oberer Muschelkalk im Keßlerschen Bruch, dann Lettenkeuper in „P II" und schließlich unterer Mittlerer Keuper in der „1023", s. Tafel 3, Profil 1). Im einzelnen ist jedoch mit kleineren Störungen verschiedener Richtung zu rechnen, wie sie auch in der Auswertung von Drehwaagmessungen (1936/1937) bei im einzelnen

unklaren Verhältnissen erkennbar sind. In der „1023" wird eine steilere Scholle Mittleren Keupers vermutet (s. u. „Zwischenzone"), die bei der Absicherung des Tertiärs am triadischen Horst entstand (s. Tafel 3, Profil 1). Im Norden scheint die Horstscholle abgeschnitten längs einer Linie, deren Verlauf ungefähr durch die Weinstraße (nordöstlich des Geilweiler Hofes) angedeutet wird. Nur die „1022" erreichte noch Oberen Muschelkalk, der aber offensichtlich einer steilgestellten Teilscholle angehörte (s. S. 85). Im Gegensatz zu der Grabenzone ist hier keine tertiäre (Rest-) Bedeckung mehr nachweisbar.

3) Die Zwischenzone schließt sich nach Osten an die Horstscholle an. Sie enthält oberflächennah verschiedentlich Sedimente der Grauen Schichtenfolge, aus deren Vorkommen in Verknüpfung mit den Profilen der Bohrungen „Rheinpfalz 1" und „Godramstein I" auf Ausdehnung und vermutlichen Verlauf der Zwischenzone geschlossen wird (s. Tafel 1).

Die NW streichende Zone scheint dem Bereich der „inneren Hauptverwerfung" zu entsprechen. Diese Deutung stellt jedoch lediglich einen Versuch dar, die wenigen Aufschlüsse in möglichst zwangloser Weise zu verknüpfen.

Die reflexionsseismischen Profile erfaßten den fraglichen Bereich nur in einem Teilstück, das einen kräftigen Westanstieg erkennen läßt. Wahrscheinlich entspricht dieser dem nach Osten geneigten Schichtenkomplex des (gestaffelt) abgesunkenen Tertiärs (s. Tafel 3, Profil 1).

Aus den Profilen der Bohrungen in diesem Raum ist zu erkennen, daß die in der Grauen Schichtenfolge angesetzte „Godramstein I" durchaus in den Buntsandstein der Horstscholle eingefahren sein könnte (s. Tafel 3, Profil 1). Die wenig weiter nordöstlich stehende „Rheinpfalz 1" erfaßte dagegen im oberen Teil Schichten jüngeren Tertiärs, die bereits der nächsten Bruchstaffel im Osten angehören. Möglicherweise ist in Fundorten Grauer Schichtenfolge auf dem Ostflügel der Hohnert eine südliche Fortsetzung dieser Zwischenzone zu sehen. Weiter im Süden erlauben die wenigen Aufschlüsse keine Verknüpfungen. Südlich Frankweiler stützt sich die angenommene Richtung der Zwischenzone auf die Kombination der mitteloligocänen Aufschlüsse mit dem nur in diesem Bereich so auffälligen Auftreten von Öl- und Asphaltspuren.

Am Westrand der Grabenzone („äußere Hauptverwerfung"), dem morphologischen Hauptabbruch, ist eine relativ einfache Ermittlung des Verwerfungsbetrages noch möglich. Hier erreicht der Sprung zwischen Lias und Rotliegendem einen Betrag von annähernd 1000 m. (Er errechnet sich aus der Mächtigkeit des Buntsandsteins mit etwa 500 m — Thürach 1894 —, der des Muschelkalkes mit ca. 200 m — s. S. 44 —, des Keupers ebenfalls mit etwa 200 m — s. S. 51 — und der des Rotliegenden bis zum Beginn des Buntsandsteins mit max. 100 m — Plewe 1938, S. 12 —). Dagegen scheint eine Berechnung im Bereich der Zwischenzone (= „äußere Hauptverwerfung") kaum durchführbar. Diese Zone bildet einen breiten Übergang von Oberem Muschelkalk, bzw. Lettenkeuper, zu vermutlich tiefem Aquitan im Osten. Hier könnte eine an den „Grenzen" der Zwischenzone gemessene Gesamtsprunghöhe von mindestens 700 m zu erwarten sein. Sie ergäbe sich aus der Mächtigkeit des Keupers mit etwa 200 m, des Lias mit mindestens 100 m und der des verworfenen Tertiärs mit sicher 400 m (vgl. „Godramstein II"). Um welchen Betrag die „innere Hauptverwerfung" des Tertiär östlich Frankweiler versetzt, ist nicht genau zu ermitteln. Obwohl hier in der „Rheinpfalz 2" ein gesichertes Profil tertiärer Mächtigkeiten vorliegt, ist das Alter der Schichten im Westen, abgesehen von den wahrscheinlich isolierten mitteloligocänen Vorkommen, nicht hinlänglich sicher bekannt. Auf das Rupel bezogen, bewegte sich jedenfalls der Verwerfungsbetrag in ähnlichen wie den eben genannten Grenzen.

