

## Säugetierpaläontologische Daten zur Altersbestimmung des tieferen Tertiärs im Rheintalgraben

von

H. Tobien, Freiburg i. Br.

In den Erörterungen über die stratigraphische Einstufung der alttertiären, brackisch-limnischen Gesteinsfolgen des Oberrheintalgrabens verdienen die aus säugetierpaläontologischen Befunden abzuleitenden Altersdatierungen stärkere Beachtung, als es wohl bisher der Fall war. Die hier in Betracht kommenden, im Liegenden des transgredierenden mitteloligozänen Rupeltones auftretenden Schichten hat zuletzt WAGNER (1938 a) auf Grund langjähriger, eingehender Untersuchungen vergleichend stratigraphisch dargestellt. Die Parallelisierung der Tiefen- oder Normalfazies, wie sie im Bereich der Rheinebene durch Bohrungen in den Kalibecken im Oberelsaß und Oberbaden, in den Erdölrevieren von Pechelbronn und Nordbaden angetroffen wurde, die Eingliederung der Randausbildungen, welche einen Teil der Säugerreste geliefert haben, ist nach diesen grundlegenden Untersuchungen in vereinfachter Form auf der Tabelle S. 18 dargestellt.

Diese unterhalb des stampischen Rupeltones bzw. seiner Äquivalente gelegene, maximal 1100 m erreichende Schichtfolge wurde von HAUG (1911, S. 1451), WAGNER (1924, S. 63 ff.), L. MEYER (1928, S. 256) und anderen in das Unteroligozän (Sannoisien) gestellt, eine Auffassung, die dann weitere Verbreitung gefunden hat. Jedoch sind hinsichtlich des Alters der tiefsten Teile, der Dolomitmergel- und Kalkmergelzone bzw. der Lymnaeenmergel die Ansichten weniger einhellig. MOOS (1934, S. 48) und WEBER (1937, S. 65) haben sich für ein obereozänes Alter der Lymnaeenmergel, zumindest seiner älteren Partien ausgesprochen.

Im Widerspruch zu den Ansichten über das unteroligozäne Alter der Dolomitmergel- und Kalkmergelzone im Oberelsaß steht

	Unterelsaß und Nordbaden	Oberelsaß und Südbaden	Sundgau und Breisgau
Stampien	Fischschiefer und Foraminiferenmergel (Rupelton)	Fischschiefer Foraminiferenmergel, Rupelton Gipsmergel z. T.	Foraminiferenmergel Oberer Haustein z. T.
	(in den hangenden Partien: Asphalikalke von Lobsann)  Obere Pechelbronner Schichten	Bunte und buntstreifige Mergel Gips-Anhydrit-Zone Knollenanhydrit-Steinsalz- Zone Obere Bituminöse Zone	Oberer Haustein z. T. Kalk mit <i>Helix</i> cf. <i>rugulosa</i>  Unterer Haustein Plattiger Steinmergel
Vor- stampische Schicht- folge	Fossilreiche Zone  Untere Pechelbronner Schichten rote Leitschicht (fehlt in Nordbaden) Diskordanz	Versteinerungsreiche Zone  Untere Bituminöse Zone Konglomeratzone	Plattiger Steinmergel  (Erosionsdiskordanz)
	Dolomitmergelzone bzw. Lymnämmergel	Dolomitmergel- zone Kalkmergelzone  grüne Mergel	Mergel mit <i>Helix</i> cf. Hombresi. Melanienkalk

ferner die Obereozän- (Ludien-) Datierung, welche ANDREAE (1884, S. 88), VAN WERVEKE (1912, S. 398; 1934, S. 19) und vor allem STEHLIN (1910, S. 477) dem Melanienkalk in der Umgebung Mülhausens (vgl. Abb. 1) zugeschrieben haben. Die Eingliederung dieser kalkigen Randfazies in die Schichtenfolge des Normalprofils im Beckeninnern ermöglichten die im Anschluß an die Entdeckung der oberelsässischen Kalilager niedergebrachten Bohrungen. Nach

FOERSTER (1911, S. 508) stellt der Melanienkalk eine lokale Ausbildung des obersten Teiles der grünen Mergel (= Kalkmergel- plus Dolomitmergelzone in obiger Tabelle) dar; diese Feststellung wurde durch L. MEYER (1928, S. 207 ff., Tab. S. 256) und WAGNER bestätigt, wobei nach letzterem „der Melanienkalk eine dem oberen Teil der Kalkmergelzone der Tiefenzone gleichzusetzende Kalkfazies“ ist (1938 a, S. 145). Man wird daher für die den Melanienkalk in der Normalfazies vertretenden Schichten ein gleiches Alter wie für diesen selbst anzunehmen haben.

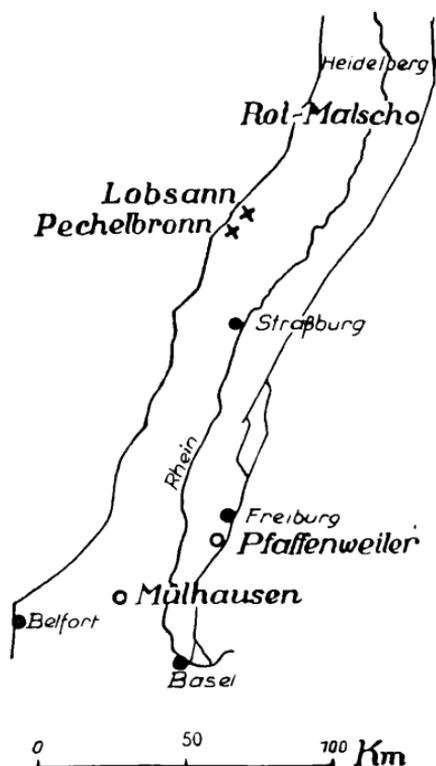


Abb. 1. Säugerfundorte des Ludien (○) und Sannoisien (×) im Rheintalgraben.

aber sehr charakteristische Säugetierfauna aus Steinbrüchen bei Rixheim, Riedisheim und Brunnstatt in der Umgebung Mülhausens geliefert. Die Huftierreste sind zuletzt von STEHLIN (1904, S. 164,

251, 315; 1910, S. 958, 976) behandelt und 1910 in folgender Artenliste zusammengefaßt worden (S. 477):

*Palaeotherium magnum* CUV.

*Palaeotherium mühlbergi* STEHL. (= *P. curtum* CUV. emend. STEHL.<sup>1)</sup>)

*Plagiolophus minor* CUV.

*Anoplotherium laurillardii* POM.

*Xiphodon gracile* CUV., dazu noch:

*Theridomys siderolithicus* PICT.

STEHLIN hat daraus ein obereozänes (Ludien-) Alter des Melanienkalkes gefolgert, die Säugerfauna ist die gleiche, wie sie in der oberen Gipsmasse des Montmartre bei Paris und an zahlreichen anderen Orten Westeuropas angetroffen wurde und hier eine obere Stufe des Ludien repräsentiert. Neben den für das obere Ludien typischen Formen wie *Palaeotherium magnum*, *Anoplotherium*, *Xiphodon gracile* ist dieser Tierbestand dadurch charakterisiert, daß ihm jedes Element der das Sannoisien säugetierpaläontologisch kennzeichnenden Fauna fehlt. Wie STEHLIN (1909, S. 502 ff.) gezeigt hat, verschwinden mit dem Ende des Ludien zahlreiche eozäne Stammlinien, darunter auch die eben genannten, vor allem aber erscheinen mit dem Sannoisien eine große Zahl neuer Zuwanderer (Anthracotherien, Entelodonten, Rhinoceroten usw.), womit eine überaus scharfe faunistische Grenze gegenüber der voraufgehenden Stufe gegeben ist.

Nachdem durch die Kalibohrungen im Oberelsaß der Melanienkalk als eine randliche Süßwasserfazies erkannt, seine Eingliederung in das Normalprofil durchgeführt und seine Altersstellung auf Grund der Säugerfauna als oberes Ludien fixiert werden konnte, wird man den äquivalenten Schichten in der Tiefenfazies — d. h. also zumindest der Kalkmergelzone, wenn nicht dem gesamten Komplex der grünen Mergel — das gleiche Alter — Obereozän (Ludien) — zuzuschreiben haben. WAGNER hält (1938 b, S. 27, 28) abweichend von seiner früheren Auffassung, ein Eozän-Alter der Kalkmergelzone für möglich.

<sup>1)</sup> vgl. STEHLIN (1938 a, S. 277).

Neben dem verhältnismäßig reichen Säugervorkommen im Melanienkalk sind aus den alttertiären Schichten des südlichen Rheintales nur vereinzelte Reste bekannt geworden. Aus den Kalken mit *Helix cf. rugulosa* stammen *Theridomys*-Zähne, die FOERSTER (1892, S. 267) von Niedersteinbrunn (südlich Mühlhausen) bekannt gemacht hat. Die aus Klein-Kems auf der badischen Seite genannten, ebenfalls *Theridomys* zugeschriebenen Zähne (vgl. ANDREAE 1884, S. 73) werden von FOERSTER (a. a. O.) vermutungsweise in den gleichen Horizont gestellt. Stratigraphisch sind diese Reste vorerst nicht verwertbar, ebensowenig die *Hyænodon*-Tibia, welche HELBING (1926, S. 763) von Méroux (südöstlich Belfort) beschrieben hat, und die nach L. MEYER (1928, S. 238) aus Kalksandsteinen stammt, die dem oberrheinischen Meeressand zuzurechnen sind, mithin an die Basis des Stampien (Mitteloligozän) gehören.

Von größerer Bedeutung für die Fragen der Altersgliederung des Alttertiärs sind dagegen die Reste von *Palaeotherium magnum* aus mergeligen Kalksandsteinlagen in den Küstenkonglomeraten des Schönberges bei Pfaffenweiler, südlich Freiburg i. Br. (STEHLIN 1903, S. 164; KLAEHN 1925, S. 213—214; vgl. Abb. 1). STEHLIN hat daher bereits 1910 (S. 479) auf die Gleichaltrigkeit der Fundschichten mit dem oberelsässischen Melanienkalk hingewiesen und diesen ebenfalls ein obereozänes (ludisches) Alter zugeschrieben. Wie mir ferner Herr Prof. KIEFER, der diese Ablagerungen s. Zt. eingehend untersucht hat, mündlich versichert, weist das den *Palaeotherium*-Resten noch anhaftende Gestein (Mergel vom Leutersberger Typ, siehe auch KIEFER 1928, S. 318) zweifelsohne auf Schichten hin, die älter als die versteinungsreiche Zone sind.

Es liegen jedoch Anzeichen dafür vor, daß die Konglomerate und Kalksandsteine in diesem Gebiet vielleicht einem jüngeren Niveau als dem des Melanienkalkes angehören könnten. KIEFER hat auf die weite Verbreitung des Melanienkalkes im rechtsrheinischen Gebiet, vom Isteiner Klotz bis nach Lahr, hingewiesen. Anstehend wird er jedoch nur südlich Müllheim und nördlich Freiburg (Lahr, Nimberg) angetroffen, im Gebiet zwischen diesen Orten fehlt er dagegen. Wohl aber ist seine einstige Verbreitung in diesem Zwischen-

gebiet — in dem auch der Fundplatz des *Paläotherium magnum* liegt — durch nicht seltene Geröllfunde eines mit dem typischen Melanienkalk petrographisch übereinstimmenden Süßwasserkalkes in den Küstenkonglomeraten bezeugt (KIEFER 1931, S. 24). Demnach dürften die Konglomerate hier jünger sein als der von ihnen aufgearbeitete Melanienkalk. Die hieraus zu folgernde Abtragung vor Ablagerung der Konglomerate steht in Übereinstimmung mit der auch anderwärts im Hangenden des Melanienkalkes bekannten und zum Teil bis in ihn hineingreifenden, sehr erheblichen Erosionsdiskordanz (WAGNER 1938 a, S. 145 u. Tab.).

Es besteht daher der Verdacht, daß in Schichten, die jünger als der Melanienkalk oder seine Äquivalente sind und vielleicht der Konglomerat- oder unteren bituminösen Zone entsprechen könnten, noch typische Vertreter der obereozänen Säugerfauna vorhanden sind, diese Schichten mithin dem Ludien zuzuweisen wären. Der Einwand, die *Palaeotherium*-Mandibel von Pfaffenweiler sei aus älteren Gesteinen aufgearbeitet und sekundär in die Konglomerate eingelagert worden, hat STEHLIN (1910, S. 479) überzeugend entkräftet; das gleiche weist dieser Autor auch für die Säugerreste aus dem Melanienkalk von Mülhausen nach, sie befinden sich ebenfalls zweifellos auf primärer Lagerstätte.

