

Über die chattische und aquitanische Stufe und die Grenze Oligozän/Miozän (Palaeogen/Neogen) in Westeuropa¹⁾

von Hans Karl Zöbelein *)

Mit 2 Textabbildungen

Zusammenfassung

Das Typusprofil des Aquitans liegt seit 1858 fest. Als Typusprofil des marinen Chatts kommt der Doberg bei Bünde in Westfalen in Frage. Die Erstautoren haben das „Oberoligocän“ (BEYRICH 1856), also die nachmalige chattische Stufe, sowie das „Aquitanien“ (MAYER-EYMAR 1858) auf Molluskenfaunen begründet und deren „oligocänen“ (BEYRICH) bzw. „neogenen“ Charakter (MAYER-EYMAR) betont. Der gleiche Faunenschnitt zwischen Chatt und Aquitan zeigte sich später bei weiteren Gruppen der Wirbellosen, auch bei den Mikrofaunen. Bei den Säugetieren liegt der Hauptfaunenschnitt höher, aber nicht etwa an der Obergrenze des Aquitans, sondern im Mittelburdigal.

Die verschiedene Lage der Faunenschnitte bei Mollusken und Säugetieren, vor allem aber MAYER-EYMAR's irrtümliche gänzliche Gleichstellung von chattischer und aquitanischer Stufe erschwerten bisher die Stratigraphie. Ob die Obergrenze des typischen Chatts und die Untergrenze des typischen Aquitans bei der Korrelation völlig zusammenfallen, ist noch nicht sicher. Sollte der tiefste Teil des typischen Unteraquitans wider Erwarten noch chattisch sein, so wäre er vom Stratotypus abzutrennen. Auf diese Weise würde der Einklang in der bio-stratigraphischen Aussage der Erstautoren wiederhergestellt und die Priorität gewahrt (s. oben).

Unter dem Gesichtspunkt der stratigraphischen Zweckmäßigkeit sollte das Aquitan beim Neogen verbleiben. Erstens eignen sich Foraminiferen besser als Säugetiere für eine interkontinentale Stratifizierung, wobei sie sich als Meeresbewohner unmittelbar der europäischen Stufengliederung anschließen lassen. Zweitens verhütet eine endgültige Zuteilung des Aquitans zum Neogen die fortwährenden Verwechslungen mit dem „oligozänen“ Aquitan sensu lato, das auch das Chatt enthielt.

A. Bisherige Ansichten über die Abgrenzung von Chatt/Aquitan und Oligozän/Miozän

Das obige Problem beschäftigt die Autoren schon seit der Schöpfung der Begriffe. Die daraus erwachsenen Unsicherheiten erschwerten die Stratifi-

¹⁾ Infolge des begrenzten Rahmens wird auf Einzeldarstellungen und erschöpfende Literaturnachweise verzichtet. — Da das „Comité du Néogène méditerranéen“ keinen Beschluß über einheitliche, latinisierte Stufennamen gefaßt hat, behalte ich die praktischen landesüblichen Kurzformen bei.

*) Anschrift: Dr. H. K. Zöbelein, Bayer. Staatssammlg. f. Paläont. u. histor. Geol., München 2, Richard-Wagnerstr. 10/II.

zierung des europäischen Tertiärs wie auch einen außereuropäischen Bezug auf diese Standardgliederung. Daß mit der abermaligen Erörterung dieses Themas nicht etwa offene Türen eingerannt werden, zeigen die Diskussionen beim „Colloque sur le Miocène“ (1958) und auf der Tagung des „Comité du Néogène méditerranéen“ (1959).

Viele ältere, aber auch noch jüngere Autoren halten, MAYER-EYMAR (1857; 1858 a, 171; 1858 b) folgend, das Chatt für ganz oder teilweise identisch mit dem Aquitan. Sie möchten den Chatt-Begriff daher ausmerzen oder einschränken. Vorwiegend jüngere Autoren verstehen, DOLLFUS (1909, 385) folgend, unter Chatt und Aquitan zwei selbständige, aufeinander folgende Stufen. Unter den Befürwortern dieses Aquitans sensu stricto stellen zahlreiche Evertebraten-Paläontologen diese Stufe an die Basis des Miozäns (Neogens). ABRARD (1948, 299/300) z. B. verweist wie MAYER-EYMAR (1858, 196; 1889, 16), DOLLFUS, HAUG u. a. auf die Neuartigkeit der Molluskenfauna bei Beginn der miozänen Transgression und deren neogenen Charakter, ferner auf die Stufendefinitionen nach Marinfraunen und, wie MAYER-EYMAR (1867, 9), auf den Widerspruch, dem Nummulitikum (Paläogen) eine Stufe anzuhängen, die keine Nummuliten mehr führt. Die Säugetier-Paläontologen votieren in ihrer Mehrheit für eine Zugehörigkeit des Aquitans zum Oligozän, zuletzt THENIUS und mit ihm PAPP (1959). Infolge dieser Begriffsverwirrungen erfolgten bis in die jüngste Zeit Verwechslungen zwischen Aquitan s. str. und Aquitan s. l., wobei letzteres das Chatt einschließt. Entsprechend unterschiedlich fielen auch die stratigraphischen Reichweiten fossiler Gattungen und Arten aus. Die Schwierigkeit einer Entscheidung erhellt aus der Stellungnahme GIGNOUX's (1950, 510), der das Aquitan zwar generell zum Oligozän stellt, das marine Aquitan bei Bordeaux und Marseille aber als Miozän ansprechen möchte.

Die Vorschläge, das Aquitan durch internationales Übereinkommen entweder dem Oligozän oder dem Miozän zuzuordnen, sind zu begrüßen. Das setzt indes voraus, daß die beste Lösung erkannt und bevorzugt wird. Hierzu mögen die folgenden Darlegungen beitragen.

B. Das Oberoligozän oder die chattische Stufe

1. Typus und Grenzen

Wie DEHM (1949) betont, schuf BEYRICH den Begriff „Oligocän“ 1854, den des Oberoligozäns 1856 (S. 19), wobei er unter letzterem die „Lager vom Alter des Sternberger Gesteins“ samt ihrer bezeichnenden Fauna verstand. Als Untermiozän bezeichnete er die Lager vom Alter des Holsteiner Gesteins (vgl. 1858, 68/69). Zwischen beiden verläuft also seine Oligo-Miozän-Grenze. Da MAYER-EYMAR seinen Aquitan-Begriff erst 1858 (a, b) publizierte, besitzt BEYRICH's Obergrenze des Oligozäns die Priorität (DEHM). Außerdem hatte BEYRICH in seinem Oberoligozän durchwegs Lager gleichen Alters vereinigt, darunter auch den Kasseler Meeressand. Unter Bezug auf dieses Vorkommen belegte FUCHS (1894, 167, 172) das Oberoligozän mit dem Namen „chattische Stufe“. Daß FUCHS bei der Korrelation zwischen Kasseler Meeressand bzw. typischem Aquitan und den Tertiärvorkommen der ehemals österreichisch-ungarischen

Monarchie Irrtümer unterliefen¹⁾, ist hier nicht von Belang. HAUG nannte die chattische Stufe dann „Chattien“ (1911, 1418).

Ein Typusprofil der chattischen Stufe war bisher nicht festgelegt worden, sondern nur ein Typuslager, das des Sternberger Gesteins. FUCHS erkor für seinen Stufenamen ebenfalls nur ein Vorkommen, den Kasseler Meeressand. Damit engte er den Stufenbegriff aber ein. Denn nach der Pectiniden-Gliederung HUBACH's und GÖRGES' umfaßt der Kasseler Meeressand nur tiefere Teile des marinen Chatts (vgl. Abb. 1). Deshalb schlug GÖRGES (1957, 132) vor, das Doberg-Profil bei Bünde in Westfalen, den besten und vollständigsten Aufschluß im deutschen (marinen!) Chatt, als Typus zu wählen²⁾. Die Wahl wäre dadurch sanktioniert, daß der Erstautor BEYRICH (1856, 19) dieses Vor-

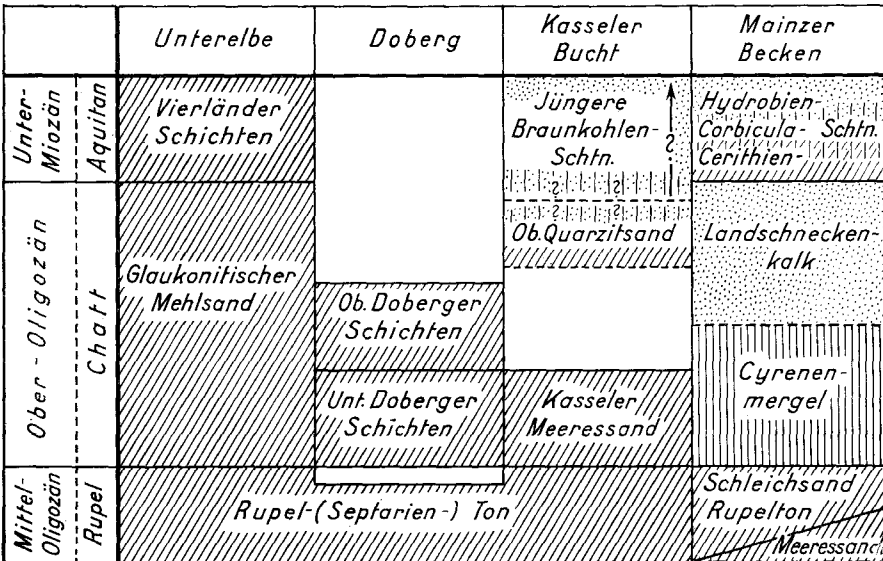


Abb. 1. Stratigraphisches Schema oligo-miozäner Grenzschichten in Nordwest- und Westdeutschland. Schräg schraffiert: Marine Fazies. Senkrecht schraffiert: Brachyhaline Fazies. Punktiert: Limnische und limnofluviatile Fazies. Waagrecht gestrichelt: Stratigr. unsichere Grenzen. — Nachtrag zu Abb. 1 s. S. 259.