4) Die Vorscholle ist bereits einer Besprechung an Hand der in Aquitan und Pliocän stehengebliebenen Schußpunktbohrungen unterzogen worden (s. S. 73 f.). Eine flächenhaft ausgedehnte Verbreitung untermiocäner Kalke, Kalksandsteine und seltener Mergel bis Tonmergel charakterisiert dieses Gebiet zwischen einer etwa nord-südlich verlaufenden Linie bei Landau und den mesozoischen Schollen der Vorbergzone im Westen. Die ungenügende Kenntnis der je nach dem Sedimentationsraum wechselnden Fazies des Aquitans gestattet oberflächengeologisch nur bedingt brauchbare stratigraphische Einstufungen (s. S. 71). Damit ist aber kaum eine Aussage über tektonische Erscheinungen möglich. Soviel läßt sich jedoch erkennen, daß nördlich der Queich eine sanft nach Osten fallende Schichtenfolge des Untermiocäns vorliegt. Diese Feststellung wird im Norden des Gebietes, in Höhe Frankweiler, durch die reflexionsseismischen Ergebnisse bestätigt. In der Nähe des Queichtales scheint dieses fast ungestörte Ostfallen abgelöst durch eine Staffelung meist NNO-streichender Störungen, wobei sich in einzelnen Schollen auch stärkere Neigungen nach O erkennen lassen (s. S. 75 und „Zwischenzone"). Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit der auffälligen Abbiegung des Queichtales nach SO, östlich Godramstein (s. u.).

In diesem nördlich der Queich gelegenen Gebiet bedeckt Löß in weiter Verbreitung des Kalktertiär, jedoch selten in größerer Mächtigkeit als 3,0—5,0 m. Oberes Pliocän erscheint hier ganz untergeordnet und nur zwischen Böchingen-Walsheim-Roschbach in größerer Ausdehnung sowohl nach Tiefe wie Breite. Südlich der Queich dagegen verschwindet Aquitan (und älteres Tertiär) weitgehend unter mächtigem Löß und Pliocän (s. S. 76). Das letztere wurde dabei mit der größten, überhaupt beobachteten Mächtigkeit von ca. 40 m bereits an der Westgrenze seiner Verbreitung, zwischen Siebeldingen und Godramstein, erbohrt (s. S. 79).

Gegenüber dem Norden liegt hier zweifellos eine stärkere Absenkung vor, vielleicht begrenzt durch eine NW streichende Störung, die sich in einem Teil des Queichtales in der bereits beschriebenen auffälligen Abbiegung nach Südosten äußern könnte (s. o.).

Die Verschiedenheit im Verhalten beider Bereiche — d. h. nördlich und südlich des Tales — verschwindet in Höhe Landau unter im ganzen Gebiet zunehmenden Mächtigkeiten des Pliocäns. Ein weiterer, anscheinend markanter Abbruch in die Tiefe des Grabens wurde hier seismisch erkannt.

Hinsichtlich der Tiefenlage der Tertiärbasis kann nur vermutet werden, daß sie im Bereich der Vorscholle von Frankweiler („Rheinpfalz 2", s. S. 57) bis in Höhe Landau zwischen 1000—1300 m liegen mag. Dieser Betrag erführe dann im Osten eine unbekannte Zunahme.

Zusammenfassung.

Der Raum Siebeldingen-Frankweiler ist gekennzeichnet durch die einmalige Verbreitung mesozoischer Schichten innerhalb der Vorbergzone der Vorderpfalz. Sie stellen ein wichtiges Bindeglied dar zwischen heute weit auseinanderliegenden Faziesräumen am Rheintalgraben. Ebenso kommt dem rheinpfälzischen Tertiär gerade dieses Gebietes eine gewisse Bedeutung zu, als der Übergangszone fazieller Verzahnung von alttertiärer Sedimentation im Süden zu dem Miocänbecken des nördlichen Grabens.

Die Ausbildung des Mesozoikums zeigt weitgehende Übereinstimmung mit dem badischen und unterelsässischen Grabenrand. (Pechelbronn—Zabern—Pfalzburg).

Das tiefste Glied dieser Schichten in der Vorbergzone bildet der im Liegenden der „Godramstein I" vermutete Buntsandstein. Ihm folgt übertage Unterer Muschelkalk in typischer Wellenkalkfazies. Mittlerer Muschelkalk wurde nicht beobachtet. Im Oberen Muschelkalk ist lediglich ein Teilprofil des

Trochitenkalkes und der Nodosusschichten übertage anstehend erschlossen. Mehrere Bohrungen blieben im Oberen Muschelkalk stehen, ohne die Möglichkeit einer genaueren Einstufung. Seine Mächtigkeit wird in Anlehnung an die unterelsässischen Verhältnisse mit etwa 60 m veranschlagt.