### Die Säugerreste aus der Tongrube von Rot-Malsch

Das Vorkommen einer kleinen Säugerfauna von typisch obereozänem Charakter in Schichten, welche nach den geltenden Auffassungen sicher jünger als der Melanienkalk bzw. die ihm altersgleich gestellten Abfolgen sind, wird durch Funde in der sog. neuen Tongrube <sup>1)</sup> der Bott'schen Ziegeleiwerke bei Rot-Malsch (zwischen Bruchsal und Heidelberg) (siehe Abb. 1) bestätigt. Mit den hier zutage liegenden Tertiärschichten haben sich BESSLER (1936) und WEBER (1937) befaßt. Ersterer hat vor allem den Geröllbestand der darin eingeschalteten Konglomeratlagen näher untersucht, erwähnt aber aus einer knochenführenden Lage, über einer dieser Geröllschichten, den Fund eines Säugerunterkiefers, der s. Zt. von STEHLIN als *Plagiolophus* sp. bestimmt wurde (S. 47). WEBER hat ein Profil der

<sup>1)</sup> Die heute völlig verlassene und verstürzte Grube liegt dicht östlich der Hauptstraße Bruchsal—Heidelberg und unmittelbar südlich des Ziegelwerkes. Die derzeit im Abbau stehende Grube befindet sich ca. 200 m westlich der Hauptstraße.

ganzen Grube gegeben und die Schichtfolge in jene des nordbadischen Alttertiärs, wie sie durch die Erdölaufschlußbohrungen bekannt geworden ist, eingliedert. Hiernach liegt der größte Teil der Grube in nach Norden einfallenden bunten Mergeln der Pechelbronner Schichten. An der Nordwand stehen obere Pechelbronner Schichten mit häufigen gröberen Konglomeraten an, östlich davon — durch eine Störung getrennt — liegt eine Scholle der grünen oder Lymnäen-Mergel, die aber nur in der Nordostecke vorhanden ist, nach Süden gegen die Grubenmitte auskeilt. Die Mitte der Grube wird von den mittleren Pechelbronner Schichten eingenommen, die sich durch Fossilführung (*Cyrena convexa*, oft ganze Schichtflächen bedeckend, *Mutilus socialis*, ferner nicht näher bestimmbar: Bivalven- und Hydrobiensteinkerne) auszeichnen und den wichtigen, im ganzen Oberrheingebiet zu verfolgenden, die Hauptstütze der Parallelisierungen abgebenden Bezugshorizont der fossilreichen oder versteinungsreichen Zone darstellen. Konglomeratlagen fehlen in diesen Schichten. Die Südwand der Grube wird von den unteren Pechelbronner Schichten gebildet, die, entsprechend dem Nordfallen der ganzen Serie, unter der versteinungsreichen Zone nach Süden auftauchen. Sie enthalten einzelne, im Gegensatz zu den oberen Pechelbronner Schichten feinkonglomeratische Lagen.

In diesen Konglomeraten sowie in den unmittelbar angrenzenden hangenden und liegenden Mergellagen hat WEBER zahlreiche Knochentrümmer und Reste von Zähnen gefunden, auch der von BESSLER erwähnte Unterkieferast von *Plagiolophus* stamme seines Wissens aus diesem Horizont <sup>1)</sup>. Die Untersuchung dieser im Geologischen Institut der Universität Heidelberg aufbewahrten Materialien ergab folgende Artenliste <sup>2)</sup>:

*Palaeotherium magnum* Cuv.,

*Palaeotherium medium* Cuv.,

*Plagiolophus* sp. aus der Gruppe *Pl. Fraasi-Javali*,

*Anchilophus* sp. von der Größe des *A. Dumasi* GERV.

<sup>1)</sup> Der Finder dieses Restes, Herr Reichsbahnrat KREIDLER, Worms, hatte die Freundlichkeit, auf meine briefliche Anfrage hin als Fundstelle des *Plagiolophus*-Restes die Südwand der Grube anzugeben. Die Herkunft der übrigen Reste von dieser Stelle wurde mir auch durch Herrn Prof. HELLER auf meine briefliche Anfrage hin in dankenswerter Weise bestätigt.

<sup>2)</sup> Für die lebenswürdige Überlassung dieser Reste zur näheren Bearbeitung bin ich Herrn Prof. RUEGER zu Dank verpflichtet, ebenso Herrn Dr. BESSLER, Karlsruhe, für einige briefliche Auskünfte.

## Bemerkungen zu den Zahnresten

*Palaeotherium magnum* 1.  $P_3$  oder  $P_1$  sup. sin. Außenwand und beide Außenhügel weggebrochen. Die für die zwei hinteren  $P$  typische Verbindung der zwei Innenhügel durch ein Schmelzjoch, die in mittleren Abkautstadien eine Konfluenz der Innenhügel ergibt, weist diesen Zahn als  $P$  aus. Sehr kräftiges, scharfkantiges, lingual nicht unterbrochenes oder abgeschwächtes Cingulum. Hinterer Zwischenhügel mit der für Paläotherien- $P$  charakteristischen Tendenz zur Verbindung mit dem Vorderinnenhügel. Länge (in der Mittellinie): ca. 28 mm.

2. Außenwände von drei  $P_3$  (oder  $P_4$ ) sup. Gehören sicher zu  $P$  auf Grund der schwachen Para- und Mesostyle sowie der Schiefstellung letzterer, die zu der wurzelwärtigen Verbreiterung der Vorderfazette führt. Kräftiges äußeres Basalband. Mit den Außenwänden oberer Molaren mittelgroßer Paläotherien besteht trotz etwa gleicher Größe keine Verwechslungsmöglichkeit, da bei diesen Para-, Meso- und Metastyle weitaus schärfer hervorspringen, die dazwischen liegenden Fazetten entsprechend tiefer eingesenkt sind. Größte Länge: 30,0 mm (1 sin.), 31,2 und ca. 30 mm (2 dext.).

3.  $D_2$  (oder  $D_3$ ) sup. sin. Hinterpartie der Außenwand. Gleiche Größe wie Hinterfazetten der  $P$ -Außenwände, Schmelz aber nur  $\frac{1}{2}$  so dick wie bei diesen, daher Milchmolar. Ferner Mesostyl, Cingulum und Metastyl schwächer als an  $P$ , auch dies deutet auf  $D$ . Für Stellung kommt wohl nur  $D_2$  oder  $D_3$  in Betracht, da am molariformen  $D_4$  das Mesostyl senkrecht steht (STEHLIN 1903, Fig. 9, S. 176), was hier nicht der Fall ist.

4.  $P_2$  inf. dext. Vorderpartie. In der Größe mit *P. magnum* von Mormont übereinstimmend (STEHLIN 1903, Fig. 6, S. 156), Vorderarm aber etwas schiefer gestellt und buccal gewölbt, dadurch schwache lingualseitige Höhlung im Vorderhalbmond, darin dem  $P_2$  in einer Zahnreihe von Mormoiron (ROMAN 1922, Taf. 4, Fig. 1a) gleichkommend. Starke Kante an der hinteren Außenseite des Vorderhalbmondes typisch entwickelt, kronenaufwärts zum vorderen Außenhügel ziehend, vorher aber abklingend. Dieser minimal angekaut, sonst Zahnfragment völlig frisch. Kräftiges Vordercingulum, Außencingulum weggebrochen.

5.  $M_1$  inf. dext. Außenpartie, Innenhälfte fehlend. Sehr kräftiges, für *P. magnum* typisches äußeres Basalband, Vorderhalbmond gleich groß wie Hinterhalbmond, daher  $M$ . Der Größe nach eher als  $M_1$  anzusprechen.

6.  $M_3$  inf. sin. Talonid-Bruchstück. Höhlung sehr weit, lingualer Ausgang nicht verengt, im Gegensatz zu den  $M_3$ -Taloniden mittelgroßer Paläotherien. Lingual kräftiges Basalband, welches nach hinten wurzelwärts abfällt, buccal abgebrochen ist. Mit dem Talonid eines  $M_3$  von Mormoiron (ROMAN 1922, Taf. 4, Fig. 1a) besteht gute Übereinstimmung.

Diese Reste von *P. magnum* deuten auf 3—4 Individuen. Nach den Größenverhältnissen liegt die typische Form vor, nicht die kleinere var. *girundicum*.

*Palaeotherium medium* CUV.: 1.  $I_3$  sup. dext. Wurzel gänzlich, linguale Kronenpartie etwas an der Basis weggebrochen, Kronenspitze wenig aufgeschliffen. Kräftiges, scharf abgesetztes Lingual — und vor allem Labialcingulum, welches in der für  $I_3$  sup. typischen Weise gegen die mesiale Kronenspitze emporgezogen ist. Die wohlentwickelten Cingula sind, wie STEHLIN (1938 a, Abb. 9 C, S. 286) gezeigt hat, für *P. medium* (= *P. Moeschii* STEHL.) bezeichnend. In der Größe mit einem starken  $I_3$  sup. dieser Spezies von Frohnstetten (Smlg. Donaueschingen) übereinstimmend.

2.  $M_1$  (oder  $M_2$ ) inf. sin. Bruchstück, äußere Zahnpartie ohne Innenwand vorhanden. Abgetragener Zahn mit hinterer und vorderer Pressionsmarke, wohlausgebildetes, scharfkantiges Cingulum deutet eher auf *P. medium*. Länge 20,5 mm.

*Plagiolophus* sp.:  $M_3$  sup. dext. mit fehlender Außenwand; dicker Zementbelag, schräg gestellte Joche, freies, hakenartig nach hinten umgebogenes Außenende des schmalen Metalophes, im Vergleich zum Protocon reduzierter Hypocon sowie Umriß weisen diesen Zahn als *Plagiolophus*- $M_3$  aus. In der Größe starken  $M_3$  von Frohnstetten gleichkommend (Länge in der Zahnmitte: 28 mm). Lingualseite mit deutlichem Basalband, das sich am Talausgang zu einer Schmelzzone verdickt.

*Plagiolophus Javali* FILH. läßt sich, da nur wenig größer als *P. Fraasi* v. M., nur am Fußskelett einwandfrei von diesem trennen (STEHLIN 1938 b). Ob der von BESSLER (s. o. S. 23) erwähnte Unterkieferrest mit diesem  $M_3$  zu vereinigen ist, kann aus den Angaben STEHLIN's (in BESSLER 1936, S. 47) nicht entnommen werden. STEHLIN (1938 b, S. 293) zählt Rot-Malsch zu den mitteloligozänen (unterstampischen) Fundorten, an denen noch letzte Vertreter der Gattung *Plagiolophus* vorhanden sind. Die Alterseinstufung als Meeresand-Äquivalent (Mitteloligozän), für die BESSLER eingetreten ist und auf die sich STEHLIN wohl gestützt hat, ist bereits durch WEBER (1937, S. 71) richtig gestellt worden. Die Begleiter des *Plagiolophus* lassen ein unterstampisches Alter vollends ausgeschlossen erscheinen.

*Anchilophus* sp.:  $M_1$  (oder  $M_2$ ) sup. dext. Trotz des Fehlens der für die Erkennung der Gattungszugehörigkeit wichtigen Außenwand gehört dieser Zahn mit Sicherheit zu *Anchilophus*. Hinterinnenhügel nicht durch Grat an Hintercingulum angeschlossen, wie bei den kleinen Paläotherien und *Plagiolophen* des Obereozäns. Metaloph ohne Zwischenhügel, im Protocon dieser aber trotz vorgeschrittener Abkautung noch deutlich erkennbar. Verbindung des Metalophes mit der Außenwand erfolgt zwischen den Außenhügeln. Cingula nur an der Vorder- und Hinterwand vorhanden, an der Lingualseite einschließlich des Talausganges fehlend. Diese Merkmale, vor allem die charakteristische Biegung der Joche, bewirken das von allen Autoren, die sich mit dieser Gattung befaßt haben, hervorgehobene anchitherioide Gepräge des Gebisses. Es kommt auch diesem Zahn zu. Länge (in Zahnmitte): 12 mm.

*A. radegondensis* GERV., die einzige Spezies des oberen Ludien, welche in erster Linie für einen Vergleich in Betracht kommt, scheidet wegen seiner Kleinheit aus. Der Rot-Malscher *Anchilophus* fällt hinsichtlich seiner Abmessungen unter die größte bisher bekannte Art: *A. Dumasi* GERV. Diese ist bisher jedoch nur von Lokalitäten des unteren Ludien (Euzet-les-Bains, Lamandine, Mormont) bekannt geworden. Dagegen ist von STEHLIN (1903, S. 514 u. Taf. 10, Abb. 73) ein  $P_4$  sup. aus dem oberen Ludien von Obergösgen beschrieben worden, der für *A. radegondensis* zu groß ist. Möglicherweise ist der *Anchilophus* von Rot-Malsch an diese Form anzuschließen. Die Annahme STEHLIN's, neben dem kleinen, degenerierten *A. radegondensis* habe sich im oberen Ludien noch eine größere Spezies gehalten, würde hierdurch gestützt. Sichere Feststellungen hierzu, sowie auch darüber, zu welcher der drei von STEHLIN innerhalb der Gattung unterschiedenen Stammlinien die Form von Rot-Malsch gehört, sind erst mit vermehrtem Material möglich.