¹⁾ Darüber wie über die heutigen Auffassungen vgl. SENEŠ (1952, 1958), CSEPREGHY-MEZNERICS (1956, 1958), CSEPREGHY-MEZNERICS & SENEŠ (1957), SZÖTS (1958), ANIČ (1952), PAPP 1960, u. a.

²⁾ Über die Korrelation zwischen dem Kasseler Meeressand und den Doberger Schichten bestehen Widersprüche. Nach HUBACH (1957, 41–45, 62), GÖRGES (1952, 6) und GÖRGES & PENNDORF (1952, 140/141) entspräche der Kasseler Meeressand etwa HUBACH's Schichten 7–10 des Dobergprofils, also nicht einmal ganz dem mittleren Teil der Unteren Doberger Schichten. Andererseits erwähnt GÖRGES (1952, 26, 23) von Kassel aber „*Chlamys bifida acuticostata*“ und „*Chlamys decussata*“, von denen die erstere laut GÖRGES (1951, 19) in Schicht 5, d. h. der

kommen unter seinen oberoligozänen Lagern nannte und FUCHS es dem Kasseler Meeressand anschloß. Da das Doberg-Profil zurzeit nochmals überprüft wird ¹⁾, ist der Befund abzuwarten.

Die Untergrenze des Chatts fällt definitionsgemäß mit der Obergrenze des Mitteloligozäns (Rupels) zusammen. Beide lassen sich durch Mollusken, Foraminiferen und Fischreste trennen, wobei insbesondere die Pectiniden (S. 247²⁾) und die tiefstchattischen „Asterigerinen-Schichten“ (ELLERMANN 1958, 211, 213; INDANS 1958, 235 ff.) Leithorizonte liefern. — Die stratigraphische Obergrenze des nordwestdeutschen Chatts steht über Tage noch nicht eindeutig fest (Abb. 1). Aus dem Oberen Quarzitsand liegen eine chattische Blattflora (SCHMIDT 1936) und einige chattische Mollusken vor (BAATZ 1959). Ob er dem Kasseler Meeressand konkordant oder diskordant aufliegt, ist unsicher (RÖSING & MITARB. 1958, 15, 52, 55). Die hessischen jüngeren Braunkohlenschichten sind noch nicht genau eingestuft (Oberstoligozän oder Unter- bis Mittelmiozän) (Lit. s. HEDEMAN 1957, 568, 590; BROSIUS & GRAMANN 1957; RÖSING etc; BARTENSTEIN 1959). — Im Unterelbe-Gebiet wurde das Chatt unter dem Aquitan („Vierland“) in konkordanter Lagerung erbohrt (BEHRMANN 1949, 196, 219; ANDERSON 1959, 63 nach GRIPP usw.). (Weitere Lit.: HINSCH 1958; ANDERSON, DITTMER & GRIPP 1959.) ²⁾

2. Faunenverwandtschaft und Korrelation

Die chattische Molluskenfauna trägt ein noch recht oligozänes Gepräge, wie BEYRICH (1858, 68/69) oder neuerlich etwa GÖRGES (1952, 6–8) und GÖRGES & PENNDORF (1952, 139) betonten. Andererseits erscheinen im nordischen Aquitan, trotz seines im Vergleich zum mediterranen Aquitan konservativen Charakters, zahlreiche neue miozäne Formen, darunter auch einige des Mediterrangebietes (GRIPP, SORGENFREI, vgl. ANDERSON 1959, 63; l. c. Tab. 1). Somit ist die Zuteilung des Chatts zum Oligozän gerechtfertigt und eine Trennung vom Aquitan möglich. — Auch die Foraminiferen des Chatts haben oligozänes Gepräge (Lit. oben u. folgend). Die des Aquitans wurden noch nicht näher untersucht. Nach STAESCHE & HILTERMANN (1940, 23/24) scheint der Anteil oligozäner Arten im Vierland noch beträchtlich zu sein, doch lassen neogene Einwanderer eine Trennung zu.

Die schwierige Korrelation zwischen dem Nordmeer- und dem Mediter-

tiefsten Pectenschicht und die letztere in den Schichten 12–27 des Dobergs vorkommen. Außerdem reiche „*Chlamys aquaetranquillae*“ nach FRICKE & SCHÜRMAN (1958, 264; vgl. dagegen ANDERSON 1958a, 283) am Niederhein in den oberen Teil der Unteren Doberger Schichten hinein. Da bei Kassel zudem keine Schichtlücke zwischen Rupel und Chatt anzunehmen ist (vgl. RÖSING 1958, 51), dürfte der Kasseler Meeressand den Unteren Doberger Schichten entsprechen. Diese Auffassung bestätigte auch Herr Dr. Görges nach Rückfrage (freundl. briefl. Mitt. vom 15. 7. 55) auf Grund der Schürfe RÖSING's. Zur Pectiniden-Stratigraphie des nordischen Chatts vgl. ferner ANDERSON (1958b) und STRAUCH & SCHAUB (1958).

¹⁾ Nach freundl. briefl. Mitt. von Herrn Dr. R. Rösing, Wiesbaden vom 29. 3. 1960.

²⁾ Herrn Dr. H.-J. Anderson, Kiel, bin ich für Literaturhinweise dankbar.

ranbereich kann in ihren Grundzügen über das Mainzer Becken ¹⁾, auch über die bayerische Molasse erfolgen ²⁾. Vom Mainzer Becken aus konnte die Parallelisierung chattischer wie aquitanischer Schichten vor allem mittels Landschnecken und Säugetieren gegen den Tethys- und Paratethysraum weitergeführt werden ³⁾. Dabei erwies sich das Chatt als altersgleich mit dem Mittel- samt Oberstamp (sensu lato) ⁴⁾ und als das Liegende des Aquitans. In der bayerischen Molasse gestatten außer Landschnecken auch marine Mollusken- und Foraminiferen-Faunen eine Korrelation (Lit. S. 249²⁾). Zahlreiche Kleinsäugetierfaunen, welche hier die Landschnecken begleiten, sind noch nicht bearbeitet.

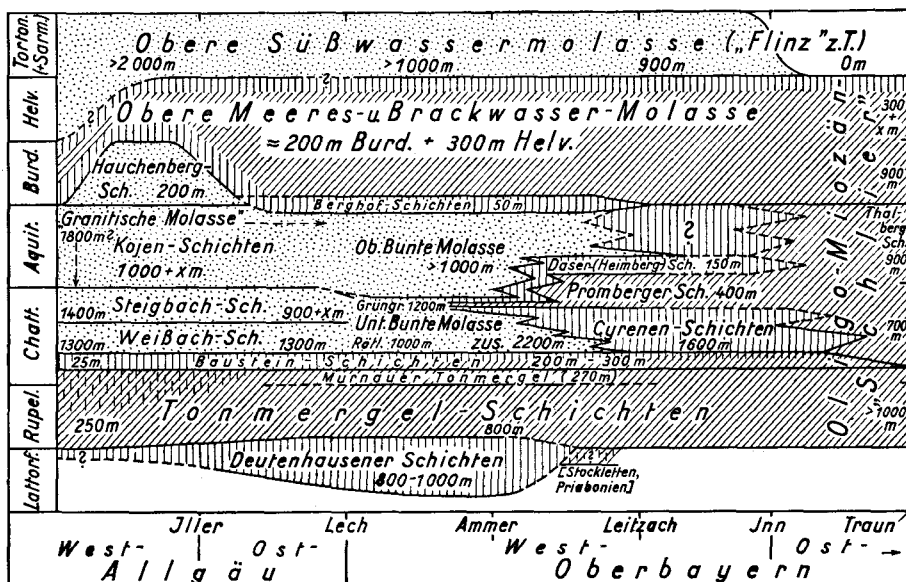


Abb. 2. Stratigraphisches Idealschema der Subalpinen Molasse Bayerns; (aus ZÖBELEIN 1957). Fazieszeichen wie in Abb. 1.

¹⁾ Entgegen abweichenden Gliederungen siehe u. a. WENZ (1921, 86), KAYSER (1924, 302) BRINKMANN (1948 bzw. 1959, Tab. S. 256), WAGNER (1959, 386/387) und vorliegende Abb. 1.

²⁾ Siehe u. a. HAGN & HÖLZL (1952), HAGN (1955), HÖLZL (1956; 1958), ZÖBELEIN (1952; 1957; 1958); vorliegende Abb. 2, S. 249.

³⁾ Vgl. u. a. WENZ (1924; 1923—1930, 3248ff), PAPP & THENIUS (1959, I, 89, 161; II, 46—48).

⁴⁾ Das „Stampien“ umfaßt im weiteren Sinne (s. l.) Rupel und Chatt, im engeren Sinne (s. str.) nur Rupel (vgl. u. a. KAYSER 1924, 290, 231; ALIMEN 1936, 8; GIGNOUX 1950, 509; DENIZOT 1957, 182; PAPP & THENIUS 1959). Daraus erklären sich die „Aufeinanderfolge“ von Stamp und Chatt sowie eine Reihe von Mißverständnissen.

C. Die aquitanische Stufe

1. Typus und Grenzen

MAYER-EYMAR hatte die „Faluns“ der Aquitaine bereits 1852 untersucht (RUTSCH 1952). Sein Stufenamen „Aquitaniens“ wurde durch (THURMANN in GRESSLY (1853) nach einem Manuskript MAYER-EYMAR's in die Literatur eingeführt, und zwar als „Miocène inférieur“ (RUTSCH)¹⁾. Die Definition des „Aquitaniens“ veröffentlichte MAYER-EYMAR erst 1858 (a, 192—195) an Hand des folgenden Profils (vgl. 1858 b, c):

„Das günstigste Profil, um diese Anordnung der Faluns im Einzelnen zu studieren, ist dasjenige der Rinne des Baches von Saucats und la Brède. Es bietet in der Tat dieses Profil, auf einer Strecke von zehn Kilometer, in einer Serie von dreizehn über einander gelagerten Bildungen, die ganze Reihe der Faluns des Gironde-Départements dar, von den letzten Schichten der Tongrischen Stufe an bis zu und mit der ersten der Helvetischen; es ist zugleich der Durchschnitt, an welchem die meisten Bildungen das Maximum ihrer Mächtigkeit und ihres Fossil-Reichtums aufweisen; es ist daher dasjenige, welches wir mit Vorzug ausführlicher beschreiben wollen...“.