Der Übergang zu dem etwa 20—25 m mächtigen Lettenkeuper ist gekennzeichnet durch schwärzliche Tonsteine mit Bonebeds und Estherien in höheren Lagen. Im mittleren Teil treten feinstkörnige Sandsteine auf. Kohleführung wurde nicht beobachtet, ebenso konnte der Grenzdolomit nicht sicher erkannt werden.

Der Mittlere Keuper, mindestens 160 m mächtig, läßt kaum eine nähere Untergliederung erkennen. Die große Anzahl von Teilprofilen in ihm kann aus Mangel an charakteristischen Horizonten petrographischer und faunistischer Art nicht verknüpft werden.

Im einzelnen wird unterschieden: (Von unten nach oben) Gipskeuper führt als mächtigstes Glied zahlreiche Gips- und Anhydritlagen in hellgrüngrauen dolomitischen Tonsteinen. Schilfsandstein ist nicht sicher feststellbar, seine Mächtigkeit kann daher nicht bedeutend sein. Kohleschmitzen und -lagen scheinen dieser Region anzugehören.

Die darüber folgende, meist weinrote und blaugrün gefleckte Serie — in Anlehnung an die unterelsässische Gliederung als „Rote Mergel" bezeichnet —, nimmt in flächenhafter Verbreitung den größten Teil des zu Tage ausstreichenden Keupers beiderseits des Queichtales ein. Der anschließende Steinmergelkeuper wird auf Grund örtlich vorkommender Steinmergelbänke als dolomitischer Tonstein von grüner, seltener hellvioletter bis weinroter Farbe beschrieben. Östlich Albersweiler konnte eine oolithisch (Ostrakoden) ausgebildete Steinmergelbank mit gelegentlicher Fossilführung als Aequivalent der Ochsenbachschicht erkannt werden.

Die etwa 20 m mächtige Serie des Rhäts zeigt im unteren Teil einen unmittelbaren Übergang (? Störung) von lichtgrünen, dunkel gefleckten, dolomitischen Tonsteinen des Steinmergelkeupers zu dunkelgrauen, 2 m mächtigen Sandschiefern mit zahlreichen Bonebeds. Darauf folgen ca. 12 m erst blaugraue, dann typisch schokoladebraune Tonsteine. Im Übergang zum Lias etwa 2 m graue blättrige Tonschiefer mit grünlichen Sandsteinlinsen. Lias alpha ist in dem Bruch der Ziegelei Merkel als grobbankiger, blaugrauer Kalk, geschichtet durch Mergellagen (nach oben bituminös) mit maximal 15 m Mächtigkeit erschlossen. Als höchste Stufe des Lias wurde östlich Birkweiler und im Ranschbachtal L. delta festgestellt.

Außerhalb des Untersuchungsgebietes wurde Dogger alpha als jüngste mesozoische Ablagerung in der Göcklinger Bohrung durchteuft, darunter die bei Siebeldingen fehlende Folge Lias zeta bis delta. Durch Vergleich mit dieser Bohrung läßt sich die Mächtigkeit des Lias mit etwa 150 m annehmen.

Höhere Glieder als Dogger alpha sind nicht bekannt geworden, werden jedoch in geringem Umfang in der Tiefe des Grabens vermutet.

Im Tertiär liegt eine relativ lückenlose Aufeinanderfolge vom Lymnäenmergel bis zu oberpliocänen Sanden und Tonen vor. Aufschlüsse in der Tertiärbasis wurden bisher nicht beobachtet. Die Lymnäenmergel sind nur im Süden festgestellt und lediglich in Teilprofilen angefahren worden, vermutlich auch in der „Göcklingen 1" (? Störung gegen Mesozoikum), wo ihre Mächtigkeit über dem Dogger alpha 85 m beträgt.

Pechelbronner Schichten sind mit im allgemeinen nach Norden abnehmenden Mächtigkeiten aus fast allen Tiefbohrungen in ähnlicher Ausbildung beschrieben. (Von 930 m bei Rechtenbach bis 150 m bei Frankweiler.) Hier treten meist rotbunte Mergelsteine bis Tonsteine auf, seltener Sandsteine bis Kalksandsteine und Konglomeratlagen. (Muschelkalkgerölle). Die Dreiteilung (+ Rote Leitschicht) im Sinne der Pechelbronner Fazies ist im Süden noch deutlich und verliert sich dann nach Norden. So weist auch die Mächtigkeitsreduktion auf den Charakter des vorliegenden Gebietes als einer Übergangszone von alttertiärer Sedimentation im Süden — bei mitteloligocäner Senkung des gesamten Grabens — zu dem Schwerpunkt der miocänen Ablagerung im Nordgraben hin (s. Tafel 2 und 4).