Auf deutschem Boden ist dies der erste Nachweis des bisher nur aus der Schweiz, Frankreich und England bekannten Paläohippiden-Genus. An Lokalitäten des Sannoisien ist es bisher nirgendwo angetroffen worden, es gehört zu jenen Eozän-Stämmen, welche die große oligozäne Einwanderung offensichtlich nicht mehr erlebt haben.

Zu diesen Materialien gehören noch zwei kleine Maxillarzahn- und zwei Caninbruchstücke von *Palaeotherium*, bei denen ich mangels ausreichender Vergleichsmöglichkeiten nicht zu entscheiden wage, ob sie zur Gruppe der mittelgroßen oder großen Paläotherien gehören. Ein mittelgroßes *Palaeotherium* — wohl *P. medium* — ist durch ein weiteres Bruchstück eines Unterkiefer-Backenzahnes angezeigt.

Es ist darauf hinzuweisen, daß sämtlichen Zähnen bzw. Zahnbruchstücken jedes Anzeichen einer Abrollung oder eines längeren Transportes, das auf Umlagerung aus älteren und sekundäre Einlagerung in die jetzigen Fundschichten schließen ließe, durchaus fehlt. Vorspringende Schmelzgrate und -kanten, die scharfkantigen Basalbänder, die gelegentliche Schmelzkräuselung an den Seitenwänden der Zähne, die Kauflächen und Schliffazetten sind sämtlich wohl erhalten und ohne Spuren einer transportbedingten Zurundung. Die Bruchflächen sind an allen Zähnen ganz frisch und meist erst bei der Bergung entstanden.

Das Alter dieser Fauna und damit der unteren Pechelbronner Schichten ergibt sich aus dem Vorkommen eines großen *Anchilophus* und *Palaeotherium magnum*, beides charakteristische Angehörige der europäischen Ludien-Faunen, wobei der

Schwerpunkt der vertikalen Verbreitung des *P. magnum* im oberen Ludien liegt. Beide sind in Säugerfaunen, welche Angehörige der oligozänen Einwanderung aufweisen, nicht mehr vertreten. Das gleiche scheint auch für die mittelgroßen Palaeotherien, soweit sie zu *P. medium* und *P. curtum* gehören, zu gelten. Ihre stratigraphische Verbreitung hat STEHLIN neuerdings (1938 a, S. 277 und 287) zusammengestellt. Hiernach gehen sie über den Horizont der Montmartre-Fauna bzw. über das anscheinend etwas jüngere Niveau der Célas-Fauna (s. u. S. 32) nicht hinaus und scheinen an den typischen Sannoisien-Lokalitäten zu fehlen. Nur die Gattung *Plagiolophus* tritt aus dem Eozän in das Oligozän hinüber, wo sie sich noch im unteren Stampien der Schweiz (Klein-Blauen) und des Garonne-Becken (calcaire à astéries) gefunden hat (vgl. STEHLIN 1938 b, S. 293).

Die bisher angeführten Säugerreste stammen sämtlich — mit Ausnahme der *Theridomys*-Zähne und der *Hyenodontibia* — aus Horizonten unterhalb der versteinungsreichen Zone, sie weisen an den drei über das ganze Oberrheingebiet verteilten Fundorten (siehe Abb. 1) ein einheitliches obereozänes Gepräge auf. Nichts spricht dagegen, diese dem oberen Ludien zuzuschreiben. Die größere vertikale, über das Niveau des Melanienkalkes bzw. der grünen Mergel in das Hangende hinaufgreifende Verbreitung dieser Fauna wird durch die Funde in den unteren Pechelbronner Schichten bei Rot-Malsch erwiesen. Es mag hierbei nochmals betont werden, daß der von den älteren Lymnänenmergel durchgreifend verschiedene petrographische Charakter, vor allem der typische Gehalt an feinkonglomeratischen Lagen an der Zuweisung der säugerführenden Schichten zu diesem Horizont kaum Zweifel lassen. Die nach WEBER (1937, Abb. 4) zwischen unteren und mittleren Pechelbronner Schichten (= versteinungsreiche Zone) vorhandene Störung dürfte an der Tatsache der primären Unterlagerung letzterer durch erstere nichts ändern, sie wird einen allerdings nur schwer abschätzbaren Schichtausfall bewirkt haben.

Eine ganz andere Säugervergesellschaftung tritt dagegen in den Serien oberhalb der versteinungsreichen Zone auf. Die Asphaltkalke von Lobsann im Unterelsaß (siehe Abb. 1), welche den hangenden

Partien der oberen Pechelbronner Schichten entsprechen (GIGNOUX und HOFFMANN 1920, S. 19; HAAS und HOFFMANN 1928, S. 279) enthalten:

*Anthracotherium alsaticum* CUV.,

*Elotherium* aff. *magnum* (AYM.),

*Ancodus velaunus* (CUV.),

*Rhinoceros* sp.,

ferner hat GIGNOUX (1928) aus Sandlinsen in den oberen Pechelbronner Schichten, die durch den Erdölbergbau angefahren wurden, den Humerus-Kopf eines Rhinoceroten und zwei Maxillarfragmente, die zu

*Acerotherium* cf. *Filholi* OSB.

gestellt werden, von Pechelbronn (siehe Abb. 1) beschrieben. Der Fundpunkt liegt nach GIGNOUX (a. a. O., S. 147) 60 m über der fossilreichen Zone und 250 m unterhalb der Basis des Mitteloligozäns (Foraminiferen-Mergel), während die Asphaltkalke nach diesem Autor ca. 30 m unterhalb dieser Grenze liegen, der *Acerotherium*-Fund liegt daher stratigraphisch etwas tiefer als die Fauna von Lobsann.

Die obigen vier Gattungen sind alle ausgesprochene Leitformen der oligozänen Einwanderung, in der Ludien-Fauna fehlt jedes Anzeichen für ihr Vorhandensein. Die gleiche Formengemeinschaft ist in den bekannten Mergeln von Ronzon vertreten, die von jeher als Typus der Säugerfauna des Sannoisien angesehen wird. Im Pariser Becken ist dieser Horizont durch entsprechende Funde im calcaire de Brie repräsentiert. Für Sannoisien besonders bezeichnend ist die Gattung *Elotherium*, die im Stampien nicht mehr vorhanden ist.

Die einschneidende Veränderung, welche die europäische Säugerfauna an der Wende von Ludien zu Sannoisien erfährt und die im stratifizierten Tertiär Westeuropas an mehreren Stellen zu beobachten ist (z. B. Pariser, Garonne-, Hampshire-Becken) zeigt sich somit auch in der Sedimentfolge des Oberrheinalgrabens in unverkennbarer Weise an. Hier erlauben die Säugerreste von Rot-Malsch diese Grenze wesentlich schärfer zu fassen, als es nach den bisherigen

Kenntnissen der Fall war. Sie liegt demnach zwischen unteren Pechelbronner Schichten und der Basis der oberen Pechelbronner Schichten. Ob der wichtige Leithorizont der fossilreichen (versteinerungsreichen) Zone mit Mächtigkeiten zwischen 30 und 90 m oberhalb oder unterhalb der genannten Grenze liegt, oder ob sie mitten durch ihn hindurch geht, ist mangels Funden nicht zu entscheiden. Zumindest die Schichtfolge unterhalb der versteinerungsreichen Zone wird man auf Grund der Funde von Rot-Malsch in das Ludien zu stellen haben.

Gegen das Ludien-Alter dieser Schichten dürfte auch nicht der Charakter der Evertebraten, vor allem der für stratigraphische Vergleiche bisher meist herangezogenen Schneckenfauna des Melanienkalkes sprechen. Die von SANDBERGER (1870—75), ANDREAE (1884) und FOERSTER (1892) beschriebene, von WENZ im Fossilium Catalogus (1923—30) und zum Teil im oberrheinischen Fossilkatalog (1932) weitgehend kritisch revidierte Land- und Süßwasserschnecken-Fauna umfaßt 30 Arten und Unterarten. Von diesen sind 16 endemisch und in ihrem Auftreten auf den elsässer Melanienkalk oder die gleichaltrigen Vorkommen der badischen Seite (Klein-Kems, Markgräfler Land) beschränkt. Dazu gehören:

*Neritina brevispira* (SANDB.) XI, 3017<sup>1)</sup>,

*Melanopsis carinata percarinata* (FOERSTER)  
IX, 2689,

*Hydrobia indifferens* SANDB. VII, 1906,

*Hydrobia* cf. *subulata* (DESH.) VII, 1964,

*Valvata* (*Cincinna*) *circinata* (MER.) VIII, 2428,

*Hippeutis* (H.) *patella* (SANDB.) V, 1646,

*Lymnaea marginata* SANDB. IV, 1221,

*Galba* (G.) *polita* (MER.) IV, 1393,

(*Limnaeus subpolitus* ANDR. damit identisch: WENZ  
1932, S. 41),

*Lymnaea* cf. *crassula* DESH. IV, 1213,

(bzw. *Galba* (G.) *försteri* (ROLL.) IV, 1367),

*Gonyodiscus* (G.) *Wervekei* (FOERSTER) I, 346,

<sup>1)</sup> Römische Ziffer: Band-Nummer, arabische Ziffer: Seitenzahl der Fundortsverzeichnisse der Arten in WENZ (1923—30).

*Palaeoxestina köchlini* (ANDR.) I, 226,  
*Dissostoma mumia köchlinianum* (MER.) VI,  
 1836,  
 ? *Tralia alsatica* (MER.) IV, 1126,  
*Plecotrema* (Pl.) *striata* (FOERSTER) IV, 1164,  
*Plecotrema* (Pl.) *sundgoviensis* (ANDR.) IV, 1165,  
*Fascinella alsatica* WENZ III, 884,

ferner:

*Helix* sp.

Die verbleibenden 13 Spezies werden bei WENZ (a. a. O.) auch von anderen Fundplätzen außerhalb des Oberrheingebietes genannt. Es sind dies:

1. *Brotia Laurae* (MATH.) IX, 2612,
2. *Melanoides* (*Tarebia*) *acuta acuta* SOW. IX, 2542,
3. *Melanopsis mansiana* NOUL. var. IX, 2779,
4. *Melanopsis carinata carinata* SOW. IX, 2689,
5. *Hydrobia* cf. *Sandbergeri* DESH. VII, 1931,
6. *Nystia polita* F. EDW. VII, 2176,
7. *Planorbina* (Pl.) *similis* (FER.) V, 1514,
8. *Hippeutis* (H.) *lens* (BRGNT) V, 1642,
9. *Gyraulus* (G.) *courpoilensis ceratoides* (FONT.) V, 1548,
10. *Gyraulus* (G.) *polycymus* (FONT.) V, 1567,
11. *Palaeoglandina* (*Poiretia*) *costellata vialai* (SERRES) III, 838,
12. *Strobilops* (Str.) *pseudolabyrinthica* (SANDB.) III, 1054,
13. *Parachloraea* cf. *albigensis* (NOUL.) II, 588.

Unter den bei WENZ für diese Formen aufgeführten Fundorten außerhalb des Rheintales werden jene besondere Beachtung verdienen müssen, an denen zugleich auch Säugetiere vertreten sind. Eine Prüfung der Frage, welches die dort angetroffenen Säugerarten sind, wird eine Entscheidung darüber erlauben, wie weit etwa die Gastropodenfauna auf ein gegenüber der Säugerfauna jüngerer — in unserem Falle sannoisisches Alter des Melanienkalkes hinweist. Dies

wäre vor allem dann zu erwarten, wenn die begleitenden Säuger überall aus Sannoisienformen bestehen. Es wird daher zu prüfen sein, ob und wo die Gastropoden des Melanienkalkes an sonstigen westeuropäischen Fundstellen von einer mit dem Melanienkalk gleichaltrigen, vielleicht sogar älteren Säugerfauna begleitet werden. Wenn die gleichen Schnecken dann außerdem noch in jüngeren Horizonten vorkommen, so ist daraus naturgemäß kein Beweisgrund für eine gegenüber den säugetierpaläontologischen Befunden jüngere Alterseinstufung des Melanienkalkes abzuleiten.

Von den oben genannten Arten treten folgende im Hampshire-Becken Südostenglands auf:

*Melanoides acuta acuta*,  
*Melanopsis carinata carinata*,  
*Nystia polita*,  
*Planorbina similis*,  
*Hippeutis lens*,  
*Strobilops pseudolabyrinthica*.