Dieses Profil blieb das einzige in der Aquitaine, das MAYER-EYMAR eingehend dargestellt hat. Es ist das Verdienst DOLLFUS' (1909, 379—386, Taf. 5), seinen Typuscharakter herausgestellt zu haben, der heute anerkannt ist (vgl. „Colloque“ S. 338). Die von MAYER-EYMAR und anderen Autoren oft noch genannten Schichten von Bazas und Mérignac und die später von anderer Seite eingeführte „Trilogie agenaise“ konnten daher kein typisches Aquitan mehr sein. Davon abgesehen erwiesen sich die „faluns marins du Bazadais“ nach Miogypsiniden als Burdigal (DROOGER 1958, 175/176), die Faluns von Mérignac als „Faluns mixtes“ (mit aquitanisch-burdigaler Mischfauna) (DROOGER 1955, 14; vgl. u. a. DOLLFUS 1920, 143; FALLOT 1895, 29) und der Calcaire blanc de l'Agenais als Chatt-Stamp (s. l.).

MAYER-EYMAR's „Aquitaniens“ umfaßte ursprünglich 10 Schichten, wie DOLLFUS (1909, 506) schon gefolgert hatte und wie MAYER-EYMAR's erste Tabelle (1857) beweist²⁾. Die drei obersten Schichten (Nr. 8—10) trennte er erst 1858 von seinem „Aquitaniens“ ab. Sie entsprechen dem nachmaligen Burdigal, so daß das Aquitan ursprünglich auch das Burdigal umfaßte. Wenn man sich des Vorteils bedienen will, zwei aufeinander folgende Stufen am gleichen Profil aufzustellen, könnte man hierhin auch den Stratotypus des Burdi-

¹⁾ Es ging bei jener Versammlung nur um die effektive Einstufung des Calcaire d'Ajoie (vgl. RUTSCH) — der in GRESSLY (S. 259, Ziff. 6) entgegen anderer Aussage tatsächlich, und zwar bei dem Moguntien, der Stufe unter dem Aquitaniens, genannt wird — sowie um die Stratifizierung der Schweizer Molasse im allgemeinen.

²⁾ Diese Autographie stellt meines Erachtens eine Publikation dar. Sie wurde in der Druckerei Orell, Zürich, hergestellt und sollte laut Vermerk des Autors ab 1. 1. 1858 bei der Buchhandlung Schabelitz, Zürich, im Verkauf sein. MAYER-EYMAR hatte sie im Sommer 1857 versandt und BEYRICH sich (1858, 58) darauf bezogen. Sie wird auch von SACCO (1908, 601, Nr. 103) (und HEIM & ROLLIER? Vgl. RUTSCH 1952, 355) unter MAYER-EYMAR's Publikationen aufgeführt. Nach PAPP (1959, 5) habe der Autor die(-se?) Tabelle zurückgezogen und bis auf wenige Exemplare vernichtet.

gals legen. Nach MAYER-EYMAR (s. oben, S. 250) und FALLOT (1895, 35) wäre es hier am besten entwickelt. DEPÉRET hatte (1892, CLV/CLVI) für die Stufe „l'horizon des faluns de Saucats et de Léognan“ zwischen Aquitan und Helvet vorgesehen.

Die Obergrenze des typischen Aquitans steht noch nicht fest. DOLLFUS (1920, 151) und DROOGER (1955, 11, 47—49) verweisen auf eine Schichtlücke zwischen Aquitan und Burdigal des Bordelais. Weitere Untersuchungen müssen klären, welches Sediment anderswo dieser Schichtlücke entspricht und ob es seiner Fauna nach zum Aquitan oder Burdigal gehört (vgl. PAVONI, „Colloque“, S. 341). — Desgleichen ist die Untergrenze des typischen Aquitans noch umstritten. Hier liegt einer der Schlüssel für die praktische Lösung des Grenzproblems Oligo-Miozän (vgl. auch PAPP 1959, 100—102). Hören wir zur stratigraphischen Situation zunächst MAYER-EYMAR (1858 a, 192/193; vgl. 1858 c):

„Zwischen la Brède und der ersten Mühle bachaufwärts steht im Bachbett und unter der Dammerde, in den Gärten am rechten Ufer, ein grauer Kalk mit *Venus Aglaurae*, *Natica crassatina*, *Cerithium Aquitanicum*... *Conus Grateloupi* etc. an. In der Mitte zwischen beiden Punkten bildet dieser Kalk nur noch Konkretionen in einem grünlichen Thone aus, und weiter aufwärts verschwinden diese Konkretionen fast ganz in der Thonmasse.

Bei der erwähnten Mühle (*moulin de la Maule*, *moulin du Malcomptant*) nun, wie bei der zweiten (*moulin du Battant*), dritten (*moulin du bois Partus*) und vierten (*moulin Dépiot* [= *Moulin de Bernachon*; DOLLFUS 1909, 381]) wird dieser grüne Thon überlagert durch:

1. einen bald schön blauen, bald bläulich-weißen, fetten Mergel [1865 spricht der Autor von „Marne ou sables bleus ou blancs de la Brède, Saucats...“] mit zahlreichen *Cerithium plicatum*, *C. resectum*, *C. margaritaceum*, *C. calculosum*, *Turritella Desmaresti*, *Lucina scopulorum*, *Cyrena convexa*, *Cytherea undata* etc.;
2. einen gelblichen bis braunen Sand . . . usw., bis Typusschicht Nr. 7.

Jenen grünlichen Ton bzw. „Mergel“ über dem Asterienkalk fand MAYER-EYMAR (1858 a, 195) auf lange Strecken auch in den Bächen von St. Morillon, Martillac, Mauras, Léognan, Gradignan etc. Er stellt ihn noch zum „Tongrien“; „darüber endlich blaue Mergel, oft äußerst reich an Fossilien . . .“, also die obige Typusschicht 1 seines „Aquitaniens“.

DENIZOT, der die Aquitan-Untergrenze jüngst behandelte (1958), meinte (S. 148) hingegen, daß MAYER-EYMAR seine Basisschicht des Aquitans als „immédiatement dessus le Calcaire à Astéries“ präzisiert hätte. — Weiterhin behauptet DENIZOT (S. 144), daß das Aquitan mit der Funchschicht von „*Helix Ramondi*“ beginne. Hierzu folgendes: LARRET hatte an der Mühle von Bernachon ein lakustrisches Niveau entdeckt, das BENOIST bei niedrigem Wasserstand wieder auffand (1873, 6/7, 408). In „nodules terreux“¹⁾ dieser „marne blanche . . . en dessous de la marne à *Nerita*“ glaubte er zwei Steinkerne der Landschnecke „*Helix Ramondi*“ erkannt zu haben. Leider hat er diese umstrittenen weißen Mergel von Bernachon nicht auf MAYER-EYMAR's obiges Profil bezogen. Anscheinend liegen sie aber unter der Typusschicht 1 (BENOIST 1876, CXL; DOLLFUS 1909, 450; 1920, 148; DUTERTRE 1921, 207). Außerdem sagt FALLOT (1895, 22), daß die gelben und grünen Mergel mit oder ohne Kalkkonkretionen,

¹⁾ „Ces nodules sont contenus dans une marne qui passe à un travertin qui forme le fond du ruisseau, en aval de la chute du moulin . . .“ (de Bernachon).

die den Asterienkalk im Bordelais überlagern (!), unmerklich in die Cerithienmergel des typischen Aquitans übergehen. Somit kommen MAYER-EYMAR's „tongrische“ grüne Tone und Mergel sehr wohl als Fundschicht von „*Helix Ramondi*“ in Frage. DENIZOT's Zusammenfassung (S. 144) der weißen Mergel von Bernachon und der aquitanen Typusschicht 1 („*falun bleu*“) widerspricht sogar der Grenzziehung MAYER-EYMAR's. Denn dessen Fossilfunde zeigen, daß er eine marine Ablagerung mit brackischem Einschlag als tiefstes Aquitan deklarierte (weitere Fossilangaben bei DOLLFUS 1909, 399ff., 1920, 149/150; DUTERTRE 1921, 206—208). — Was nun jene „*Helix Ramondi*“ betrifft, so würde sie an sich für Chatt-Stamp (s. l.) sprechen¹⁾. BENOIST's vorsichtige Bestimmung („je crois avoir connu . . .“) und die Tatsache, daß er aus der gleichen Schicht auch neogene Arten nannte, wie z. B. „*Helix Girondica*“ (WENZ 1923—1930, 680ff.), verbieten jedoch eine Auswertung. Angesichts dieser stratigraphischen wie paläontologischen Unsicherheiten kann es bis zum Beweis des Gegenteils bei MAYER-EYMAR's Untergrenze des Aquitans verbleiben.

2. Faunenverwandtschaft und Korrelation

MAYER-EYMAR unterteilte in seiner ersten Tabelle (1857) das Tertiär in 11 Stufen und faßte diese in 3 Abteilungen zusammen: „Terrains tertiaires inférieurs“, „moyens“ (mit Ligurien und Tongrien) und „supérieurs“, wobei letztere mit dem Aquitan beginnen. 1858 (a, b) gliederte er das Tertiär in 12 Stufen, die er zu je 6 zusammenfaßte in „Unter-Tertiäre Gebilde“ und „Ober-Tertiäre Gebilde“. Später benannte er sie auch „Terrains tertiaires inférieurs“ bzw. „supérieurs“ oder (1889) „Système nummulitique“ bzw. „mollassique“. Das Aquitan, seine 7. Stufe, steht von Anfang an an der Basis seiner „Ober-Tertiären Gebilde“, der „neogenen Zeit“ (so 1876, 6). Daß das Aquitan aus Gründen der Faunenverwandtschaft hierhin gehört, hat er stets betont (1858 a, 196; usw.). Alle späteren Bearbeiter der aquitanischen Molluskenfauna bestätigten seine Feststellung.