Im Mitteloligocän sind mehrere Tagesaufschlüsse bekannt geworden. Erstmalig wurde auch fossilführendes Mitteloligocän in Meeressandfazies bei Frankweiler im Schurf festgestellt. Ein großer Teil der früher hier eingestuften fossilleeren Kon-

glomerate ist wahrscheinlich jüngeren Alters. (Wende Chatt-Aquitan). Das Mitteloligocän (Rupel) ist in allen Abteilungen in der bekannten Fazies des Grabens ausgebildet.

Der Cyrenenmergel (unteres Chatt) wird nur aus Tiefbohrungen beschrieben und ist dort durch Übergänge mit den liegenden Melettaschichten, und der Süßwasserzone im Hangenden derart verbunden, daß eine sichere Abgrenzung nicht möglich erscheint. Über Tage ist er lediglich als Liegendes des Landschneckenkalkes = Kalke mit Terebralia rahti (Kl. Kalmit) vermutet. Seine früher angenommenen Vorkommen scheinen ausschließlich jüngeren oder älteren Horizonten anzugehören.

Da an Hand der bisherigen Aufschlüsse weder faunistisch noch petrographisch eine Abgrenzung gegen die hangende Süßwasserzone möglich ist, wird die Mächtigkeit des Cyrenenmergels gemeinsam mit denen der unterlagernden Melettaschichten, Fischschiefer und Foraminiferenmergel unter der üblichen Bezeichnung Graue Schichtenfolge zusammengefaßt und hier mit etwa 250—300 m angenommen.

Die süßen bis brackischen Sedimente der folgenden Süßwasserzone sind Gegenstand einer eingehenden Betrachtung. Diese bisher als „(Bunte) Niederröderner Schichten" bezeichnete Folge kann im vorliegenden Gebiet eindeutig auf das obere Chatt beschränkt werden. Lokal scheint eine etwa 20 m mächtige kalkige Serie („Landschneckenkalk", bzw. Kalke mit Terebralia rahti)" die tonig mergelige Fazies größerer Mächtigkeit („Süßwasserschichten") zu vertreten. Gelegentlich treten in dieser letztgenannten Fazies auch stromatolithische (Algen-) Kalke auf. Der Übergang zu den marinen Cerithienschichten ist durch eine charakteristische Konglomerat- und Geröllage (meist Muschelkalkgerölle) gekennzeichnet. Die überwiegend hellgrünen, oft bunt gefleckten Tonmergel und Kalksandsteine der tonigmergeligen Fazies sind etwa 150 m mächtig.

Das folgende Aquitan läßt sich in der kalkig-mergeligen Fazies lückenlos den klassischen Zonen der Mainzer Beckengliederung einfügen, wobei allerdings eine sichere Einstufung in kleineren Bohrprofilen (Schußpunktbohrungen!) oft nicht durchführbar ist. Die ständig wechselnden Sedimentationsbedingungen auf (bewegten) Schollen verschiedenen Niveaus sind in ihren Übergängen faziell noch zu wenig bekannt, als daß eine vergleichende Gliederung der kalkig-mergeligen und mergelig-tonigen Fazies befriedigend vorgenommen werden könnte.

Über die Zeitspanne des Mittel- und Obermiocäns liegen keine Beobachtungen vor. Im randnahen Bereich scheint hier bereits Abtragung eingesetzt zu haben. Ihr Ergebnis ist dort heute eine weitgehende „Schrumpfung" des Tertiärs, über dessen Umfang und Ausbildung keine Aussagen mehr möglich sind. Östlich Frankweiler („Rheinpfalz 2") ist jedoch die aquitane Serie bereits 300 m mächtig, die zudem wahrscheinlich noch unvollständig ist. Ihre Gesamtmächtigkeit wird daher vermutlich im Raum westlich Landau bis zu 500 m betragen können.

Oberpliocäne weiße Sande und Kiese treten bis zu 40 m mächtig, vor allem südlich der Queich in zusammenhängender Verbreitung über dem Aquitan, auf. Im ganzen Gebiet bedeckt Löß, im Süden mindestens 20 m mächtig, ausgedehnte Flächen.