Alle 6 Formen finden sich in den Headon-Schichten, diese werden Bembridge-Kalk überlagert, welcher die typische Montmartre-Fauna des oberen Ludien enthält (STEHLIN 1909, S. 499). Die säugetierpaläontologische Datierung der Headon-beds ist durch das Auftreten einer Fauna von unterludischem Alter in den unteren Headon-Schichten bei Hordwell (Hordle) gesichert (STEHLIN 1909, S. 496; DEPERET 1917, S. 258), gleichaltrig mit jener von St. Hippolyte-de-Caton (Euzet-les-Bains) Alais-Becken Südfrankreichs. Vier dieser Arten (*Mel. acuta*, *Mel. carinata*, *Pl. similis*, *Str. pseudolabyrinthica*) sind in den Bembridge-Schichten selber vertreten. *Nystia polita* kommt unter anderem schon im Grobkalk (Lutétien) und in den Sables moyens (Bartorien), *H. lens* in den Gipsen (Ludien) des Pariser Beckens vor.

*Melanopsis mansiana*,  
*Palaeoglandina costellata vialai*

finden sich im östlichen Garonne-Becken, u. a. in den Kalken von Mas-Saintes-Puelles und Villeneuve-la-Comptal, in der Umgebung von Castelnaudary (Dep. Aude). Dieser führt eine Säugerfauna des typischen oberen Ludien (BERGERON, VASSEUR, BRESSON 1901, S. 2; ROMAN 1903, S. 607; STEHLIN 1903—10 passim). *P. costellata vialai* kommt ferner in den Süßwasserkalken von Laman-dine (Quercy) vor, wo sie von Säugetieren des unteren Ludien begleitet wird (DEPERET 1917, S. 260) und schließlich ist sie schon im Süßwasserkalk von Miraval und Hounoux vertreten, der ein etwas älteres Niveau als jener von Mas-Saintes-Puelles und Villeneuve-la-Comptal einnimmt (ROMAN 1903, S. 603—04). *Mel. mansiana* findet sich zusammen mit *Pl. similis* im Süßwasserkalk von Issigeac (Dep. Gironde) im westlichen Garonne-Becken, auch dieser gehört nach

seiner Säugerfauna (*Pterodon* sp., *Xiphodon gracile*, *Palaeotherium magnum*, *P. magnum* var. *girundicum*, *Palaeotherium medium*) in das obere Ludien (VASSEUR, BLAYAC, REPELIN 1906, S. 5).

*Gyraulus courpoilensis ceratoides*,  
*Gyraulus polycymus*

kommen im Alais-Becken (Dep. Gard) in den Schichten mit *Melania albigenensis* und *Striatella barjacensis* (FONTANNES 1884, Tab. Spalte I) vor. In ihrem oberen Teil sind die Lignite von Célas und Barjac eingeschaltet (ROMAN 1903, S. 609) mit: *Anoplotherium commune*, *Palaeotherium curtum* CUV. emend. STEHLIN, *Plagiolophus minor*, *Plagiolophus Fraasi*, *Pterodon dasyuroides*. Das Alter dieser vieldiskutierten Fauna hat im Laufe der Zeit eine sehr wechselnde Beurteilung erfahren: ROMAN (1903, S. 614; 1910, S. 944): oberes Sannoisien. DEPERET (1906, S. 618): unteres Sannoisien. ROMAN (1922, S. 8) unter Betonung des eozänen Charakters dieser Fauna: höchstens allerunterstes Sannoisien. Dieser Autor schließt sich damit de facto der Auffassung STEHLIN's (1909, S. 501) an, der sie als etwas jünger als die Montmartre-Fauna bewertet hat, sie aber noch infolge Fehlens oligozäner Immigranten zum obersten Ludien gestellt hat. Im Sinne der hier vertretenen Grenzziehung zwischen Eozän und Oligozän ist dies die einzig mögliche Altersstellung.

*Hydrobia* cf. *Sandbergeri*,  
*Parachloraea* cf. *albigenensis*

stimmen beide mit den typischen Arten nicht völlig überein. Dies ist insofern bemerkenswert, als die *formae typicae* erst im Mitteloligozän (Rupelien und Chattien) und Unteroligozän verbreitet sind, in Horizonten, die durch ganz andere Säugetiere gekennzeichnet sind als das obere Eozän.

Als *Brotia Laurae*

ist nach WENZ die von FOERSTER und anderen Autoren mit *Melania albigenensis* identifizierte Form des Melanienkalkes zu bezeichnen. Die typische *Br. Laurae* kommt gegenüber *Mel. (Brotia) albigenensis* in stratigraphisch höherer Lage vor (ROMAN 1910, S. 943). Im Tertiärbecken von Apt-Forcalquier tritt sie in Schichten über denen mit *Mel. albigenensis* auf, welche ihrerseits die bekannte Lignite von La Débruge mit der typisch oberludischen Säugerfauna unmittelbar überlagern (GOGUEL 1935, S. 141). Im Hinblick auf die anderen in Begleitung obereozäner Säuger vorkommenden Gastropoden ist die Existenz der offensichtlich jüngeren *Br. Laurae* im Melanienkalk sehr auffällig. Es wäre daher einer Überprüfung wert, ob diese Melaniide wirklich, wie WENZ angenommen hat, zu dieser Art gehört, und nicht doch, wie die Mehrzahl der früheren Bearbeiter annahm, mit *Mel. albigenensis* zu vereinigen ist.

Was das Vorkommen letzterer Art betrifft, so ist auch hierauf kein unbedingt jüngeres, sicher unteroligozänes Alter des elsässer Melanienkalkes zu begründen. Im östlichen Garonnebecken nimmt der Süßwasserkalk mit *Melania albigenensis* eine etwas höhere Lage ein als jener von Mas-Saintes-Puelles und

Villeneuve-la-Comptal mit seiner oberludischen Säugerfauna (VASSEUR und Mitarbeiter 1904). Säugetierpaläontologisch ist der albigenensis-Kalk nicht eindeutig charakterisiert. Der von VASSEUR hieraus zitierte ? *Acerotherium*-Rest (a. a. O.) ist von STEHLIN (1910, S. 978) hinsichtlich der Richtigkeit der Bestimmung angezweifelt worden. Jedoch ist in der Umgebung von Albi auch der Horizont von Mas-Saintes-Puelles vertreten, aus diesem nennt VASSEUR (1894/95, S. 77 u. Erl. zu Bl. Albi 1904) bei Marssac (Tarnufer, 9 km westlich Albi) neben *Melanopsis mansiana* *Melania albigenensis*. Demnach wäre mit dem Vorkommen dieser Art bereits in einem nach seiner Säugerfauna sicher obereozänen Horizont zu rechnen. Im Alais-Becken tritt *Melania albigenensis* zusammen mit der Célas-Fauna auf, deren Alter oben (S. 32) erörtert wurde. DOLLFUSS (1906, S. 13) hat die Gastropodenfauna des Melanienkalkes von Mülhausen-Brunnstatt mit jener des calcaire de St. Ouen verglichen, welcher im Pariser Becken in den Liegendschichten der Gipsmassen auftritt und heute dem Bartonien zugerechnet wird.

Gegen ein obereozänes Alter der dem Melanienkalk äquivalenten dolomitischen Zone im Pechelbronner Erdölrevier sprechen auch nicht die wenigen, dort angetroffenen, von GILLET (1944, S. 239) bearbeiteten Gastropoden:

*Potamides aporoschema* FONT.,  
*Limnaea subovata* ZIET.,  
*Limnaea subovata* var. *pachygaster* THOM.,  
*Limnaea longiscata* BRGNT. var. *orelongo* BOUB.,  
*Brotia albigenensis* NOUL.,  
*Brotia albigenensis* NOUL. var. *Dumasi* FONT.,  
*Bulimus* sp.

*Pot. aporoschema* tritt im Alais-Becken unmittelbar über dem Lager der Fauna von Euzet-les-Bains auf (ROMAN 1910, S. 903, Fig. 9, S. 905), welche in das untere Ludien — älter als die Montmartre-Fauna — gehört. DEPERET (1917, S. 5) setzte diese Schichten daher folgerichtig in das obere Ludien und parallelisierte sie mit dem Horizont von La Débruge. Erst darüber folgt die Célas-Fauna, die nach der neueren Auffassung ROMANS (1922) höchstens allerältestes Sannoisien darstellt. Die Basis des Sannoisien liegt nach den säugetierpaläontologischen Daten höchstens im Niveau der Célas-Fauna, sicher nicht unterhalb desselben. Die frühere Grenzziehung (ROMAN 1903, S. 559), wonach man des Sannoisien im Alais-Becken mit dem Auftreten der ersten Brackwassermollusken (z. B. *Pot. aporoschema*) unmittelbar über den Schichten mit der Euzet-Fauna beginnen ließ, ist dadurch hinfällig geworden. Diese Korrektur, die sich aus der richtigen Bewertung der Célas-Fauna ergeben hat, ist sehr wichtig und darf nicht übersehen werden. *Pot. aporoschema* tritt hiernach schon im Ludien auf.

*Limn. longiscata* var. *orelongo* ist mit *L. orelongo*, die aus den Kalken von Villeneuve-la-Comptal und Mas-Saintes-Puelles zitiert wird (vgl. z. B. BERGERON, VASSEUR, BRESSON 1901, S. 2) identisch. WENZ (Foss. Cat. IV, S. 1388) nennt sie u. a. aus den Headon-Schichten der Insel Wight. Für *Brotia albigenensis* sei auf das oben (S. 32) Mitgeteilte hingewiesen; die var. *Dumasi* findet sich neben der typischen Spezies in den Schichten der Célas-Fauna (ROMAN 1910, S. 944).

Nur *Limnaea subovata* und die var. *pachygaster* sind nach WENZ (Foss. Cat. IV, S. 1306) an oligozänen und burdigalen Fundplätzen verbreitet und scheinen solchen, die eine Ludien-Säugerfauna enthalten, zu fehlen.

Aus den unteren Pechelbronner Schichten — die liegende rote Leitschicht ist fossilfrei — führt GILLET (1944, S. 239—240) eine von der dolomitischen Zone nicht sehr verschiedene Gastropodenfauna an:

*Potamides aporoschema* FONT.,  
*Limnaea* sp.,  
*Brotia albigenensis* NOUL. var. *Dumasi* FONT.,  
*Bythinella* sp.,  
*Nystia plicata* ARCH. et VERN.,  
*Hydrobia chararum* STACHE,  
*Bulimus globuloides* SANDB.,  
*Helix* sp.,  
*Helix* cf. *comatula* SANDB.,

ferner noch folgende Cyrenen:

*Cyrena tenuistriata* DUNK.,  
*Cyrena semistriata* DESH.,  
*Cyrena* aff. *obtusa* FORBES.

*Nystia plicata* findet sich in den Schichten mit *Br. albigenensis* im Alais-Becken (ROMAN 1910, S. 936). Im Pariser Becken tritt sie erstmalig in den marnes blanches — im Hangenden der oberen Gipsmasse — auf (DOLLFUSS 1906, S. 14). Die marnes blanches enthalten noch keine Formen der sannoisischen Säugereinwanderung (s. u. S. 38). *Bulimus globuloides* nennt WENZ (Foss. Cat. VIII, S. 2244) aus den Bembridge- und Osborne-Schichten der Insel Wight, also aus Horizonten, welche die Montmartre-Fauna enthalten oder sogar wie die Osborne-Beds noch etwas älter sind.

*Helix* cf. *comatula* kommt nach FOERSTER (1892, S. 231) in den Mergeln und Kalken mit *Helix* cf. *Hombresi* vor, die bei Klein-Kems auf der badischen Seite den Melanienkalk überlagern. Die forma typica stammt aus dem calcaire de Cordes der Umgebung von Albi, der über dem *albigenensis*-Kalk liegt (VASSEUR und Mitarbeiter 1904, S. 2—3) und schon in das Oligozän gehört.

*Hydrobia chararum* ist bei WENZ nicht erwähnt.

Was das Auftreten der Cyrenen betrifft, so ist darauf hinzuweisen, daß VONDERSCHMITT (1942, S. 83) in den Bohrungen bei Hirtzbach aus den dort angetroffenen Melanienkalken Cyrenen erwähnt. Demnach treten Cyrenen schon in den ältesten Ablagerungen der brackisch-limnischen Tertiärfolge des Rheintales auf.

Aus den Schichten unterhalb der versteinungsreichen Zone (= Zone salifère inférieure) im Wittelsheimer Kalibecken nennt MAIKOWSKY (1941, S. 16) folgende Gastropoden:

*Megalomastoma* (*Dissostoma*) *Koechlini* MER.  
(WENZ),

*Nystia polita* F. EDW.,

*Hydrobia* ?