MAYER-EYMAR's Korrelationen des europäischen Tertiärs geben den jeweiligen Stand seiner Kenntnisse wieder, wie seine Tabellen zeigen. Mit dem typischen Aquitan z. B. synchronisierte er Vorkommen, deren Einstufung heute vom Rupel bis zum Burdigal reicht. 1858 (a, S. 171) äußerte er: „die fünfte, sechste und siebente Stufe [des Tertiärs! Opp. auctoribus] sind das Oligocene BEYRICH's“. Dieser gänzlichen Gleichstellung von Aquitan und Oberoligozän hatte, entgegen DENIZOT's Angabe (1957, 54), bereits BEYRICH (1858, 68/69) widersprochen: „Die obere Grenze unseres Oligocän fällt demnach in die Mitte des Étage Aquitanien bei Mayer“. Zwischendurch vermerkte auch MAYER-EYMAR bei seinem „Aquitanien“: „Miocène inférieur. Oligocène supérieur“

¹⁾ DENIZOT betrachtet (1958, 148) wie DOLLFUS (1909, 468) „*Helix Ramondi*“ als Entwicklungsform von „*Helix Raulini*“. WENZ hingegen unterscheidet (1923—1930, 395ff., 710/711) zwischen der chattischen *Plebecula ramondi* (BRONGNIART) und der rupelischen *Leptaxis (Leptaxis) raulini* (NOULET). Auch SANDBERGER (Vorwelt) und JODOT (dankenswerte briefl. Mitt. vom 22. 3. 60) votieren für völlig verschiedene Arten. Nach JODOT's Auffassung geht *Plebecula fraasi* JOOSS der *Plebecula ramondi minor* und der *Plebecula ramondi* voran. WENZ (vgl. auch 1936) führt die erste und letzte dieser drei Formen aus dem Chatt an.

(1888; 1889), um es dann (1900) wieder als „Oligocène supérieure“ zu bezeichnen. MAYER-EYMAR's Korrelationen können also, entgegen der Auffassung mancher Autoren, nicht verbindlich sein.

In Bohrungen des Unterelbe-Gebietes schließt marines, fossilführendes Oberoligozän wie gesagt lückenlos an marines Untermiozän an. Die entscheidende Obergrenze des Chatts läßt sich jedoch noch nicht hinreichend genau aus Nordwestdeutschland in das Mainzer Becken weiterführen (Abb. 1). Umstritten ist auch noch die ebenso wichtige Untergrenze des typischen Aquitans und deren Fortführung in limnische Bereiche. Entgegen DENIZOT fassen neuere Autoren die weißen Mergel von Bernachon nicht mit dem untersten Aquitan zusammen. Die kalkig-mergelige Fazies zwischen Asterienkalk und Aquitan-Basis (das heißt also MAYER-EYMAR's grüne „tongrische“ Tone und Mergel) gelten vielmehr für sich allein als Äquivalent des Calcaire blanc de l'Agenais (vgl. z. B. DOLLFUS 1909; 1920; DUTERTRE 1921, Taf.; DAGUIN 1948, 50). Falls diese Auffassung zutrifft, dürfte das Abgrenzungsproblem Oligozän/Miozän weitgehend gelöst sein. Der Calcaire blanc de l'Agenais führt wie der Calcaire d'Etampes und der Mainzer Landschneckenkalk die bezeichnende Landschneckenfauna der „Ramondschichten“ (nicht etwa nur die namensgebende Art!). Hierhin gehören nach Landschnecken (WENZ 1936) und Säugern (THENIUS 1959, 40) weiterhin die Mergel von Paulhiac/Lot-et-Garonne, die andere Autoren dem tiefen Aquitan zuordnen. Landschnecken und Säugetiere führen auch anderwärts zur gleichen Einstufung in das Chatt bzw. Mittel- samt Oberstamp (vgl. PAPP & THENIUS 1959, I, 102/103, 161; II, 40, 46/47 und WENZ 1923—1930, 3248 ff.). Innerhalb dieser Zeitspanne können die einzelnen Vorkommen altersmäßig variieren. Entscheidend ist, entgegen derlei Einwendungen, die gemeinsame stratigraphische Obergrenze dieser Landfaunen, die nach bisheriger Erfahrung eine Trennung vom Aquitan erlauben. Würde man den Calcaire blanc de l'Agenais zum Aquitan stellen, so käme es demnach zu einer Überschneidung dieser Stufe mit dem Stamp (s. l.).

Den Begriff Oberoligozän = Chatt sollte man beibehalten, solange man den Begriff Oligozän beibehält. Eine Eliminierung des Chatts zugunsten des Stamps (s. l.) ändert nichts an den noch bestehenden Unsicherheiten der Korrelation. Eine Verschmelzung von Chatt und Aquitan zu einem Aquitan s. l. (das auf das Stampien s. str. = Rupelien folgen würde; vgl. DENIZOT 1957, 210) widerspricht den Stufen- und Epochen- bzw. Abteilungsbegriffen der Erstautoren und ihren biostratigraphischen Definitionen. — Die bisherigen Darlegungen zeigen, daß Typusprofile unter zwingenden biostratigraphischen Erfordernissen nachträglich festgelegt oder geändert werden können. In letzterem Falle mögen sich auch die Umfänge von Stufen ändern und damit die „Time-stratigraphic units“, sofern sie nicht auf die absolute Zeitrechnung bezogen sind.

D. Affinitäten von Faunen und Floren des Aquitans

In diesem Abschnitt sollen die paläontologischen Belege für die vorangegangenen und folgenden Ausführungen unterbreitet werden. Der Überblick wurde durch das „Colloque sur le Miocène“ (1958) und das Werk von PAPP & THENIUS (1959) sehr gefördert.

I. Verwandtschaft aquitanischer Evertebratenfaunen

1. Die marine Molluskenfauna des Aquitans von Südwestfrankreich trägt, wie schon erwähnt, einen eindeutig neogenen Charakter. Nach PEYROT (1933, 48—50, 39) haben Aquitan und Burdigal 48% (nach DOLLFUS 1909, 392, 54%) gleiche Arten, indes nur etwa ein Dutzend chattische Arten des Beckens von Adour unter mehr als 700 Arten des Aquitans fortlebt. Leitfossilien sind unter den marinen Mollusken i. allg. spärlich, Fazieseinflüsse recht bedeutend (DURAND u. a., „Colloque“, S. 330/331). Nachdem sich aber alle Autoren über die neogene Affinität der aquitanischen Molluskenfaunen einig sind, muß sie auch für die stratigraphisch wichtigeren Pectiniden gelten. — In der Subalpinen Molasse Oberbayerns, einer Ablagerung der Paratethys, zeigt sich der gleiche Faunenschnitt. Hier führen die aquitanischen Thalberg-schichten zahlreiche Molluskenarten des typischen Aquitans, die chattischen Schichten solche des nordwestdeutschen Chatts (Lit. S. 249²). Über die Affinitäten im Nordmeerbereich s. S. 248.

2. Die Land- und Süßwassermollusken, insbesondere die Landschnecken, liefern Leitfossilien für eine scharfe Trennung von Chatt und Aquitan in limnofluviatilen Ablagerungen (vgl. WENZ 1923—1930, 3248 ff.; PAPP 1959, 57, 161)¹). Wie die Säugetiere sind sie auch in Verzahnungsbereichen von marinen und limnofluviatilen Sedimenten von Nutzen, etwa in Südwestfrankreich oder in der Subalpinen Molasse Bayerns (vgl. Abb. 2 auf Seite 249). Bei den Land- und Süßwasserschnecken stehen sich Aquitan- und Burdigal-faunen nahe, wenn man von den vielen endemischen Arten der letzteren absieht (WENZ 1917, 78—82). Andererseits hat die Aquitan-Fauna noch zahlreiche Arten mit der Chatt-Fauna gemein.

3. Die Bryozoenfaunen der Aquitaine gestatten laut VIGNEAUX (1949, 119—124) eine weitgehende Unterteilung des dortigen Miozäns, wobei die Stratifizierung mit jener nach Molluskenfaunen durch COSSMANN & PEYROT weitgehend übereinstimmt. Die aquitane Bryozoen-Fauna besitzt einen neogenen Charakter. Nach BUGE („Colloque“, S. 329) läßt sich jedoch auf die Bryozoen des französischen Miozäns mangels erkennbarer Entwicklungslinien keine eigenständige Stratigraphie aufbauen.

4. Die Korallenfaunen (Hexacorallen) des Aquitans von Südwestfrankreich sind mit jenen des Burdigals viel enger verwandt als mit den stampischen, also neogenen Charakters (CHEVALIER 1958, 112; „Colloque“ S. 328).

5. Bei den miozänen Echinidenfaunen Frankreichs zeigt sich eine stärkere Differenzierung entsprechend den einstigen Meeresräumen. Die Mehrzahl der untersuchten aquitanischen Seeigel setzt im Burdigal fort, aber eine Anzahl von ihnen entwickelt sich aus oligozänen Arten weiter (ROMAN 1958, 247—251, 261; „Colloque“ S. 329). Ähnliche Feststellungen trifft COTTREAU (1913, 3—8, 155 ff.), der vor allem auf die Faunenähnlichkeit im Mediterranbereich verweist; Aquitan und Burdigal faßt er zum Untermiozän zusammen.

6. In einer Gemeinschaftsarbeit untersuchten DROOGER, KAASSCHIETER &

¹ STCHÉPINSKY erwähnt (1946, 356/357) eine „Aquitaniens“-Fauna aus der Türkei, deren Süßwasserarten völlig mit solchen Südwestfrankreichs übereinstimmen sollen. Das dort genannte „*Pomatias antiquum*“ ist indes chattisch (WENZ 1923—1930, 1793 ff.).