Diluviale Bildungen können in einzelnen Schotterlagen und charakteristischen „Geröllvergesellschaftungen" erkannt werden. Ausgedehntes Periglazial und ständige Hangrutschungen verhindern jedoch ihre Verknüpfung. Außerdem erschwert das Fehlen einer regionalen Gliederung ihre Einstufung. In ihrer verschiedenen Höhenlage können Bewegungen jüngerer Zeit erkannt werden, in der sich auch die heutige Morphologie entwickelte. Vom Sannois bis in das tiefe Aquitan hinein finden sich Konglomerate und Gerölle des Muschelkalkes, jeweils als Hauptkomponenten. Sie sprechen für langanhaltend gleichbleibende Reliefenergie, die im Mitteloligocän eine stärkere Belebung erfahren haben mag. Später überwanderte Periglazial die im Oberpliocän weitgehend eingeebnete, flach nach Osten abfallende Landoberfläche, in die in jüngster Zeit die heutigen Täler eingeschnitten wurden.

Im tektonischen Teil der Arbeit konnte auf Grund der skizzierten Schwierigkeiten nur eine Beschreibung der Lagerungsverhältnisse gegeben werden.

Die Ursache der auffälligen Verbreitung mesozoischer Schichten im Queichtal wird in der Überlagerung zweier Hauptstörungssysteme von NNO und NO streichenden Verwerfungen gesehen. Beide gliedern den Übergang vom heutigen Gebirge zum Graben durch nach Osten bzw. Südosten absinkende Bruchstaffeln. Dabei kam es lokal zu Graben- und Horstbildungen. Die erstgenannte

Störungsrichtung versetzt die zweite und damit ältere Verwerfung, wobei es zu sich ständig wiederholender Aufgabelung der NNO streichenden Störungen kommt. Diese Gabelung zeigt sich besonders markant im engeren Arbeitsgebiet durch den „Riegel" des nach Nordosten vorspringenden Gebirgsrandes bei Albersweiler. Dieser scheint hier zusammen mit dem Auftreten zweier ausgeprägter, NNO streichender Störungen („innere-östliche" und „äußere-westliche" Hauptverwerfung) die Lagerungsverhältnisse zu bestimmen. Im Westen („äußere Hauptverwerfung" = morphologischer Hauptabbruch) ergibt sich ein Sprungbetrag von etwa 1000 m, während das anstehende Mesozoikum im Osten durch einen Verwurf von mindestens 700 m gegen Tertiär abgegrenzt wird.

Bei dieser Deutung könnte auf die Annahme des sog. „Dahner Sattels" verzichtet werden, dessen Vorhandensein inzwischen von anderer Seite bezweifelt wurde. (Antithetische Bruchstaffel)

Im einzelnen läßt sich die gebirgsrandnahe Vorbergzone schematisch von Westen nach Osten gliedern in eine Grabenzone (von Süden nach Norden: Lias—Steinmergelkeuper), eine Horstscholle (Unterer Keuper—Oberer Muschelkalk) und eine stark gestörte Zwischenzone (oberflächlich vermutlich aus Grauer Schichtenfolge bestehend), die im Gegensatz zu den beiden erstgenannten, S-N streichenden Gliederungselementen nach NNW zu verlaufen scheint. Sie ist wahrscheinlich durch Abscherung des sinkenden Tertiärs am triadischen Horst im Westen entstanden und entspricht der „inneren Hauptverwerfung". Die stetige und deutlich erkennbare Heraushebung nach Norden in den Schichten der Grabenzone und Horstscholle ist hier nicht mehr zu beobachten. Alle drei genannten Gliederungselemente verschwinden unter tertiärer Bedeckung in offensichtlich komplizierten und undurchsichtigen Lagerungsverhältnissen in Höhe Frankweiler. Es wird vermutet, daß sich wenig weiter nördlich beide Hauptverwerfungen wieder zusammenschließen.

Nach Osten folgt nördlich der Queich eine flach zum Graben fallende Vorscholle mit großer Verbreitung aquitaner Kalke, Kalksandsteine und (seltener) Tonmergel. In ihr scheint nach Osten immer jüngeres Miocän aufeinanderzufolgen. In der Nähe des Queichtales ist die Vorscholle offensichtlich untergliedert durch mehrere Staffelbrüche. Im Queichtal verläuft wahrscheinlich zwischen Landau und Godramstein eine NW streichende Störung, von der angenommen wird, daß sie die Ursache darstellt für das hier verschiedene, im einzelnen nicht deutbare Verhalten der Vorscholle nördlich und südlich der Queich. (Diese Richtung wurde sonst nicht beobachtet, ihr Vorhandensein ist jedoch ebenso anzunehmen wie das Auftreten gleichfalls nicht eindeutig erkennbarer Querbrüche.)

Die im einzelnen unsichere Stratigraphie der an sich zahlreichen, aber flachen Bohrungen dieses Bereiches läßt keine Rückschlüsse auf die tektonischen Verhältnisse zu. Lediglich östlich Godramstein läßt südlich der Queich relativ mächtiges und zusammenhängendes Pliocän eine jüngere Absenkung vermuten. Nördlich des Tales dagegen spricht das Fehlen zusammenhängender pliocäner Bedeckung für jüngere Hebung. Nur bei Böchingen und Roschbach findet sich örtlich Pliocän in größerer Verbreitung.