*Melania* (*Brotia*) *albigensis* NOUL. (WENZ),

*Auricula* sp.,

*Lymnaea marginata* SANDB.,

*Lymnaea crassula* DESH.,

*Lymnaea* sp.

Dies alles sind Arten, welche auch im Melanienkalk vorkommen und deren sonstige Verbreitung oben besprochen wurde. Die typische *Lymnaea crassula* tritt im Bartonien des Pariser Beckens (sables moyens) auf (WENZ 1923, IV, S. 1213).

Nach diesen aus der Literatur entnommenen, durch eine Spezialuntersuchung an Hand des Originalmaterials wohl sicher schärfer hervortretenden Angaben läßt sich vorderhand weder für den Melanienkalk, noch für die dolomitische Zone und damit auch für die diesen äquivalenten Grünen und Lymnaeen-Mergel eine Altersstellung folgern, die der aus säugetierpaläontologischen Befunden abgeleiteten direkt widersprechen würde. Mit ganz wenigen, zum Teil nicht einmal sicheren Ausnahmen finden sich die Schnecken des oberrheinischen Melanienkalkes und der ihm entsprechenden Schichten an anderen Fundstellen des westeuropäischen Tertiärs ebenso in der Begleitung einer zumindest oberludischen, teilweise sogar älteren Säugerfauna wie im Melanienkalk selbst. Dasselbe gilt auch für die Schichten zwischen Melanienkalk und versteinungsreicher Zone. Ihre wesentlich ärmere Molluskenfauna widerspricht einer derartigen Annahme nicht.

Hiernach liegen auch keine Gründe vor, das Alter des Melanienkalkes offen zu lassen in dem Sinne, daß seine Säugerfauna auf ein obereozänes, seine Schneckenfauna dagegen auf ein oligozänes Alter hinweise. VONDERSCHMITT (1942, S. 88) beruft sich mit dieser Auffassung auf HAUG (1911, S. 1452). Dieser verglich die Molluskenfauna des Melanienkalkes mit jener aus den marnes blanches de Pantin, welche im Hangenden der oberen Gipsmasse des Pariser Beckens liegen und nach der dort vorgenommenen Grenzziehung dem Sannoisien zugerechnet werden. Es mag zutreffen, daß ein Teil der Melanienkalk-Gastropoden in den marnes blanches vorkommt; wie oben jedoch zu zeigen versucht wurde, treten die Melanienkalkarten andernorts bereits in Schichten auf, welche auf Grund ihrer Säugerfauna mit den oberen Pariser Gipsen gleichaltrig sind und damit in das obere Ludien gehören. Im übrigen läßt HAUG ein Ludien-Alter des Melanienkalkes durchaus offen (s. u. S. 37).

Es bleibt noch zu prüfen, welches die Gründe jener Autoren sind, die für ein Unteroligozän-Alter der Schichten unterhalb der versteinungsreichen Zone, vor allem des Melanienkalkes und seiner Äquivalente, eingetreten sind.

KILIAN (1884, S. 72, Tab.) setzt zwar den Melanienkalk von Mülhausen und in der Burgundischen Pforte in das untere Oligozän, vergleicht ihn aber mit den Pariser Gipsen, die nach allgemeiner Ansicht in das Ludien gehören. FOERSTER (1888, S. 176 u. Tab.; 1892, S. 211) ist ihm darin im wesentlichen gefolgt. Ein Grund für die Zuweisung des Melanienkalkes zum Unteroligozän durch diese Autoren liegt darin, daß sie die Schichten im Hangenden des Melanienkalkes — irrtümlicherweise, wie sich später herausstellte — mit dem mitteloligozänen Meeressand und Rupelton und den oberoligozänen Cyrenenmergeln des Mainzer Beckens parallelisierten, und dann durchaus folgerichtig die liegenden Komplexe — vor allem den Melanienkalk — für den im Mainzer Becken keine Äquivalente existieren, in das Unteroligozän versetzten.

Ferner umfaßt dieses Unteroligozän im Sinne KILIANS und FOERSTERS — wie aus ihren vergleichenden Tabellen hervorgeht — in der Schichtenfolge des Pariser Beckens neben den marnes supragypseuses und dem calcaire de Brie — dem heutigen Sannoisien — auch noch den ganzen Komplex der Gipse bis zu den Mergeln mit P h o

*ladomya ludensis* einschließlich, d. h. das heutige Ludien. In dieser Auffassung kommt die Grenzziehung jener deutschen Autoren (BEYRICH, v. KOENEN) zum Ausdruck, die den Begriff des Oligozäns in die Tertiärstratigraphie einführten. Dabei zogen diese im Pariser Becken die Grenze Oligozän / Eozän unterhalb der Gipsmassen. Das Unteroligozän im Sinne der von KILIAN und FOERSTER angewandten Gliederung umgreift also einen größeren Schichtkomplex als das heutige Sannoisien, dessen Untergrenze über der obersten Gipsmasse im Pariser Becken liegt. Mit letzterer ist dagegen nach heutiger Auffassung und innerhalb kontinentaler, limnisch-brackischer Gesteinsfolge die Grenze Eozän/Oligozän definiert. Paläontologisch ist diese Grenze im Pariser Becken und in jenen Tertiärgebieten, welche Säugetierfaunen enthalten, durch den Gegensatz der Montmartre-Fauna und der des calcaire de Brie (bzw. ihr entsprechender, wie z. B. Ronzon) scharf markiert. Sie ist auch, wie oben gezeigt wurde, im Rheintal vorhanden. Grundsätzlich richtig ist an den Tabellen KILIANS und FOERSTERS der Vergleich von Melanienkalk und Pariser Gips.

HAUG (1911, S. 1452) stufte die Serien unterhalb des transgredierenden mitteloligozänen Rupeltones in das Sannoisien ein und stellte damit den Irrtum der vorerwähnten Autoren richtig. Maßgebend war hierfür in erster Linie die Säugerfauna von Lobsann. Den Melanienkalk zählt er zu den ältesten Oligozänablagerungen und weist auf Analogien in der Schneckenfauna mit den marnes blanches, in den Säugetieren mit der oberen Gipsmasse des Pariser Beckens hin. Hinsichtlich der Alterszugehörigkeit entscheidet sich HAUG jedoch keineswegs eindeutig für Sannoisien, sondern hält ein Ludien-Alter nicht für ausgeschlossen „le calcaire à *Melania Laurae*, que l'on devra peut-être un jour ranger dans le Ludien“).

Ein sehr ins einzelne gehender Vergleich mit der Sannoisien-Folge des Pariser Beckens in der oben erwähnten Begrenzung ist dann von WAGNER (1924, S. 74 ff.; 1938 a, Tab.) durchgeführt worden. Die gesamte Schichtfolge unterhalb des stampischen Rupeltones im Rheintal wird mit den marnes supragypseuses im Hangenden der obersten Gipsmasse parallelisiert. (Von unten nach oben: marnes bleues, marnes blanches, marnes à cyrènes, marnes vertes, calcaire de Brie.) Hierbei entsprächen die marnes bleues und marnes blanches den

Schichten unterhalb der versteinungsreichen Zone, vor allem den Äquivalenten des Melanienkalkes, die *marnes vertes* und der *calcaire de Brie* denen oberhalb derselben, während die *marnes à cyrènes* mit ihren im Vergleich zum Hangenden und Liegenden stärker marinen Einschlügen ein direktes Analogon zur versteinungsreichen Zone darstellen.

Die Altersgleichheit der oberen Pechelbronner Schichten und der Lobsanner Asphaltkalke mit dem *calcaire de Brie* läßt sich auch mittels der in ihnen enthaltenen Säugerreste nachweisen. Wie STEHLIN (1909, S. 509) gezeigt hat, gehört letzterer nebst den ihn zum Teil vertretenden *marnes vertes* in das Sannoisien. Eine auf die blauen und weißen Mergel ausschließlich beschränkte Parallelisierung mit dem Melanienkalk und seinen Äquivalenten stößt jedoch auf Schwierigkeiten<sup>1)</sup>.

In der in den genannten Mergeln vertretenen kleinen und nicht sehr charakteristischen Säugerfauna — *Palaeotherium magnum* ist in ihnen nie angetroffen worden<sup>2)</sup> — erblickt STEHLIN (1909, S. 500) eine verarmte Fauna des oberen Ludien. Die Einwanderung der oligozänen Formen habe sich nicht im unmittelbaren Anschluß an die Montmartre-Fauna vollzogen, sondern dazwischen schalte sich noch ein besonderes faunistisches Niveau ein, welches u. a. durch das Fehlen von *Palaeotherium magnum* gekennzeichnet wird. Dieser Phase entsprechen im Pariser Becken die weißen und blauen Mergel, außerhalb desselben ist sie durch die Faunen von Célas und vor allem von Frohnstetten vertreten.

Weder die im Melanienkalk noch die bei Rot-Malsch vorhandenen Arten erwecken jedoch den Eindruck einer verarmten Ludien-Fauna, durch die Anwesenheit von *Palaeotherium magnum* und *Anchilophus* sind die Beziehungen zu jener

(1 Für eine? Erosionslücke zwischen *marnes blanches* und *marnes à cyrènes* liegen — nach den Angaben in der Literatur zu schließen — keine Anzeichen vor. Wohl aber scheint im Liegenden der obersten Schichten der Ludien-Gipse eine derartige Erosionslücke vorhanden zu sein (vgl. HAUG 1911, S. 1443). Diese dürfte auch eher — vor allem was ihre stratigraphische Position betrifft — der im Rheintal beobachteten (WAGNER 1938 a, Tab.) entsprechen.

2) Die gegenteilige Annahme WAGNERs (1924, S. 76) trifft nicht zu. Eine entsprechende Auskunft hierzu verdanke ich ferner Herrn Dr. P. RAT, Dijon, der eine Revision der Säugerfaunen des Pariser Beckens vornimmt.

aus den Gipsen des Montmartre entschieden engere. Es erweist sich daher als notwendig, in einen derartigen Vergleich mit dem Pariser Becken die Gipsmassen, zumindest so weit sie die Säugerfauna des oberen Ludien enthalten, mit einzubeziehen. Vor allem ergeben sich hieraus, wie oben auseinandergesetzt wurde, die wesentlichsten Hinweise für die Alterseinstufung der tieferen Horizonte in der oberrheinischen Alttertiärabfolge.

Das ludische Alter der Schichten unterhalb der versteinungsreichen Zone, welches durch die Säugerreste aus dem Melanienkalk von Mülhausen, den Konglomeraten von Pfaffenweiler und den unteren Pechelbronner Schichten von Rot-Malsch angezeigt wird, gibt Anlaß zu einigen die Entwicklung des oberrheinischen Sedimentationstrogos betreffenden Bemerkungen:

1. Die Dauer der vormitteloligozänen marin-lagunären Ablagerungen erstreckt sich über einen größeren Zeitraum als bisher angenommen wurde. Dem Sannoisien, dessen Typus im Pariser Becken vorliegt, und dessen Umfang durch die marnes supragypseuses und den calcaire de Brie definiert ist, entspricht nur ein Teil der Sedimentserie im Rheintalgraben. Der Beginn der verstärkten Einsenkung, die damit verknüpfte Anhäufung erheblicher Sedimentmassen hat schon im Ludien eingesetzt, gleichzeitig etwa mit der Ablagerung der Gipse im Pariser Becken. In Anbetracht der Mächtigkeiten der unter dem Melanienkalk noch folgenden Mergel ist es sehr wahrscheinlich, daß die Sedimentation mit dem unteren Ludien, vielleicht schon früher begonnen hat.

2. Die Lücke, welche bisher diese Schichtfolgen von den ältesten paläontologisch definierbaren Ablagerungen im Rheintal, den Süßwasserkalken mit *Planorbis pseudammonius* und der *Lophiodon*-Fauna von Buchweiler (Lutétien) trennte, wird dadurch wesentlich herabgemindert. Um diese Lücke vollends zu schließen, wäre jedoch ein entsprechend begründeter Nachweis des Bartonien zu erbringen, der bis heute noch aussteht.

3. In der viel erörterten Frage der „Herkunft des Rheintalmeeres“ erlaubt die Altersdatierung der Kalk- und Dolomitmergelzone die Feststellung, daß bereits im Ludien eine Verbindung mit marinen bzw. brackischen Bereichen außerhalb des Rheintaltrogos bestanden haben muß. Von besonderer Bedeutung sind hierfür die

Cyrenenfunde im Melanienkalk der Hirtzbacher Bohrungen (s. o. S. 35). VAN WERVEKE und WAGNER (1924, S. 77 ff.) haben einen Zusammenhang mit dem Pariser Becken über die Pfalzburger Senke gesucht. In diesem Falle käme für den erstmaligen Eintritt des Meeres in das Rheintal nicht jenes in Frage, welches im Pariser Becken die marnes supragypseuses, vor allem die marnes à cyrènes, zur Ablagerung brachte, wie WAGNER angenommen hat, sondern eher jenes, welchem die Schichten mit *Pholadomya ludensis* entsprechen. Diese liegen an der Basis des Ludien unter den Gipsen und stellen einen rein marinen Transgressionshorizont dar, der weit in das Pariser Becken, vor allem in seiner Ausdehnung nach Osten, vorstößt (vgl. GIGNOUX 1936, Fig. 106 u. 107).