KEY (1955) die Mikrofaunen des Aquitans und Burdigals, auch jene der Typusgebiete, in Südwestfrankreich. Zum Vergleich zogen sie Proben aus dem Stamp und Helvet heran. Die Mikrofaunen des Aquitans sind neogen (l. c., 5).

a) An Großforaminiferen bearbeitete DROOGER die Miogypsiniden. Er konnte im Chatt (evt. oberen Rupel), Aquitan und Burdigal des Bordelais Leitformen ermitteln, die für die europäische und interkontinentale Stratifizierung von außerordentlicher Bedeutung sind.

b) Die Kleinforaminiferen des Aquitans setzen fast alle in das Burdigal fort (KAASSCHIEFER, S. 51, Tab.)¹). Durch eine Anzahl Arten deutlich hiervon unterschieden ist die Fauna aus der stampischen Probe, die aus dem rupelischen Asterienkalk stammt. Die aquitanisch-burdigale Foraminiferenfauna weist enge Beziehungen u. a. zur gleichalterigen der bayerischen Molasse auf (vgl. auch HAGN 1952; 1955).

c) Von KEY's 56 Ostrakoden-Arten beschränken sich 7 Arten auf die stampische Probe und je 6 auf Aquitanian + Upper Aquitanian? und Burdigalian + Falun mixte. Während von den 17 Arten des Stamps 10 in jüngere Einheiten hineinreichen, setzen 31 Arten vom Aquitanian + Upper Aquitanian? in das Burdigalian + Falun mixte fort. Der neogene Charakter des Aquitans ist also gewahrt, was APOSTOLESCU, DEERO & GREKOFF (1958, 1, 3, 12; „Colloque“ S. 332) bestätigen.

II. Verwandtschaft aquitanischer Wirbeltierfaunen

1. Über die Fischfauna des französischen Aquitans liegt keine neuere Literatur vor („Colloque“ S. 332). Die Otolithen-Bearbeitung PRIEM's ist revisionsbedürftig (WEILER 1942, 124). Im Mediterrangebiet besteht die Fischfauna seit dem (Mittel-)Oligozän überwiegend aus Gattungen, die heute noch das Mittelmeer bevölkern (D'ERASMO 1922 laut WEILER 1928, 54; ARAMBOURG 1927, 264ff.)²). — Eine Beharrlichkeit der Fischfauna stellt WEILER auch im Nordmeerbereich fest, wo der größte Teil der oberoligozänen Arten im Mittel- und Obermiozän fortlebte (1942, 121, 126; 1958, 323, 352ff.). Andererseits sind von 26 Arten des Chatts vom Doberg 16 schon im Rupel vertreten, 7 Arten neu und 3 in Entwicklung begriffen (1957, 137/138). Auch ROTHAUSEN unterstreicht (1958, 379/380) die Annäherung mariner Vertebraten einschließlich einiger Meeressäuger des nordischen Oberoligozäns an miozäne Gesellschaften. — LERICHE verweist (zuletzt 1942, 11, 96ff.) auf gleiche Arten fossiler Fische beiderseits des Atlantik. Aus dem Aquitan, das er zum Neogen stellt, erwähnt er nur *Carcharodon megalodon*, das in Oberitalien indes vom „Aquitano“ bis zum „Helvetiano“ reicht (1936, 751 u. Tab.).

2. Unter den Reptilien zeigen die von HOFFSTETTER (1958, 198, 200;

¹) Die gleichen Feststellungen hatten die Herren Dr. V. Sacal, Pau/Frankreich für die Aquitaine (freundl. briefl. Mitt. vom 5. 2. u. 25. 2. 1953) und Dr. G. Colom, Soller/Mallorca, Spanien für die Balearen und das Gebiet von Alicante getroffen (freundl. briefl. Mitt. vom 27. 3. 53). Zahlreichen weiteren Fachgenossen danke ich für stratigraphische, paläontologische und Literatur-Auskünfte anlässlich meiner damaligen Materialsammlung zu obigem Thema.

²) ARAMBOURG's Vorkommen von „Aquitano“ (S. 264, B 7—9) gehören nicht dem Aquitan s. str. an.

„Colloque“ S. 344) näher untersuchten Eidechsen und Schlangen des Aquitans von Saint-Gérand-le-Puy einen mehr neogenen Charakter.

3. Die eminente Bedeutung der Landsäugetiere für die Stratigraphie ist unbestritten. Nach übereinstimmender Aussage stellen die Säuger des „Aquitaniens“ eine Reliktfauna des Oligozäns dar. Allerdings werden bei diesem „Aquitaniens“ nicht selten auch chattische (stampische) Schichten mitbeurteilt. Außerdem verschwindet eine Anzahl von Säugerformen zu Beginn des Aquitans s. str. oder kurz vorher (z. B. VIRET 1958, 307/308; „Colloque“ S. 321; THENIUS 1959, 282, 294/295, Taf. IV). Eine Trennung von Chatt und Aquitan ist nach Aussage der Säugetierpaläontologen somit möglich. Grundsätzlich besteht jedoch kein scharfer Schnitt zwischen den Säugerfaunen von „paläogenem“ und „neogenem“ Gepräge; beide gehen durch Verschwinden und Hinzukommen von Formen ineinander über. In der Aquitaine stellt das Unterburdigal nach RICHARD (1947, 254) den säugetierpaläontologischen Übergang zwischen „Oligocène“ und „Miocène“ dar, während das eigentliche „Miocène“ erst mit dem Oberburdigal beginnt. Auch das beträchtlichste Ereignis in der Säugerwelt des Burdigals (RICHARD S. 255; vgl. THENIUS 1959, 3, 282), das Erscheinen der Proboscider, fällt an die Basis des Oberburdigals (ASTRE 1953, 38). Wenn man daher die säugetierpaläontologische Grenze „Paläogen“/„Neogen“ an die Obergrenze des Aquitans legt, so bedient man sich zwar der Stufenbegriffe nach Wirbellosen, wendet sie indes nicht genau und sinngemäß an.

III. Verwandtschaft aquitanischer Floren

1. Unter den Makrofloren besitzt jene des Burdigals von Gergovie/Frankreich deutlich oligozäne und aquitane Charaktere, wogegen die Affinität zu den Floren des „miocène moyen et supérieur“ viel geringer ist (DEPAPE & GRANGEON 1958, 153, 160). Im „Miocène supérieur (Pont)“ erscheinen zahlreiche neue Arten, die diese Floren von jenen des Oligozäns bis Burdigals deutlich unterscheiden.

2. Nach Mikrofloren kann das Tertiär Frankreichs in drei große palynologische Abschnitte unterteilt werden (SITTLER 1958, 281 ff.; „Colloque“ S. 317): Eozän-Mitteloligozän; Oberoligozän (vom Chatt an)-Untermiozän; Obermiozän (vom Torton an)-Pliozän. — Eine von der Faunenverwandtschaft abweichende Florenverwandtschaft zeigt sich auch im Nordmeerbereich. Nach der Palynologie sind die Ablagerungen vom Oberoligozän bis zum Obermiozän (Sarmat) zusammenzufassen (VON DER BRELIE 1958, 185, 199/200; über Differenzierungen siehe KLAUS 1959, 363—365). Die Affinitätsgrenzen entsprechen also jenen nach Fischfaunen.

3. Die Mastixioideen (Familie Cornaceae) überschreiten das Chatt nicht. Ihre besonders am Niederrhein und in der Lausitz häufigen Fruchtreste eignen sich daher zur Trennung von Chatt und Aquitan (KIRCHHEIMER 1957 u. früher); letzteres stellt der Autor zum Miozän.

IV. Verwandtschaft aquitanischer Mikroplanktonten

Unter diesen befinden sich Gruppen von sehr weiter zeitlicher (PASTIELS 1948, 6) und räumlicher Verbreitung, deren Erfassung und Einstufung im Gange ist. Über Mikroplanktonten des Aquitans von Südwestfrankreich liegt

mir keine Literatur vor. In den aquitanischen und burdigalen Diatomeenerden („Moroniten“) der nordbetischen Meeresstraße wurden neben anderen Mikroplanktonten und Foraminiferen über 500 Diatomeenarten angetroffen (COLOM & GAMUNDI 1951; COLOM 1952, 869 ff., 874 ff.). Arten dieser Flora finden sich verschiedentlich in Europa und der karibischen Region wieder. — Im Nordmeerbereich lieferten Proben aus dem (Dan, Eozän), Mittel- und Oberoligozän sowie Mittelmiozän u. a. reichere Hystriochosphaerideen-Faunen, die bereits eine Abgrenzung nach Epochen erlauben (MAIER 1959, 290/291, 323 ff.). Einige Arten sind aus Australien bekannt und beweisen die weitgehende Faziesunabhängigkeit dieser Gruppe (DEFLANDRE & COOKSON; MAIER).

E. Die Abgrenzung von Oligozän/Miozän (Paläogen/Neogen) nach der stratigraphischen Zweckmäßigkeit

I. Allgemeines

Jene Autoren, welche das Aquitan zum Oligozän stellen, vernachlässigen die Stratonomie des europäischen Tertiärs, die auf marinen Molluskenfaunen beruht. Sie übersehen ferner, daß BEYRICH die Obergrenze des Oligozäns und damit die Untergrenze des Miozäns bereits festgelegt, außerdem das höhere, nämlich typische „Aquitaniens“ MAYER-EYMAR's als Untermiozän bezeichnet hat. Schließlich werten sie nicht die Tatsache, daß zwischen den Erstautoren bei Zuteilung der nachmaligen chattischen Stufe zum Oligozän (BEYRICH) und der aquitanischen Stufe zum Neogen (MAYER-EYMAR) keine bio-stratigraphische Differenz bestand. — Für die nachfolgenden Diskussionen bildet das Werk von PAPP & THENIUS (1959) eine vorzügliche Unterlage. Wenn PAPP (1959, 11) schreibt: „Wir erlauben uns, von dem Recht Gebrauch zu machen, die Grenze Paläogen/Neogen und damit die Grenze Oligozän/Miozän nach Säugetieren zu definieren, wodurch das Aquitanium zum Oligozän gezählt werden müßte“, so weicht er von der (in PAPP, S. 6) zitierten Empfehlung R. RICHTER's ab: „Ein stratigraphischer Begriff darf nicht deshalb abgelehnt oder geändert werden, weil man die Grenzen enger oder weiter zieht, oder weil man ihn paläontologisch anders definiert“. Freilich können stratigraphische Begriffe nicht strengen Nomenklaturregeln unterliegen, wie schon die Geschichte der Stratigraphie, etwa die des „Miozän“-Begriffes beweist (so auch DEHM 1949, 143/144 wie RUTSCH 1952, 354/355). Der obigen Entscheidung von PAPP & THENIUS, die hier stellvertretend erörtert sei, müßte aber zumindest eine zwingende stratigraphische Notwendigkeit zugrunde liegen. Das ist nicht der Fall, wie sich aus ihrem Handbuch (1959) ergibt.