Die Lage der Tertiärbasis wird in diesem Bereich bei 1000—1300 m angenommen. Dieser Betrag erfährt östlich Landau eine unbekannte Zunahme.

Von künftiger Aufschlußtätigkeit wird eine Lösung derjenigen Probleme erhofft, die in der vorliegenden Arbeit notwendigerweise unbeantwortet bleiben mußten.

Die weitere Untersuchung dieses geologisch zentral gelegenen Gebietes des Rheintalgrabens könnte vor allem zur Frage der tertiären Stratigraphie und Paläogeographie einen wesentlichen Beitrag leisten.

Schrifttum.

Ahnert, F. Die Oberflächenformen des Dahner Felsenlandes in der südlichen Haardt. — (Manuskript) Heidelberg 1952.

Bartz, J. Über das Unterpliocän in Rheinhessen. — Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., N. F., XXV, S. 121—228. Stuttgart 1936.

„ Das Jungpliocän im nördlichen Rheinhessen. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., VI. Folge, H. 1, S. 201—243. Wiesbaden 1950.

BOTZONG, C. Ausflüge nach Albersweiler und Umgebung. — Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., 43, II, S. 59—65. Karlsruhe 1910.

„ Schlußbericht für das bayerische Oberbergamt über die Bohrprofile des Bienwaldes nach Einstellung der Bohrungen im Herbst 1931. — (Manuskript). 1931

BRANDT, E. Rogen mit Ostrakodenschachtelungen im Miocän von Frankfurt am Main. — Senckbg., Bd. 18, Nr. 3/4, S. 113—121. Frankfurt/M. 1936.

BUCHER, W. Beitrag zur geologischen und paläontologischen Kenntnis des jüngeren Tertiärs der Rheinpfalz. — (Geogn. Jh., 24. Jahrg.) München 1913.

CARLÉ, W. und LINCK, O. Die Strombergmulde in Nordwest-Württemberg. — Geol. Rdsch. 35/36, S. 65—79. Stuttgart 1948.

DINU, JON J. Geologische Untersuchung der Beziehungen zwischen den Gesteinsspalten, der Tektonik und dem hydrographischen Netz im östlichen Pfälzerwald. (Haardt) — Verh. Naturhist.-Med. Ver., XI, S. 238—299. Heidelberg 1912.

GEIB, K. W. Neue Erkenntnisse zur Paläogeographie des westlichen Mainzer Beckens. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch., VI. Folge, H. 1, S. 101 bis 111, Wiesbaden 1950.

GILLET, S. Les marnes à Cyrènes de l'Oligocène de l'Alsace. — Revue de l'Inst. Franc. du Pétrole et Ann. des Combustibles Liquides, Vol. VIII, Nr. 8, S. 395—422. Paris 1953.

GÜMBEL, C. W. VON. Geologie von Bayern. — 2. Aufl. Kassel 1894.

„ Erläuterungen zu Blatt Speyer, Nr. XVIII der geognostischen Karte von Bayern, 1:100 000. — München 1897.

HASEMANN, W. Zahlreiche Schichtenverzeichnisse. — (Unter Mitwirkung von BRILL, HINTZE, HEIDORN, KRAISS, NATHAN, PILGER und RAUPACH). Manuskript. 1937.

HILTERMANN, H. Astrorhiza cretacea FRANKE 1928 als Scheinfossil und ähnliche Wurzelröhrchen. (Rhizosolenien). — Geol. Jb., Bd. 66 (1950) S. 421—424. Hannover 1952.

JÜNGST, H. Der Pfälzer Lias und seine paläogeographische Bedeutung. — Mitt. Pollichia, N. F. 7 — Kaiserslautern 1938.

KESSLER, P. Die tertiären Küstenkonglomerate in der Mittelrheinebene unter besonderer Berücksichtigung der elsässischen Vorkommen. — Straßburg 1909.
(Mitt. Geol. L.-Anst. Els.-Lothr. VII, S. 167—290). 1911.

LEPPLA, A. Über den Bau der pfälzischen Nordvogesen. — Ztschr. dtsch. geol. Ges., XLVI, S. 400—438. 1892.

MOOS, A. Die Erdölbohrungen im nördlichen Rheintalgraben bei Bruchsal 1921 bis 1926. — Schriften aus dem Gebiet der Brennstoff-Geologie, H. 9, S. 12—75. Stuttgart 1934.

PAUL, B. Die Gliederung und Foraminiferenfauna des Rheintaltertiärs bei Bruchsal. — Mitt. Bad. geol. Landesanst. Freiburg, XII, H. 1, Freiburg i. B. 1938

PFEIFFER, W. Ein Ost-West Profil durch den Mittleren und Oberen Keuper Süddeutschlands. — Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver. N. F. XII, S. 166—178. Stuttgart 1923.