Es ist jedoch bei dieser Hypothese einer Verbindung mit dem Pariser Becken folgendes zu beachten: Sowohl die marnes supragypseuses, wie die Gipsmassen mit den sie trennenden Mergelbänken gehen nach Süden, Südosten und Osten zum größten Teil in Süßwasserkalke über, erstere in den von Brie und Chateau-Landon, letztere in den von Champigny (LEMOINE 1911, Fig. 102 u. Taf. 9). Diese randliche Süßwasserfazies schließt die Annahme einer über längere Zeit anhaltenden Verbindung mit dem Rheintaltrog aus, sie macht aber auch kurzfristige Zusammenhänge desselben mit den inneren, brackischen Teilen des Pariser Beckens nicht sehr wahrscheinlich. Ferner ist darauf hinzuweisen, daß die zur Stützung dieser Auffassung angezogenen fossilführenden Quarzite stampischen Alters im nördlichen Lothringen von STAESCHE (1928, S. 19) auf Grund ihrer Fauna als Muschelkalk erkannt worden sind<sup>1)</sup>.

Eine Fortsetzung des oberrheinischen Sedimentationstrogos in die Burgundische Pforte hinein ist durch L. MEYER (1928) angenommen worden. Man wird aber wohl kaum einen Zusammenhang mit dem Pariser Becken auf diesem Wege suchen können, wie der genannte Autor (1927, S. 131) vermutete. Auch hier steht die Süßwasseralkfazies des Ludien und Sannoisien im Süden und Südosten des Pariser Beckens einer derartigen Annahme im Wege.

<sup>1)</sup> Auch nach Ansicht WEBERSs scheidet die Pfalzburger Senke als Verbindung zum Pariser Becken mit Wahrscheinlichkeit aus, als Haupteinbruchspforte des Meeres ist die burgundische Senke anzusehen, wie aus einem noch unveröffentlichtem Manuskript hervorgeht, in das ich dank der Freundlichkeit Herrn Dr. WEBERSs Einblick nehmen konnte.

Eine andere ebenfalls schon erwogene Möglichkeit (DOLLFUSS 1920, S. 125—126; GIGNOUX 1936, S. 531; GILLET 1940, S. 539) ist die einer Verbindung der oberrheinischen vormitteloligozänen Serien über die Burgundische Pforte mit den tertiären Senkungsfeldern im Zuge der Saône und unteren Rhone. In dieser Richtung liegen die nächsten Alttertiärvorkommen in der Umgebung von Gray und Vesoul (DREYFUSS 1926). Diese enthalten eine Schneckenfauna, die sehr viel Ähnlichkeit mit der des Melanienkalkes aufweist und sind von Kalken und Mergeln mit *Cyrenen* und *Nystia Duchasteli* unterlagert. Zwischen diesem Vorkommen und denen in der Burgundischen Pforte bei Montbéliard liegt bei Avilley (nordwestlich Baume-les-Dames) — an einer Störung versenkt und deswegen der späteren mit der Jurafaltung verbundenen Abtragung entgangen — eine kleine Scholle alttertiären Süßwasserkalkes mit *Lymnaea longiscata* (KILIAN 1891, S. 2; DREYFUSS 1926, Tab. S. 367).

Die weitere Fortsetzung nach Süden ist unter den jüngeren Ablagerungen des Saône - Rhone - Grabensystems verdeckt. Zwei neuere Bohrungen in der Umgebung von Louhans (südöstlich Chalons-sur-Saône) haben jedoch diese alttertiären Serien in einer hinsichtlich Fazies und Mächtigkeiten den Verhältnissen im Rheintal offenbar sehr ähnlichen Entwicklung angetroffen (FRIEDEL 1944, S. 125). Das Oligozän besteht in der Bohrung Vincelles (3 km nördlich Louhans) aus einer oberen Süßwasserserie (ca. 150 m mächtig) und einer unteren brackisch-lagunären Folge mit zahlreichen Gipslagen und -knauern (238 m), darunter liegen 29 m streifige Mergel in Wechsellagerung mit grünen, glaukonitischen (!) Sandsteinen, die zum unteren Oligozän oder (?) Eozän gerechnet werden. Die Bohrung Ratte (10 km östlich Louhans) hatte zur Zeit der Veröffentlichung das bis dahin 487 m mächtige Oligozän noch nicht durchsunken. Der Beweis für die Altersgleichheit dieser dem vorstampischen Alttertiär des Oberrheingebietes faziell ähnlichen Ablagerungen muß jedoch erst erbracht werden, Angaben über Fossilführung sind in der kurzen Notiz FRIEDEL'S nicht enthalten. Immerhin verdienen diese Befunde unter dem Gesichtspunkt einer Fortsetzung des prästampischen Rheintaltroges in das Saône-Rhone-Grabensystem stärkste Beachtung. Weiter im Süden ist mächtiges

Oligozän unter jüngerer Bedeckung in der Rhoneebene östlich Lyon schon länger bekannt (ROMAN 1926, S. 210 ff).

Gegen die Annahme eines Zusammenhanges des vorstampischen Sedimentationsbeckens im Oberrheintal mit dem schweizerischen Molassetrog auf direktem südlichem Wege, quer über den heutigen Faltenjura hinweg, wie GILLET (1944, Fig. 1, S. 236) annimmt, spricht folgendes: 1. Einwandfrei paläontologisch als Sannoisien nachgewiesene Ablagerungen sind in der subalpinen Molasse der Schweiz bisher nicht bekannt geworden (vgl. z. B. BAUMBERGER 1934, S. 65 ff., Tab. S. 75). 2. Das Ludien ist in der Nord- und Westschweiz im Gebiet des Jura nur in der rein kontinentalen Fazies der Bohnerzlehme entwickelt, im besonderen liegt das Bohnerzvorkommen von Obergösgen bei Aarau mit einer reichen Säugerfauna des oberen Ludien, die der des Melanienkalkes zeitlich entspricht, ebenso wie jenes von Moutier, mit einer solchen des unteren Ludien in der südlichen Verlängerung des Rheintaltroges. 3. Die im Delsberger Becken vorhandenen vorstampischen Ablagerungen (Süßwasserkalke, Raitsche, Gelberden), sowie die Süßwasserkalke bei Moutier und Solothurn, die von BAUMBERGER (a. a. O.) in das Sannoisien gestellt werden, sind ebenfalls nicht geeignet, die Ansicht einer nach Süden zum Molassebecken bestehenden Verbindung von brackisch-lagunärem Charakter zu stützen. Erst mit dem Stampien kommt ein Zusammenhang des Rheintalmeeres mit dem schweizerischen Molassebecken über die raurachische Senke zustande (BUXTORF und FROEHLICHER 1933, S. 208).

Möglicherweise hat aber eine Kommunikation mit dem subalpinen Meer zu vorstampischer Zeit über den Saône-Graben bestanden. In der Nähe von Chambéry ist marines Unteroligozän (Sannoisien) — auch durch Säugetiere: *Aceratherium Filholi*, *Anthracotherium* nachgewiesen — bekannt (MORET 1936, S. 242 ff.). Man könnte daran denken, in dieser Gegend den Anschluß an die vollmarine Fazies zu suchen, d. h. an das Meer, welches die Lagunen der Saône-Senke und damit auch des Oberrheingebietes, mindestens soweit sie Sannoisien-Alter haben, gespeist hat. Jedoch ist zur Festigung einer derartigen Hypothese vor allem der sichere Nachweis des vorstampischen Alters des Tertiärs im Saône-Graben notwendig.

4. Der vorstehend durchgeführte regionale Vergleich des älteren Rheintalertiärs beschränkt sich auf faziell ähnlich entwickelte limnisch-brackische Serien in Frankreich. In ihnen ist die Grenze Eozän/Oligozän durch den Übergang Ludien/Sannoisien gegeben, im Pariser Becken festgelegt und paläontologisch durch den scharfen Wechsel in der Zusammensetzung der Säugerfauna gekennzeichnet<sup>1)</sup>.

Eine andere vieldiskutierte, aber hier aus Gründen der Klarstellung zu erörternde Frage ist die nach der Lage der Grenze Eozän/Oligozän innerhalb der vollmarinen Entwicklung, wie sie in Norddeutschland, Belgien und zum Teil im Hampshire-Becken Südostenglands vertreten ist, gegenüber der Grenze Ludien/Sannoisien, d. h. der Eozän/Oligozän-Grenze in den  $\pm$  kontinentalen Fazies. Legt man die Auffassung jener Stratigraphen, welche die faunistischen Unterschiede in den marinen Gesteinsfolgen für die Grenzziehung benutzen (v. KOENEN, DOLLFUSS, BOUSSAC u. a.) zu Grunde, so ergibt sich, daß die Grenze Eozän/Oligozän nach den marinen Molluskenfaunen stratigraphisch tiefer liegt als nach den kontinentalen Säugerfaunen. Der Übergang von der eozänen zur oligozänen Molluskenfauna ist offensichtlich zu einem früheren Zeitpunkt erfolgt als der Umschwung in der Säugetierwelt. DOLLFUSS (1917, S. 70 ff.) hat das älteste Unteroligozän Belgiens, die Sande von Vliermaël (unteres Tongrien) mit *Ostrea ventilabrum* mit der oberen Gipsmasse zeitlich gleichgestellt, welche nach dieser Auffassung mithin in das Unteroligozän (Tongrien) der marinen Gliederung gehört<sup>2)</sup>. Damit wird letztlich die alte Grenzziehung BEYRICHS und v. KOENENS teilweise zur Geltung gebracht, diese Autoren rechneten auch die unteren Gipsmassen bereits zum Oligozän. Alerdings sind die Versuche, innerhalb der die Gipsmassen trennenden Mergelbänke typisch oligozäne (tongrische) Mollusken nachzuweisen, bisher gescheitert (L. u. J. MORELLET 1941, S. 95—96; ABRARD 1941, S. 120).

<sup>1)</sup> Im Pariser Becken ist nach Ausweis der bisherigen Säugerfunde diese Grenze möglicherweise nicht an die Oberkante der oberen Gipsmasse, sondern an die Obergrenze der blauen und weißen Mergel (vgl. STEHLIN 1909, S. 502) zu verlegen.

<sup>2)</sup> DOLLFUSS bezeichnete früher (1909, S. 286) den ganzen Schichtkomplex vom calcaire de Brie über die marnes supragypseuses bis zur oberen Gipsmasse einschließlich als Sannoisien. Dieses Sannoisien ist mithin anders begrenzt als jenes von MUNIER-CHALMAS und de LAPPARENT (1893, S. 480), welches heute in Anwendung ist (vgl. z. B. GIGNOUX 1936). Dieses enthält die obere Gipsmasse mit der Montmartre-Fauna nicht, sondern letztere wird vielmehr dem Ludien (Obereozän) zugerechnet. Später (z. B. 1923, S. 153) hat DOLLFUSS sein Sannoisien in Tongrien umbenannt.

Die für einen strikten Beweis der verschiedenen Lage der Grenze Eozän/Oligozän in den zwei Faziesbereichen zu fordernde Verzahnung der zugehörigen Faunen ist im Pariser Becken wohl nicht vorhanden.

Dagegen findet sich im Hampshire-Becken ein derartiges Ineinandergreifen der marinen Mollusken- und der kontinentalen Säugerfaunen. Hier stellen die unteren Headon-Schichten eine Süßwasserablagerung dar, sie enthalten die Säugerfauna von Hordwell mit den gleichen Formen, in derselben Entwicklungshöhe wie jene von Euzet-les-Bains, ihr Alter ist unteres Ludien. Die darüber folgenden mittleren Headon-Schichten weisen in der Hauptsache einen vollmarinen Charakter auf. Die in ihnen enthaltenen marinen Mollusken zeigen nun eine starke Beteiligung von Tongrien- (Lattorfien-) Arten (25%, u. a. *Ostrea ventilabrum*, *Meretrix incrassata*; vgl. BOSWELL 1929, S. 422). Die Autoren, die für die Trennung von Eozän und Oligozän auf Grund der marinen Tierwelt eintreten, lassen daher mit den mittleren Headon-Schichten das Unteroligozän (Tongrien, Lattorfien) beginnen (BOUSSAC 1907, S. 407; v. KOENEN 1909, S. 410).