II. Eignung von Säugetieren und Foraminiferen der Paläogen/Neogen-Wende für die interkontinentale Stratifizierung

Derzeit kommen nur diese beiden Fossilgruppen in Betracht (vgl. PAPP, S. VII, 16—61 ff.; THENIUS S. 2—11, 275 ff.), da die vielversprechenden Mikroplanktonten noch nicht hinreichend untersucht sind. Aus der Tatsache allein, daß das Tertiär das Zeitalter der Säugetiere (und der Angiospermen) ist, kann noch kein Vorrang der Säuger für die Abgrenzung Oligo-Miozän und eine weltweite Korrelation hergeleitet werden. Ein Wertvergleich zwischen Säugetieren

und Mikrofaunen der Wirbellosen erscheint überhaupt problematisch, da die einen in weiten Kontinental-, die anderen in Meeresräumen ihr Bestes leisten. Es bestehen indes auch keine praktischen Gründe, die überkommene Abgrenzung von Paläogen und Neogen nach Meeresfaunen aufzugeben.

1. Die interkontinentale Chronologie nach Säugern stützt sich vielfach noch auf isolierte Vorkommen, wobei ökologische Unterschiede die Parallelisierung erheblich erschweren können (THENIUS S. 3, 107, 114). Außerdem liegen dieser „Rahmenstratigraphie“ zumeist nur wenige Gattungen zugrunde (vgl. THENIUS S. 294/295); gleiche Arten sind trotz neuer Funde (vgl. VIBET, „Colloque“, S. 347) sehr selten. Eine Synchronisierung nach Stufen ist in diesem Rahmen noch kaum möglich, eine solche nach Unterepochen z. B. im östlichen Asien unsicher, wie die Einordnung von Funden in das „Mittel-(bis ?Ober-) Oligozän“ oder in „Oligo-miozäne Grenzsichten“ zeigen ¹⁾. Weiterhin ist der Säugeraustausch zwischen Eurasien und Nordamerika gerade an der Paläogen/Neogen-Wende auf ein Minimum reduziert (SIMPSON 1947; vgl. BRINKMANN 1959, 16; THENIUS S. 288), die Existenz der Bering-Landbrücke zu jener Zeit nicht gesichert (SIMPSON 1947; TAKAI 1952, Taf. II). Aus Afrika liegen bisher keine chattischen und aquitanischen, mit Eurasien vergleichbaren Säugerfaunen vor. Mit Australien ist eine unmittelbare Korrelierung tertiärer Wirbeltierfaunen mangels Landbrücken überhaupt nicht, mit Südamerika nur sehr beschränkt möglich (vgl. HOFFSTETTER, „Colloque“ S. 349; THENIUS S. 293). — Vergleicht man die Chronologien nach Säugetieren und evertebraten Megafossilien Nordamerikas (letztere aus der pazifischen Küstenregion) mit jenen Europas (in THENIUS S. 288, 290), so zeigt sich, daß alle vier verschieden sind. Die Affinitätsgrenzen stimmen also über große Räume hinweg nicht überein. Speziell liegt die Obergrenze des europäischen Oligozäns bei Einbeziehung des Aquitans höher als die des nordamerikanischen „Oligocene“. Daraus ergibt sich abermals, daß eine interkontinentale Stratifizierung mittels Säugerfaunen zurzeit noch schwierig ist. Angesichts dieser Tatsachen erscheint eine grundsätzliche Änderung der europäischen Oligo-Miozängrenze nicht geboten. — Im übrigen besteht auch unter den Säugetierpaläontologen keine einhellige Meinung über die Oligozän/Miozän-Grenze; SIMPSON (1947), DEHM (1949 u. früher), TAKAI (1952), u. a. stellen das Aquitan zum Miozän.

2. Die Foraminiferen liefern im Tertiär zahlreiche vorzügliche Leitfossilien, die in der Tethys und ihren Anschlußmeeren weit verbreitet sind (Lit. in PAPP & Mitarb. 1959; STAINFORTH 1960). Zwar existieren auch hier verschiedene Faunenprovinzen, die aber von Foraminiferengattungen und -arten nicht selten durchbrochen werden oder sich durch Faunenkorrelationen überbrücken lassen. Für den oligo-miozänen Grenzbereich erwiesen sich vor allem Miogypsiniden, Lepidocycliniden und planktonische Foraminiferen als sehr wichtig (u. a. DROOGER 1958, 171 ff.; „Colloque“ S. 327/328; STAINFORTH 1960). Selbst im jüngeren Tertiär spielen Foraminiferen, auch im Mediterrangebiet, noch eine Rolle. In der Regel sind Meeresablagerungen viel fossilreicher als terrestrische Sedimente, wobei die Ausbeute durch Bohrungen erhöht wird. Dadurch ermöglichen die Foraminiferen eher phylogenetische Untersuchungen,

¹⁾ Über Säugervorkommen der Oligozän-Miozän-Wende in Asien s. THENIUS 106ff., 109, 116/117, 119, 121, 122–125, 139.

die für die Biostratigraphie von besonderem Wert sind. Sie gestatten demzufolge interkontinentale Stufengliederungen, also auch eine großräumige Trennung von Oligozän/Miozän und örtlich, ähnlich wie die Säugetiere, sogar eine Unterteilung der Stufen. — Die Bedeutung der Mikrofaunen der Wirbellosen für die interkontinentale Stratifizierung übertrifft also die der Säugetiere. Außerdem beruht die Foraminiferenstratigraphie wie die Standardgliederung des europäischen Tertiärs auf Meeressedimenten. Da sie mit letzterer weiterhin den Faunenschnitt zwischen Chatt und Aquitan gemeinsam hat, sollte das Aquitan beim Neogen verbleiben.

F. Nachträge

Nach Abschluß des Manuskriptes erhielt ich Kenntnis von zwei wichtigen Arbeiten (DROOGER 1960 sowie DROOGER & BATES 1959). Danach gehört eine *Miogypsina*-Art aus dem norddeutschen Chatt, dort der erste Fund dieser Gattung, eindeutig zur *M. complanata*-Gruppe, die im Mediterrangebiet das Oberoligozän charakterisiert. Eine begleitende *Lepidocycliniden*-Art ist mit der mediterranen, oberoligozänen *Lepidocyclina morgani* engstens verwandt. Der direkte Vergleich, der nunmehr zwischen dem Nordmeerbereich und der Aquitaine ermöglicht wurde, bezeugt, daß das Chatt älter ist als das Aquitan, beide also selbständige Stufen darstellen. — Unter den planktonischen Foraminiferen des nordischen Oligo-Miozäns finden sich Formen aus Trinidad, doch stößt die Korrelation noch auf Schwierigkeiten.

Während des Druckes erschien die Mitteilung TOBIEN's (1960, 770/771), daß die Landschneckenmergel über den Hydrobienschichten des Mainzer Beckens nicht dem Obermiozän (FISCHER & WENZ), sondern nach neuen Säugerfunden dem Oberaquitan angehören. Demzufolge ist in unserer Abb. 1, S. 247, rechts oben noch das Wort „Landschneckenmergel“ einzusetzen.

G. Angeführte Schriften

- ABRARD, R.: Géologie de la France. 607 S., 131 Abb., Paris (Payot) 1948.
- ALIMEN, H.: Etude sur le Stampien du Bassin de Paris. — Mém. Soc. géol. France, 14, Fasc. 1—3, Mém. 31, 1—309, 42 Abb., Taf. 1—7, Paris 1936.
- ANDERSON, H.-J.: Zur Stratigraphie und Paläogeographie des marinen Oberoligozäns und Miozäns am Niederrhein auf Grund der Mollusken-Faunen. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 1, 277—295, 2 Abb., 1 Taf., Krefeld 1958. — (1958 a).
- Die Pectiniden des niederrheinischen Chatt. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 1, 297—321, 1 Abb., 3 Taf., Krefeld 1958. — [1958 b].
- Die Muschelfauna des nordwestdeutschen Untermiozän. — Palaeontogr., A, 113, 61—179, 9 Abb., 2 Tab., Taf. 13—18, Stuttgart 1959.
- Oberoligozän in Schleswig-Holstein. — Schr. naturw. Ver. Schlesw.-Holst., 30, 68—74, Kiel 1960.
- ANDERSON, H.-J., DITTMER, E. & GRIPP, K.: Ergänzungen und Berichtigungen zum Lexique stratigraphique international, Vol. I, Fasc. 5 h, 1 (W. HINSCH: Tertiaire Allemagne du Nord.). — N. Jb. Geol. Paläont., Mh., 1959, 97—112, Stuttgart 1959.