PLEWE, E. Geomorphologische Studien am pfälzischen Rheintalgrabenrand. — Bad. geogr. Abh., H. 9. Freiburg i. B. 1938.

PRELL, R. Über das Pleistozän bei Heidelberg. — Geol. Jb., 87, S. 243—258. Hannover 1953.

PRELL-MÜSSIG, R. Mikrofauna, Fazies und Stratigraphie des jüngeren Tertiärs bei Bruchsal. — (Manuskript). Heidelberg 1953.

REIS, O. M. C. W. VON GÜMBEL in seinen Anfängen. (1846—1851) — Pfälz. Mus. — Pfälz. Heimatkd., S. 149—154 u. 171—173. Kaiserslautern 1921.

a) Über Böden, Gesteine, Schichtfolge und Gebirgsbau der östlichen Hälfte des Blattes Speyer 1:100 000 — Geogn. Jh., 36. Jhrgg., S. 131 bis 168. München 1923.

b) Kalkalgen und Seesinterkalke aus dem rheinpfälzischen Tertiär. — (Wie unter a), S. 102—130. München 1923.

c) Über die Bohrung auf Erdöl bei Godramstein in der Pfalz. — Pfälz. Mus. — Pfälz. Heimatk. Kaiserslautern 1923.

RENZ, C. Zur Geologie der südöstlichen Rheinpfalz. — Ztschr. dtsch. geol. Ges., 57, Monatsber., Nr. 12, S. 569—575. Berlin 1905.

SCHAD, A. Die Bedeutung der Bohrung Karlsruhe 1 für die Beurteilung des Tertiärs im Rheintalgraben. — N. Jb. Geol. u. Paläont., Abh., 97, S. 99 bis 129. Stuttgart 1953.

SCHMIDT, M. Die Lebewelt der Trias. — Oehringen 1928.

SCHNAEBELÉ, R. Monographie geologique du champ pétrolifère de Pechelbronn. — Mém. Serv. Carte géol. d'A. et L., 7. 1948

SCHRÖDER, E. Einiges über die miocänen und vermutlich miocänen Bildungen des elsässischen, rheinpfälzischen und badischen Teiles des Oberrheingrabens. — Birkenau i. O. 1934.

SINDOWSKI, K.-H. Zur Sedimentpetrographie des Oberpliocäns und Altdiluviums der mittleren Oberrheinebene. — Ztschr. dtsch. geol. Ges., 89, S. 409—418, Berlin 1937. 1937.

THÜRACH, H. Bericht über die 27. Jahresversammlung des Oberrheinischen geologischen Vereins in Landau i. d. Pfalz. — Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., 27, S. 27—55. Stuttgart 1894.

„ Erläuterungen zu Blatt Sinsheim Nr. 42 der geologischen Spezialkarte von Baden 1:25 000. Heidelberg 1896.

WAGNER, GEORG. Einführung in die Erd- und Landschaftsgeschichte mit besonderer Berücksichtigung Süddeutschlands. 2. vermehrte Auflage. Öhringen 1950.

WAGNER, W. Neue Ergebnisse über die Gliederung und Lagerung des Tertiärs im Kalisalzgebiet des Oberelsaß. — Mitt. Philom. Ges. Els.-Lothr., IV, H. 5, S. 743—764. Straßburg 1912.

„ Vergleich der jüngeren Tertiärablagerungen des Kalisalzgebietes mit denen des Mainzer Beckens. — Mitt. Geol. Landesanst. Els.-Lothr., 8, S. 273—287. Straßburg 1913.

„ Gliederung und Lagerung des Tertiärs von Kolbsheim bei Straßburg. — Mitt. Geol. Landesanst. Els.-Lothr., 11, S. 153—195. Straßburg 1923.

„ Die Erdöl- und Asphaltlagerstätten im Elsaß. — in: Das Erdöl — 2, 2. Teil, 21. Aufl., S. 314—347. 1930.

„ Das Mainzer Becken. Eine Zusammenstellung unter besonderer Berücksichtigung der Rheintaltektonik. — Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., N. F. 27, S. 25—62. Stuttgart 1938.

„ Das Erdöl im Rheintalgraben mit besonderer Berücksichtigung der Neubohrungen im Untermiocän Hessens. — Zeitschr. dtsch. geol. Ges., 100, S. 518—543, Stuttgart-Hannover 1948.

WEBER, H. Neue Aufschlüsse im Untermiocän bei Bruchsal. — Jahresber. u. Mitt. Oberrh. geol. Ver., N. F. 26, S. 33—42. Stuttgart 1937.