Über diesem Schichtglied folgt wiederum eine Serie von Süßwassersedimenten: obere Headon-Schichten, Osborne-Schichten, Bembridge-Süßwasserkalk, darüber die Bembridge-Mergel, ebenfalls limnisch, mit einer marinen Einschaltung an der Basis. Der Bembridge-Kalk enthält nun eine Säugerfauna des typischen oberen Ludien, wie sie u. a. die Montmartre-Gipse aufweisen, und der vor allem jedes Element der oligozänen Einwanderung fehlt. Nach der auf Säugerfaunen basierten Abgrenzung, so wie sie auch im Pariser Becken getroffen worden ist, gehört dieser Süßwasserkalk und damit naturgemäß auch die ihn unterlagernden mittleren Headons in das Eozän. Erst in den unteren Hamstead-Schichten, einer limnisch-brackischen Folge, welche die Bembridge-Mergel überlagert, finden sich die Säuger der Sannoisien-Einwanderung (*Anthraxotherrium*, *Elotherium*, *Hypopotamus*; vgl. STEHLIN 1909, S. 510).

Die Grenze Ludien/Sannoisien ist damit unterhalb der unteren Hamstead-Schichten, zwischen diese und dem Bembridge-Kalk zu ziehen. Sie liegt somit, und mit ihr die Grenze Eozän/Oligozän, in

der kontinentalen Gliederung höher — und zwar in den Profilen der Insel Wight und des benachbarten Festlandes um etwa 75—95 m (unter Zurechnung des Bembridge-Mergels zum Eozän) — gegenüber der Basis der mittleren Headons, mit denen das Unteroligozän der marinen Gliederung beginnt (mittlere Mächtigkeiten nach Boswell 1929, S. 422 ff.). DOLLFUSS (1909, S. 286) zieht die Grenze Eozän/Oligozän höher, und zwar läßt er das Oligozän mit den Osborne-Beds beginnen, womit, ebenso wie im Pariser Becken, der Horizont mit der Montmartre-Fauna — der Bembridge-Kalk — in das Unteroligozän fällt<sup>1)</sup>. Auch in diesem Falle liegt also die Grenze tiefer als nach der kontinentalen Gliederung. Das Profil des Hampshire-Beckens erweist offensichtlich, daß die marine Molluskenfauna mit den neuen Formen des Tongrien zu einem früheren Zeitpunkt als die kontinentale Säugerfauna des Sannoisien erscheint.

Das Unteroligozän (Tongrien) in der marinen Entwicklung umfaßt also, wie dieses Profil weiterhin lehrt — es ist das einzige, welches ein Ineingreifen beider Fazies und der zugehörigen Faunen in den in Frage kommenden Zeiträumen aufweist — neben dem Sannoisien noch zumindest das obere Ludien der kontinentalen Gliederung, es umspannt mithin einen größeren Zeitraum als das Unteroligozän (Sannoisien) der letzteren.

Das weiter oben gewonnene Ergebnis hinsichtlich der Zeitdauer der „unteroligozänen“ Ablagerungen des Rheintalgrabens, in welchen neben Sannoisien auch Ludien enthalten ist, bleibt von diesen Differenzen unberührt. Es erscheint jedoch notwendig, bei der Verwendung des Terminus „Unteroligozän“ vorher zu definieren, ob es sich um das Unteroligozän der limnisch-brackischen Serien, Sannoisien, oder um jenes der marinen Entwicklung, Tongrien (Lattorfien), handelt. Wendet man auf die prästampischen Gesteinsfolgen des Rheintaltertiärs — so wie es oben erfolgt ist — die kontinentale Gliederung an, so ist in ihnen Obereozän (Ludien)

<sup>1)</sup> BOUSSAC (1907, S. 408, Tabelle) hat dagegen im Pariser Becken die Grenze Eozän/Oligozän über die Montmartre-Fauna gelegt, während er im Hampshire-Becken dieses dort durch den Bembridge-Kalk vertretene Niveau in das Oligozän stellt. Auf die daraus resultierende falsche Parallelisierung der Montmartre- mit der Hordwell-Fauna ist s. Zt. von STEHLIN (1909, S. 496) hingewiesen worden. Dieser Irrtum ist jedoch neuerdings wiederum aufgetaucht (ABRARD 1933, S. 233, Tabelle).

und Unteroligozän (Sannoisien) vertreten. Da nun andererseits die Säugerfauna unterhalb der versteinungsreichen Zone, vor allem die des elsässer Melanienkalkes altersgleich mit der Montmartre- und Bembridge-Fauna ist, letztere im Hampshire-Becken von einer tongrischen Molluskenfauna unterlagert wird und damit im Sinne der marinen Gliederung in das Unteroligozän gehört<sup>1)</sup>, so würden bei Anwendung dieser die vorstampischen Schichten im Rheintal in das Unteroligozän zu versetzen sein. Als bisher sicherstes Instrument für eine derartige Übertragung der marinen Gliederung in eine kontinental-limnische und umgekehrt sind die Säugetiere zu verwenden, darin liegt die große stratigraphische Bedeutung dieser Tiergruppe.

Eine Lösung der offensichtlich in der Natur der Dinge liegenden Schwierigkeiten hinsichtlich der Festlegung der Grenze Eozän/Oligozän dürfte wohl kaum anders als durch Übereinkunft möglich sein, sofern man die Bezeichnungen Obereozän und Unteroligozän verwenden will. Es sei denn, man beschränkt sich auf die schärfer umrissenen Begriffe Sannoisien bzw. Tongrien (oder Lattorfien).

Eine ganz ähnliche Interferenz der marinen Mollusken- und der kontinentalen Säugerfaunen wie an der Wende Eozän/Oligozän zeigt sich an jener von Oligozän zu Miozän (Zuweisung des Aquitanien zum Miozän oder Oligozän, je nach Heranziehung der Mollusken oder der Säugetiere; vgl. VIRET 1929, S. 291 ff.). Vielleicht liegt beiden Erscheinungen eine gemeinsame Ursache zu Grunde, über die sich allerdings vorerst nicht mehr wie Vermutungen äußern lassen.

## Zusammenfassung

Die bisher bekannten stratigraphisch verwertbaren Säugerfunde aus dem vorstampischen (= vormitteloligozänen) Schichten des Rheintalgrabens verteilen sich auf oberes Ludien (= oberes Obereozän): Melanienkalk von Mülhausen (Oberelsaß), Küstenkonglomerate von Pfaffenweiler (südlich Freiburg i. Br.), sowie Sannoisien (= unteres Oligozän): Asphaltkalke von Lobsann (Unterelsaß). obere Pechelbronner Schichten bei Pechelbronn (Unterelsaß).

<sup>1)</sup> In diesem Sinne ist das Unteroligozän — z. T. wenigstens — in den Gliederungen KILIANs und FOERSTERs (s. o. S. 36/37) aufzufassen.

Hierzu kommt aus den unteren Pechelbronner Schichten von Rot-Malsch (südlich Heidelberg) eine kleine Fauna des oberen Ludien mit:

*Palaeotherium magnum* Cuv.

*Palaeotherium medium* Cuv.

*Plagiolophus* sp. (aus der Gruppe Pl. Fraasi-Javali)

*Anchilophus* sp.

Rot-Malsch liefert den ersten Nachweis der Gattung *Anchilophus* auf deutschem Boden.

Auf Grund dieser Säugervorkommen gehören die Schichtenfolgen unterhalb der versteinungsreichen Zone nach der Säugertierpaläontologischen Gliederung in das Ludien (Obereozän). Sie haben an drei verschiedenen Stellen, teils aus den tieferen Teilen (Melanienkalk), teils aus stratigraphisch höheren (untere Pechelbronner Schichten von Rot-Malsch, ? Konglomerate von Pfaffenweiler) Arten einer Fauna erbracht, die mit jener aus der oberen Gipsmasse des Pariser Beckens übereinstimmt. Diese Montmartrefauna gilt als Typus des oberen Ludien.

Die Schichten oberhalb der versteinungsreichen Zone (obere Pechelbronner Schichten und Aequivalente) gehören nach ihrer Säugerfauna (Lobsann, Pechelbronn) in das Sannoisien. Die versteinungsreiche Zone selbst hat bisher noch keine Säugerreste erbracht. Es empfiehlt sich, sie vorderhand im Sannoisien zu belassen. Der sich in den Säugertierfaunen mehrerer westeuropäischer Tertiärbecken mit limnisch-brackischer Fazies deutlich ausprägende Wechsel an der Wende Ludien/Sannoisien ist auch im Rheintalgraben vorhanden. Er läßt sich mittels der Fauna von Rot-Malsch schärfer eingrenzen als bisher.

Die Land- und Süßwassergastropoden in den Schichten unterhalb der versteinungsreichen Zone, vor allem die des Melanienkalkes sprechen nicht gegen ein Ludien-Alter. Soweit sie nicht endemisch sind, finden sie sich — abgesehen von ihrer sonstigen stratigraphischen Verbreitung — auch an anderen westeuropäischen Fundorten in Begleitung einer ludischen Säugerfauna, ebenso wie im Oberrheingebiet.

Die vorstampischen Sedimentserien umfassen damit nicht nur, wie bisher fast allgemein angenommen wurde, das Sannoisien (Unteroligozän), sondern auch noch oberes Ludien, wahrscheinlich das ganze Ludien (Obereozän).

Eine Parallelisierung mit dem Pariser Becken hat das dortige Ludien, auf jeden Fall die obere Gipsmasse mit der Montmartrefauna, mit einzubeziehen. Ist der Eintritt des Meeres vom Pariser Becken her über die Pfalzburger Senke erfolgt, so mußte die Verbindung erstmalig im Ludien erfolgt sein. Hierfür kämen im Pariser Becken als ausgesprochen mariner Transgressionshorizont am ehesten die Mergel mit *Pholadomya ludensis* an der Basis des Ludien in Betracht. Angesichts der randlichen Süßwasserfazies des Ludien und Sannoisien im Pariser Becken erscheint jedoch eine derartige Verbindung, zumindest über längere Zeiträume hinweg, zweifelhaft.

Das gleiche gilt für einen Zusammenhang mit dem Pariser Becken über die Burgundische Pforte.

Eine vorstampische Verbindung des Rheintaltroges direkt nach Süden mit dem subalpinen Molassebecken der Schweiz läßt sich aus stratigraphischen und faziellen Gründen ebenfalls nicht stützen.

Dagegen wird auf die schon mehrfach erwogene Möglichkeit eines Zusammenhanges mit dem Grabensystem der Saône und unteren Rhone hingewiesen. Auf diesem Wege kann auch der Zusammenhang mit der vollmarinen Fazies, und zwar mit dem subalpinen Meer im Gebiet Chambéry-Grenoble gesucht werden.

Die Differenz der Grenzziehung Eozän/Oligozän in der rein marinen Fazies mittels mariner Molluskenfaunen gegenüber jener in der limnisch-brackischen Fazies mittels Säugerfaunen wird erörtert. Die bisherige Unsicherheit in der Alterseinstufung der tieferen Teile der vorstampischen Sedimentabfolge im Rheintalgraben, vor allem des Melanienkalkes ist — zum Teil wenigstens — hierauf zurückzuführen.

### Literaturverzeichnis

- ABRARD, R.: Nomenclature et synchronisme des assises de l'éocène moyen et supérieur des bassins nummulitiques de l'Europe occidentale. Bull. Soc. géol. de France (5) 3, S. 227—237, 1933.