- ANIĆ, D.: Oberoligozäne kohlenführende Ablagerungen der Südhänge des Ivančica Gebirges in Kroatien (Krapina-Radoboj-Golubovec). — Geol. Vjesnik, **2-4**, 1948—1950, 6—60, Taf. 1—11, 1 geol. K., Zagreb 1952 (kroatisch m. deutsch. Zus.-Fassg.).
- APOSTOLESU, V., DEROO, G. & GREKOFF, N.: Quelques remarques à propos des Ostracodes du Miocène d'Aquitaine. — „Colloque“ (s. dort), 1—14, 1958.
- ARAMBOURG, C.: Les Poissons fossiles d'Oran. — Mat. Carte géol. Algérie, (1^e sér., Paléont.), **6**, Text u. Atl., Alger 1927.
- ASTRE, G.: Mastodon pyrenaicus dans le *Burdigalien d'Auriole à Condom (Gers)*. — C. R. Soc. géol. France, 1953, **37**—39, Paris 1953.
- BAATZ, H.: *Ophiomorpha* LUNDGREN, ein marines Spurenfossil, im Oberen Quarzitsand Niederhessens. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, 168—171, Wiesbaden 1959.
- BARTENSTEIN, H.: Neue mikropaläontologische Beobachtungen zu den Tertiärvorkommen des Reinhardswaldes und des benachbarten Bramwaldes. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **87**, 367—375, 1 Abb., Taf. 21, Wiesbaden 1959.
- BEHRMANN, R. B.: Geologie und Lagerstätte des Ölfeldes Reitbrook bei Hamburg. In: BENTZ, A., Erdöl und Tektonik in Nordwestdeutschland, (190—221, 24 Abb., Taf. 5), Hannover-Celle 1949.
- BENOIST, E. A.: Catalogue synonymique et raisonné des testacés fossiles recueillis dans les faluns miocènes des communes de La Brède et de Saucats. — Act. Soc. Lin. Bordeaux, **29** (3^e sér., 9), 5—78, 265—517, Paris-Bordeaux 1873 u. 1874.
- Note sur la constitution géologique du vallon de Moras, près La Brède. — Act. Soc. Lin. Bordeaux, **30**, (3^e sér., 10), CXXXIX—CXLII, Bordeaux 1876.
- BEYRICH, E.: Über die Stellung der Hessischen Tertiärbildungen. — Mber. Akad. Wiss. Berlin 1854, 660—664, Berlin 1854.
- Über den Zusammenhang der norddeutschen Tertiärbildungen, zur Erläuterung einer geologischen Karte. — Phys. Abh. Akad. Wiss. Berlin 1855, 1—20, 1 geol. K., Berlin 1856.
- Über die Abgrenzung der oligocänen Tertiärzeit. — Mber. Akad. Wiss. Berlin 1858, 51-69, Berlin 1858.
- VON DER BRELIE, G.: Sporen und Pollen im marinen Tertiär der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., **1**, 185—204, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Krefeld 1958.
- BRINKMANN, R.: Abriß der Geologie, 2. Bd. Historische Geologie. 8. Aufl., Stuttgart (F. Enke) 1959. (6. Aufl. 1948).
- BROSIUS, M. & GRAMANN, F.: Eine Oligozänbohrung im südlichen Habichtswald bei Kassel. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., **85**, 206—217, 2 Abb., Wiesbaden 1957.
- CHEVALIER, J.-P.: Aperçu sur les formations coralliennes du Miocène français. — „Colloque“ (s. dort), 111—121, Paris 1958.
- Colloque sur le Miocène. C. R. 83^e Congrès Soc. savantes de Paris et des Départements, tenu à Aix et Marseille en 1958. Section des Sci., Sous-Sect. de Géol. 421 S., Paris (Gauthier-Villars) 1958.
- COLOM, G.: Aquitanian-Burdigalian Diatom deposits of the North Betic Strait, Spain. — J. Paleont., **26**, 867—885, 4 Abb., 2 Tab., Tulsa/Oklahoma 1952.
- COLOM, G. & GAMUNDI, J.: Sobre la extensión e importancia de las „Moronitas“ a lo largo de las formaciones aquitano-burdigalienses del estrecho nort-bético. — Estudios geol. Inst. „Lucas Mallada“, Investigac. geol. **7**, Nr. 14, 331—385, 8 Abb., 2 Tab., Taf. 25—36, Madrid 1951.

- COSSMANN, M. & PEYROT, A.: Conchologie néogénique de l'Aquitaine. — Act. Soc. Lin. Bordeaux, **63**—**70**, **73**—**75**, **77**—**79**, **82**—**86**, Bordeaux 1909—1934.
- COTTREAU, J.: Les Echinides néogènes du Bassin méditerranéen. — Ann. Inst. océanogr. Monaco, **6**, **3**, 193 S., 41 Abb., 2 K., 15 Taf., Paris (Masson & Cie) 1913.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I.: Stratigraphische Gliederung des ungarischen Miozäns im Lichte der neuen Faunenuntersuchungen. — Acta Geol., **4**, **2**, 183—207, 1 Tab., Budapest 1956.
- Remarques sur la stratigraphie du Miocène. — „Colloque“ (s. dort), 131—138, Paris 1958.
- CSEPREGHY-MEZNERICS, I. & SENEŠ, J.: Neue Ergebnisse der stratigraphischen Untersuchungen miozäner Schichten in der Südslovaeki und Nordungarn. — Neues Jb. Geol. Paläont., Mh., 1957, 1—13, 1 Abb., 1 Tab. Stuttgart 1957.
- DAGUIN, F.: L'Aquitaine occidentale. — In: Géologie régionale de la France (V), 232 S., 29 Abb., 4 Taf., Paris (Hermann & Cie) 1948.
- DEHM, R.: Zur Oligocän-Miocän-Grenze. — Neues Jb. Mineral. etc., Mh., 1949, B, 141—146, Stuttgart 1949.
- DENIZOT, G.: Lexique stratigraphique international. Vol. I, Fasc. 4 a VII, Tertiaire: France, Belgique, Pays-Bas, Luxembourg, Paris (Centre nat. rech. sci.) 1957. (Unter Mitarbeit von DREYFUS, M., FEULLÉ, P., PRUVOST, P., ROUTIER, P., SORNAY, J., SOYER, R.; GLIBERT, M. & DE HEINZELIN, J.; Neth. geol. Survey; LUCIUS, M.)
- L'Etage Aquitanien et la limite Oligo-Miocène. — „Colloque“ (s. dort), 143—152, Paris 1958.
- DEPAPE, G. & GRANGEON, P.: Les Flores miocènes de la France. — „Colloque“ (s. dort), 153—170, Paris 1958.
- DEPÉRET, CH.: Note sur la classification et le parallélisme du système Miocène. — C. R. somm. séanc. Soc. géol. France, No. 13, CXLV—CLVIII, Paris 1892.
- DEROO s. APOSTOLESCU, DEROO & GREKOFF.
- DOLLFUS, G. F.: Essai sur l'Etage Aquitanien. — Bull. Serv. Carte géol. France, Bull. 124, **19**, 1908—1909, 379—508, 6 Taf., Paris 1909.
- Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Bordeaux, du 23 au 28 août 1920. — C. R. somm. séanc. Soc. géol. France, No. 13, 141—160, Paris 1920.
- DROOGER, C. W.: Foraminifères importants pour les subdivisions et limites du Miocène inférieur-moyen. — „Colloque“ (s. dort), 171—179, Paris 1958.
- Miogypsina in northwestern Germany. — Proc. k. nederl. Akad. Wet., (B), **63**, **1**, 38—50, 2 Taf. i. Text, Amsterdam 1960.
- DROOGER, C. W. & BATJES, A. J.: Planctonic Foraminifera in the Oligocene and Miocene of the North Sea Basin. — Ibid. **62**, **3**, 172—186, 3 Abb., 1 Taf. i. Text, Amsterdam 1959.
- DROOGER, C. W., KAASSCHIETER, J. P. H. & KEY, A. J.: The microfauna of the Aquitanian-Burdigalian of southwestern France. — Verh. k. nederl. Akad. Wet., Afd. Natuurk., (1), **21**, No. 2, 1—136, 11 Abb., Taf. 1—20, 2 Tab., Amsterdam 1955.
- DUTERTRE, A.-P.: Compte Rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France dans le Bordelais (23—28 août 1920). — Actes Soc. Lin. Bordeaux, **72**, 183—250, 11 Abb., 1 Tab., Bordeaux 1921.
- ELLERMANN, C.: Die mikrofaunistische Gliederung des Oligozäns im Schacht Kapellen bei Moers (Niederrhein). — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., **1**, 205—214, 3 Taf., 3 Tab., Krefeld 1958.
- FALLOT, E.: Notice relative à une carte géologique des environs de Bordeaux. 47. S., 1 Tab., Bordeaux (G. Gounouilhon) 1895.