WEILER, W. Miocän und Diluvium im südlichen Rheinhessen. — Teil I: Pliocän. — Notizbl. Hess. L.-Amt Bodenforsch. (VI.), H. 3, S. 147—170. Wiesbaden 1952.

„ Teil II: Diluvium. — Ebenda, 86, S. 206—235. Wiesbaden 1953.

WENZ, W. Das Mainzer Becken. Heidelberg 1921.

WERVEKE, L. VAN. Einige Ergebnisse der Untersuchungen der Kerne von Tiefbohrungen in Lothringen und im Unterelsaß. — Mitt. Philom. Ges., 19. Jahrgg., IV, H. 4, S. 327—331. Straßburg 1911.

„ Mächtigkeit der Trias und des Jura im Unterelsaß. — Mitt. Geol. Landesanst. Els.-Lothr., H. 1, S. 101—102. Straßburg 1913.

„ Wissenschaftliche Anhaltspunkte und Ratschläge bei den Bohrungen auf Erdöl im Unterelsaß. — Mitt. Geol. Landesanst. Els.-Lothr., H. 11, S. 1—56. Straßburg 1918.

WERVEKE L. VAN. Schichtenfolge in zwei Bohrungen auf Erdöl bei Godramstein in der Rheinpfalz. — Geogn. Jh., 36. Jahrgg., S. 17—26. München 1923.

„ Der Verlauf und das Alter der Hauptverwerfungen und der übrigen wichtigeren Störungen und Bewegungen im Gebiet des Mittelrheintalgrabens. — Abh. Heid. Akad. Wiss. Math. — Naturwiss. Kl. 21. Abh. Heidelberg 1934.

WEYL, R. Sedimentpetrographische Studien zur Paläogeographie des Oligocäns im nordwestlichen Rheintalgraben. — N. Jb. Min., BB. 80, Abt. B., S. 31—62. Stuttgart 1938.

WIRTH, E. Die Erdölvorkommen von Bruchsal. — Geol. Jb., 65, S. 657—706. Hannover 1950.

„ Grundlagen und Aussichten der Erdölsuche im Rheintalgraben. — Ztschr. deutsch. geol. Ges., 105, 1. Teil, Jahrgg. 1953, S. 32—46. Hannover 1954.

„ Die nördliche Verbreitungsgrenze des Unteroligocäns im Rheintalgraben und ihre wirtschaftliche Bedeutung. — Notizbl. Hess. L.-Amt f. Bodenforsch., 82, S. 168—189. Wiesbaden 1954.

Nachwort

Die vorliegende Arbeit entstand auf Anregung von Herrn DR. A. SCHAD (Geologisches Büro Bruchsal der Wintershall AG, Erdölwerke Nienhagen) im Rahmen von Aufschlußarbeiten im Westteil der Konzession Landau.

Es ist mir ein Bedürfnis. den an dieser Konzession beteiligten Firmen: „Hermann v. Rautenkranz-Internationale Tiefbohr-KG (ITAG) Celle", „Wintershall-AG, Erdölwerke Nienhagen" und „Deutsche Vakuum Oel-AG" zu danken für großzügige Unterstützung bei Durchführung der Arbeit, sowie für die Möglichkeit der Verwertung älterer Schichtenverzeichnisse und sonstiger Unterlagen.

Mein besonderer Dank gilt vor allem Herrn DR. A. SCHAD für unermüdliche Beratung und Hilfe, sowie die Vermittlung wertvoller Hinweise von Frl. DR. H. GREBE-Krefeld (Pollenanalyse), den Herren DR. E. BUCK-Stuttgart (Ostrakoden), K. W. GEIB-Mainz (Tertiär), F. GOERLICH-Bentheim (Ostrakoden), M. TEICHMÜLLER-Krefeld (Kohlenpetrographie) und W. WEILER-Worms (Otolithen). Frau Dipl. geol. W. HEINEMANN war mir bei der Bestimmung der Mikrofauna behilflich, Herr DR. F. DOEBL bearbeitete die Meeressandfauna. (Beide Geologisches Büro Wintershall-Bruchsal.) Ferner verdanke ich Herrn DR. A. RÖSLER-Heidelberg (Geol.-Paläontol. Institut) vielfach Rat und Hilfe bei Präparation und Bestimmung der Fauna.

Meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. DR. LUDWIG RÜGER bin ich zu aufrichtigem Dank verbunden für stete Anleitung und Unterstützung bei Durchführung und Abfassung der vorliegenden Arbeit.

Inhalt:

	Seite
A. Einleitung	36
B. Stratigraphie	41
I. Mesozoikum	41
1. Muschelkalk	41
2. Keuper	44
3. Jura	51
II. Tertiär	53
1. Eocän	55
2. Oligocän	56
3. Untermiocän	71
4. Pliocän	78
III. Diluvium	79
C. Tektonik	81
Zusammenfassung	87
Nachwort	93