- Les Citations d'espèces oligocènes dans les marnes entre troisième et deuxième masses du gypse. C. r. somm. Soc. géol. de France, S. 117—120, 1941.
- ANDREAE, A.: Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs I. Die älteren Tertiärschichten im Elsaß. II. Die Oligozän-schichten im Elsaß. Abh. geol. Spezialk. v. Elsaß-Lothr. 2 (H. 3), 332 S., Atlas mit 12 Taf., 1884.
- BAUMBERGER, E.: Die Molasse des Schweizerischen Mittellandes und Juragebietes, in: Geologischer Führer der Schweiz. Herausgeg. v. d. Schweiz. geol. Ges. zur 50. Jahresfeier, Fasc. I. S. 57—75, 1 Tab., Taf. 5—6, Basel 1934.
- BERGERON, J., VASSEUR, G., BRESSON, A.: Carte géologique détaillée de la France. Notice explicative. No 243, Feuille de Carcassone, 6 S., 1901.
- BESSLER, J.: Doggerfossilien aus dem oligozänen Konglomerat der Tongrube von Rot-Malsch. Beitr. naturk. Forsch. in SW-Deutschland 1., S. 43—48, 1936.
- BOSWELL, P. G. H.: Tertiary group. Sedimentary rocks, in: EVANS, C. B. E. and STUBBLEFIELD, C. J.: Handbook of the Geology of Great Britain, S. 411—439, London 1929.
- BOUSSAC, J.: La limite de l'éocène et de l'oligocène. Bull. Soc. géol. de France (4) 7, S. 400—411, 1907.
- BUXTORF, A. und FROELICHER, H.: Zur Frage des Zusammenhanges des subalpinen Unter-Stampienmeeres mit dem Rheintalgraben. Ecl. géol. Helv. 26, S. 208, 1933.
- DEPERET, Ch.: L'évolution des mammifères tertiaires; importance des migrations. C. rend. Acad. des Sc., 142, S. 618—620, 1906.
- Monographie de la faune de mammifères fossiles du Ludien inférieur d'Euzet-les-Bains (Gard). Ann. Univ. de Lyon I. Sciences, Médecine fasc. 40, 290 S., 27 Taf., 1917.
- DOLLFUSS, G. F.: Feuille de Bourges au 320 000<sup>e</sup> (Révision des faunes continentales). Bull. serv. de la carte géol. de la France; C. r. des collaborateurs 16, No 110, S. 6—26, 1906.
- On the correlation of the beds of the Paris basin. Bull. Soc. géol. de France (4) 9, S. 286, 1909.
- Constitution de l'oligocène. C. r. somm. des séances de la Soc. géol. de France, S. 70—73, 1917.
- Diskussionsbemerkung zu: GIGNOUX, M. et HOFFMANN, C.: Géologie du bassin pétrolifère de Pechelbronn, Alsace. C. r. somm. des séances Soc. géol. de France, S. 125—126, 1920.
- Notes paléontologiques sur l'oligocène de la Limagne, deuxième partie: Mollusques; in: L. de LAUNAY: Notes sur le terrain tertiaire de la Limagne bourbonnaise. S. 151—192, Taf. 3—6, 8. Bull. serv. carte. géol. de la France 21, No 147, 192 S., 8 Taf., 1923.

- DREYFUSS, M.: Contribution à l'étude de l'oligocène inférieur de la Haute-Saône. Bull. Soc. géol. de France (4) 26, S. 351—369, 1926.
- FOERSTER, B.: Die Gliederung des Sundgauer Tertiärs. Mitt. Komm. geol. Landes-Unters. v. Elsaß-Lothr. 1, S. 137—177, 1888.
- Geologischer Führer für die Umgebung von Mülhausen i. E. Mitt. geol. L.A. v. Elsaß-Lothr. 3, S. 199—309, Taf. 9—17, 1 geol. K., 1892.
- Ergebnisse der Untersuchungen von Bohrproben aus den seit 1904 im Gange befindlichen, zur Aufsuchung von Steinsalz und Kalisalzen ausgeführten Tiefbohrungen im Tertiär des Oberelsaß. Mitt. geol. L. A. v. Elsaß-Lothr. 7, S. 349—524, 7 Taf., 1911.
- FONTANNES, F.: Description sommaire de la faune malacologique des formations saumâtres et d'eau douce du groupe d'Aix (Bartonian-Aquitaniens) dans le Bas-Languedoc, la Provence et le Dauphiné. Lyon et Paris, 60 S., 7 Taf., 1 Tab., 1884.
- FRIEDEL, E.: Sur quelques sondages profonds du Jura et de la Bresse. C. r. somm. des séances de la soc. géol. de France, S. 123—125, 1944.
- GIGNOUX, M.: Sur la découverte d'un rhinocéridé (*Acerotherium* cf. *Filholi* Osborn) dans les couches pétrolifères oligocène de Pechelbronn (Bas-Rhin). Bull. Serv. carte géol. d'Als. et Lorr. 1, S. 145—152, Taf. 9, 1928.
- Géologie stratigraphique, 2<sup>e</sup> éd., 709 S., Paris 1936.
- et HOFFMANN, C.: Le bassin pétrolifère de Pechelbronn (Alsace), étude géologique. Bull. serv. de la carte géol. d'Als. et Lorr. 1, S. 1—46, Taf. 1—3, 1920.
- GILLET, S.: Sur la faune sannoisienne de Pechelbronn. C. Ac. des Sc. 210, S. 539—540, 1940.
- La faune oligocène de Pechelbronn. Bull. Soc. géol. de France (5) 14, S. 233—246, 1944.
- GOGUEL, J.: Révision de la feuille de Forcalquier au 80 000<sup>e</sup>. Bull. serv. carte géol. de la France. 38, C. r. des collab., S. 129—158, 1935.
- HAAS, J. O. et HOFFMANN, C. R.: Le gisement de calcaire asphaltique de Lobsann et son origine. Bull. serv. carte géol. d'Als. et de Lorr. 1, S. 277—301, Taf. 12—13, 1928.
- HAUG, E.: Traité de Géologie. 2024 S., 132 Taf., 1907—1911.
- HELBING, H.: Über ein Tibiafragment (*Hyaenodon*) aus dem Oligocän von Belfort. Ecl. geol. Helv. 19, S. 763—768, 1926.
- KIEFER, H.: Das Tertiär der Breisgauer Vorberge zwischen Freiburg i. Br. und Badenweiler. Ber. naturf. Ges. Freiburg i. Br. 28, S. 239—336, 5 Karten im Text, 1928.
- Das Lahrer Tertiär und seine Bedeutung für die ehemalige Verbreitung des unteren Malms. Centralbl. f. Min. etc., Abt. B, S. 14—28, 1931.

- KILIAN, W.: Note sur les terrains tertiaires des environs de Belfort et de Montbéliard (Doubs). Bull. Soc. géol. de France (3) 12, S. 729—759, 1884.
- Carte géologique détaillée de la France. Notice explicative, N<sup>o</sup> 114, Feuille de Montbéliard, 6 S., 1891.
- KLAEHN, H.: Die Säuger des badischen Miozäns. Palaeontographica, 66, S. 163—242, Taf. 13—14, 1925.
- KOENEN, A. On the correlation of the English tertiary beds with those of the continent. Geological Mag. (5) 6, S. 410—411, 1909.
- LEMOINE, P.: Géologie du bassin de Paris. 408 S., 9 Taf., Paris 1911.
- MAIKOWSKY, V.: Contribution à l'étude paléontologique et stratigraphique du bassin potassique d'Alsace. Mém. serv. carte géol. d'Als. et Lorr. 6, 159 S., 15 Taf., 18 Tab., 1 Karte, 1941.
- MEYER, L.: War zur Unteroligozänzeit die burgundische Pforte nach Westen abgeschlossen? Centralbl. f. Min. etc., Abt. B, S. 130—137, 1927.
- Etude stratigraphique du terrain oligocène de la Haute Alsace et du territoire de Belfort. Bull. serv. carte géol. d'Als. et Lorr. 1, S. 153—262, 1928.
- MOOS, A.: Die Erdölbohrungen im nördlichen Rheintalgraben bei Bruchsal 1921 bis 1926. Schriften aus dem Gebiet der Brennstoffgeologie (Deutsches Erdöl II. Folge), S. 12—76, Stuttgart 1934.
- MORELLET, L. et J.: Observation à propos de la note de G. DENIZOT: „Le stampien de la région parisienne et le classement de l'oligocène“ C. somm. des séances Soc. géol. de France, S. 95—96, 1941.
- MORET, L.: Découvertes de restes de mammifères (*Acerotherium Filholi* Osborn, *Anthracotherium* sp.) dans les sables oligocènes des Déserts près Chambéry (Savoie). C. r. somm. Soc. géol. de France, S. 242—244, 1936.
- MUNIER-CHALMAS et DE LAPPARENT, J.: Note sur la nomenclature des terrains sédimentaires. Bull. Soc. géol. de France (3) 21, S. 438—488, 3 Tab., 1893.
- ROMAN, F.: Contribution à l'étude des bassins lacustres de l'éocène et de l'oligocène du Languedoc. Bull. Soc. géol. de France (4) 3, S. 546—616, Taf. 19—20, 1903.
- Excursion de la société géologique aux environs d'Alais et de Nîmes. Bull. Soc. géol. de France (4) 10, S. 901—908, 1910.
- Faune saumâtre du Sannoisien du Gard. Bull. Soc. géol. de France (4) 10, S. 909—955, Taf. 22—24, 1910.
- Monographie de la faune des mammifères de Mormoiron (Vaucluse), Ludien supérieur. Mém. Soc. géol. de France, Paléont. No 57, 39 S., 8 Taf., 1922.
- Géologie lyonnaise. 356 S., Paris 1926.
- SANDBERGER, C.L.F.v.: Die Land- und Süßwasserconchylien der Vorwelt. 1000 S., Wiesbaden 1870—1875.
- STAESCHE, K.: Über die sogenannten Tertiärquarzite vom Sasselwald bei Saarfels. Jahresber. u. Mitt. oberrh. geol. Ver. 17, S. 15—19, 1928.

- STEHLIN, H. G.: Die Säugetiere des schweizerischen Eozäns. Kritischer Katalog der Materialien. Abh. Schweiz. pal. Ges. 30, 1903; 31, 1904; 32, 1905; 33, 1906; 35, 1908; 36, 1910; 38, 1912. 1552 S., 22 Taf.
- Remarques sur les faunules de mammifères des couches éocènes et oligocènes du bassin de Paris. Bull. Soc. géol. de France (4) 9, S. 488—520, 1909.
- Säugetierpaläontologische Bemerkungen zu einigen neueren Publikationen von Herrn Dr. Louis ROLLIER. Ecl. géol. Helv. 11, S. 476—483, 1910.
- Zur Charakteristik einiger Palaeotheriumarten des oberen Ludien. Ecl. géol. Helv. 31, S. 263—292, 1 Taf., 1938 a.
- Über das Alter des Vaulruzsandsteines. Ecl. géol. Helv. 31, S. 293—296, 1938 b.
- VASSEUR, G.: Note préliminaire sur les terrains tertiaires de l'Albigeois. Bull. serv. carte géol. de la France 6, S. 75—80, 1894—95.
- BLAYAC, J., REPELIN, J. J., BERGERON, J., DEREIMS: Carte géologique détaillée de la France, Notice explicative, No 219, Feuille d'Albi, 1904.
- BLAYAC, J., REPELIN, J. J.: Carte géologique détaillée de la France, Notice explicative, No 181, Feuille de Libourne, 6 S., 1906.
- VIRET, J.: Les faunes de mammifères de l'oligocène supérieur de la Limagne bourbonnaise. Ann. de l'Univ. de Lyon 47, VIII u. 328 S., 31 Taf., 1929.
- VONDERSCHMITT, L.: Die geologischen Ergebnisse der Bohrungen von Hirtzbach bei Altkirch (Ober-Elsaß). Ecl. géol. Helv. 35, S. 67—99, Taf. 2, 1942.
- WAGNER, W.: Wann und woher trat das Tertiärmeer zum ersten Mal in die Rheintalsenke ein? Notizbl. Ver. f. Erdkunde u. Hess. geol. L. A. 5, S. 56—89, Taf. 2—3, 1924.
- Das Unteroligozän (Sannoisien) im Rheintalgraben unter Berücksichtigung seiner Lagerstätten. Notizbl. Hess. Geol. L. A. (5) 19, S. 120—149, Taf. 13—16, 1. Tab., 1938 a.
- Das Mainzer Becken. Jahresber. u. Mitt. Oberrhein. Geol. Ver., N. F. 27, S. 25—62, 3 Taf., 1938 b.
- WEBER, H.: Eozän und Unteroligozän in den Kraichgauhügeln von Ubstadt und Rot-Malsch, südlich Heidelberg. Bad. Geol. Abh. 9, S. 52—74, 1937.
- WENZ, W.: Gastropoda extramarina tertiaria I—XI. Fossilium Catalogus I. Animalia; Berlin. Pars 17, 1923; 18, 1923; 20, 1923; 21, 1923; 22, 1923; 23, 1923; 32, 1926; 38, 1928; 40, 1929; 43, 1929; 46, 1930.
- Wirbellose Metazoa des Neozoikums, in: Oberrheinischer Fossilkatalog. Herausgeg. v. W. Salomon-Calvi, Lfg. 2, 95 S., 1932.
- WERVEKE, L. VAN: Besprechung von B. FOERSTER: Ergebnisse der Untersuchungen von Bohrproben aus den seit 1904 im Gange befindlichen, zur Aufsuchung von Steinsalz und Kalisalz ausgeführten Tiefbohrungen im Tertiär des Oberelsaß, in: Geol. Zentralbl. 17, S. 394—399, 1912.
- Der Verlauf und das Alter der Hauptverwerfungen und der übrigen wichtigeren Störungen und Bewegungen im Gebiet des Mittelrheingrabens. Abh. Heidelberg. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl., 21, 114 S., Heidelberg 1934.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Breisgau](#)

Jahr/Year: 1949

Band/Volume: [39](#)

Autor(en)/Author(s): Tobien Heinz

Artikel/Article: [Säugetierpaläontologische Daten zur Altersbestimmung des tieferen Tertiärs im Rheintalgraben 17-52](#)