- FRICKE, K. & SCHÜRMAN, M.: Das Oligozän-Profil von Uerdingen-Hohenbudberg bei Krefeld. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., **1**, 259–264, 1 Abb., 2 Tab., Krefeld 1958.
- FUCHS, TH.: Tertiärfossilien aus den kohlenführenden Miocaenablagerungen der Umgebung von Krapina und Radoboj und über die Stellung der sogenannten „Aquitansischen Stufe“. — Mitt. Jb. k. ungar. geol. Anst., **10**, 5, 161–175, Budapest 1894.
- GANSS, O.: Geologie des Blattes Bergen. (Mit Beiträgen von DE KLASZ, I., GÖTZINGER, K. & VOGEL, F.). — Geol. Bavarica, **26**, 164 S., 7 Abb., 1 geol. K., 1 Prof.-Taf., 5 Beil., München 1956.
- GIGNOUX, M.: Géologie stratigraphique. 4^e édit., 735 S., 155 Abb., Paris (Masson & Cie.) 1950.
- GLAESSNER s. PAPP 1959.
- GÖRGES, J.: Die oberoligozänen Pectiniden des Doberges bei Bünde und ihre stratigraphische Bedeutung. — Paläont. Z., **24**, 1/2, 9–22, Taf. 1–3, Stuttgart 1951.
- Die Lamellibranchiaten und Gastropoden des oberoligozänen Meeressandes von Kassel. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., **4**, 1–134, 3 Taf., Wiesbaden 1952.
- Die Mollusken der oberoligozänen Schichten des Dobergs bei Bünde in Westfalen. — Paläont. Z., **31**, 3/4, 116–134, Taf. 12, 13, Stuttgart 1957.
- GÖRGES, J. & PENNDORF, H.: Das niederhessische Tertiär und seine Ablagerungen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., (VI) **3**, 138–146, Wiesbaden 1952.
- GRANGEON s. DEPAPE & GRANGEON.
- GREKOFF s. APOSTOLESCU, DEROO & GREKOFF.
- GRESSLY, A.: Nouvelles donnés sur les faunes tertiaires d'Ajoie, avec les déterminations de M. MAYER. — Act. Soc. helv. Sci. nat., 38. Sess. (251–261) Porrentruy (V. Michel) 1853.
- HAGN, H.: Paläontologische Untersuchungen am Bohrgut der Bohrungen Ortenburg CF 1001, 1002 und 1003 in Niederbayern. — Z. deutsch. geol. Ges., **105**, 2, 1953, 324–359, 4 Abb., Taf. 10, Hannover 1955.
- HAGN, H. & HÖLZL, O.: Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit besonderer Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums. — Geol. Bavarica, **10**, 208 S., 7 Abb., 8 Taf., München 1952.
- HAUG, E.: Traité de Géologie. Paris (A. Colin) 1908–1911.
- HEDEMANN, H.-A.: Die Gewölbestruktur des Sollings und ihre Entstehung. — Geol. Jb., **72**, 529–638, 16 Abb., 2 Tab., Hannover 1957.
- HINSCH, W.: Lexique stratigraphique international. Vol. I, Fasc. 5 h, I. Tertiaire: Allemagne du Nord. Paris (Centre nat. rech. sci.) 1958.
- HÖLZL 1952 s. HAGN & HÖLZL.
- 1956 s. GANSS.
- Die Mollusken-Fauna des oberbayerischen Burdigals. — Geol. Bavarica, **38**, 348 S., 6 Abb., 22 Foss.-Taf., München 1958.
- HOFFSTETTER, R.: Les Squamates (Sauriens et Serpents) du Miocène français. — „Colloque“ (s. dort), 195–200, Paris 1958.
- HUBACH, H.: Das Oberoligozän des Doberges bei Bünde in Westf. — Ber. naturhist. Ges. Hannover, **103**, 5–69, 7 Tab. i. Text, (3 Taf.), Hannover 1957. (Ungedr. Diss. Berlin 1922).
- INDANS, J.: Mikrofaunistische Korrelationen im marinen Tertiär der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., **1**, 223–238, Krefeld 1958.
- KAASSCHIETER s. DROOGER, KAASSCHIETER & KEY.

- KAYSER, E.: Lehrbuch der geologischen Formationskunde. 6. u. 7. Aufl., Stuttgart (Enke) 1923/1924.
- KEY s. DROOGER, KAASSCHLETER & KEY.
- KIRCHHEIMER, F.: Die Laubgewächse der Braunkohlenzeit. Mit einem kritischen Katalog ihrer Früchte und Samen. 672 S., 55 Taf., Halle/Saale (VEB W. Knapp) 1957.
- KLAUS, s. PAPP 1959.
- LERICHE, M.: Sur l'importance des Squales fossiles dans l'établissement des synchronismes de formations à grandes distances et sur la répartition stratigraphique et géographique de quelques espèces tertiaires. — Mém. Mus. r. Hist. natur. Belg., (2^e sér.), 3 (Mélanges-Paul Pelseener), 739—775, 10 Kart. i. Text, Bruxelles 1936.
- Contribution à l'étude des faunes ichthyologiques marines des terrains tertiaires de la plaine côtière atlantique et du centre des Etats-Unis. — Mém. Soc. géol. France, N. S., 20, Mém. 45, 2—4, 1—111, Taf. 5—12, Paris 1942.
- MAIER, D.: Planktonuntersuchungen in tertiären und quartären marinen Sedimenten. Ein Beitrag zur Systematik, Stratigraphie und Ökologie der Coccolithophorideen, Dinoflagellaten und Hystrichosphaerideen vom Oligozän bis zum Pleistozän. — Neues Jb. Geol. Paläont., Abh. 107, 278—340, Stuttgart 1959.
- MAYER-EYMAR, C. (K.): Essai d'un tableau synchronistique des terrains tertiaires de l'Europe. Autographie, Zürich (Orell) 1857.
- Versuch einer neuen Klassifikation der Tertiär-Gebilde Europas. — Verh. allgem. schweiz. Ges. f. d. gesammten Naturwiss. bei ihrer Versamml. in Trogen am 17., 18. u. 19. Aug. 1857, 42, 70—71, 165—199, Trogen 1858 (1858a).
 - Versuch einer synchronistischen Tabelle der Tertiär-Gebilde Europas (wie oben) 1858. — (1858b).
 - Profile längs der Bäche von Saucats und Léognan bei Bordeaux. Autographie, Zürich 1858. — (1858c.) (Vgl. Sacco, 1908, 598, No. 62).
 - Tableau synchronistique des terrains tertiaires de l'Europe. Autographie, Zürich (I. Hofer bzw. Orell, Füssli & Comp.) 1865.
 - Catalogue systématique et descriptif des fossiles des terrains tertiaires qui se trouvent au Musée fédéral de Zurich. 2^e cahier, Vj. Schr. naturf. Ges. Zürich, 12, 65 S., Zürich (Schabelitz) 1867.
 - Zur Geologie des mittleren Ligurien etc. — Vj. Schr. naturf. Ges. Zürich, 23, 1, 1—21, Zürich 1878.
 - Tableau des terrains de sédiment. Autographie, Zürich 1888.
 - Tableau des terrains de sédiment. Extrait du cours de stratigraphie. — Glasnik Hrvatskoga Naravoslovnoga Društva (Societas historico-natur. Croatica), 4, 13—47, Zagreb 1889.
 - Classification et terminologie des terrains tertiaires d'Europe. Autographie, Zürich 1900.
- PAPP, A.: Tertiär, I. Teil. Grundzüge regionaler Stratigraphie. (Mit Beiträgen von TOLLMANN, A.; TURNOVSKY, K.; GLAESSNER, M. F. & KLAUS, W.). 411 S., 89 Abb., 63 Tab. — In: Handbuch der stratigr. Geologie, hsgg. v. FR. LOTZE (III/1). Stuttgart (Enke) 1959 (s. THENIUS).
- Das Vorkommen von Miogypsina in Mitteleuropa und dessen Bedeutung für die Tertiärstratigraphie. — Mitt. geol. Ges. Wien, 51, 1958, 219—228, 4 Abb., Wien 1960.
- PASTIELS, A.: Contribution à l'étude des microfossils de l'Eocène Belge. — Mém. Mus. r. Hist. natur. Belg., (1) 109, 79 S., 6 Taf., Bruxelles 1948.
- PEYROT s. COSSMANN & PEYROT.

- RICHARD, M.: Contribution à l'étude du Bassin d'Aquitaine. Les gisements des Mammifères tertiaires. — Mém. Soc. géol. France, N. S., **24**, Mém. 52, 380 S., 52 Abb., 7 Tab. i. Text, Paris 1946.
- RÖSING, F.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Hessen 1:25000, Blatt Kassel-West. (Mit Beiträgen von BUSSE, E.; HENTSCHEL, H.; KUTSCHER, F.; PFEFFER, P.; SCHÖNHALS, E. & UDLUFT, H.). 2. Aufl., 205 S., 9 Abb., 4 Tab., Wiesbaden (Hess. L.-Amt Bodenforsch.) 1958.
- ROMAN, J.: Echinides du Miocène de France avec allusion spéciale aux Echinolampas. — „Colloque“ (s. dort), 247–263, Paris 1958.
- ROTHAUSEN, K.-H.: Marine Vertebraten (Odontaspidae, Lamnidae, Sparidae, Dermochelyidae, Squalodontidae) im oberoligozänen Meeressand von Süchteln und Düsseldorf. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., **1**, 363–384, 7 Abb., 4 Taf., Krefeld 1958.
- RUTSCH, F.: Das Typusprofil des Aquitanien. — Ecl. géol. Helv., **44**, 1951, 252–255, Basel 1952.
- SACCO, F.: Cenni biografici su Carlo Mayer-Eymar. — Boll. Soc. geol. Italiana, **26**, 3, 1907, 585–602, Roma 1908.
- SCHMIDT, H.: Die stratigraphische Bedeutung der Knollenstein-Floren von Dransfeld und Münden (Oberweser). — Festschr. 60. Geburtstag Hans Stille, 136–146, 2 Abb., Stuttgart (Enke) 1936.
- SCHÜRMANNS s. FRICKE & SCHÜRMANNS.
- SENEŠ, J.: Studium über aquitanische Stufe. — Geol. Práce, **31**, 141–211, 8 Abb., 2 Taf., Bratislava 1952. (Slovakisch m. russ. u. deutsch. Zus.-Fassg.)
— Pectunculus-Sande und Egerer Faunentypus im Tertiär bei Kovačov im Karpatenbecken. — Geol. Práce, Monogr., **1**, 232 S., 10 Abb., 24 Foss.-Taf., 7 Tab., Bratislava 1958.
- SIMPSON, G. G.: Holarctic Mammalian faunas and continental relationship during the Cenozoic. — Bull. geol. Soc. America, **58**, 613–688, 6 Abb., Tulsa/Oklahoma 1947.
- SITTLER, C.: Stratigraphie palynologique du Miocène en France. Analyse pollinique de différents gisements. — „Colloque“ (s. dort), 279–293, Paris 1958.
- STAESCHE, K. & HILTERMANN, H.: Mikrofaunen aus dem Tertiär Nordwestdeutschlands. — Abh. Reichsst. Bodenforsch., N. F., **201**, 26 S., 53 Taf., Berlin 1940.
- STAINFORTH, R. M.: Current status of transatlantic Oligo-Miocene correlation by means of planctonic Foraminifera. — Rev. Micropaléont., **2**, 4, 219–230, Paris 1960.
- STCHÉPINSKY, V.: Note sur la stratigraphie générale de la Turquie. — Bull. Soc. géol. France (5), **16**, 347–362, Paris 1946.
- STRAUCH, F. & SCHAUB, H.: Die stratigraphische Gliederung des Oberoligozäns der Schächte Kapellen und Rossenray I auf Grund der Pectiniden. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., **1**, 273–276, 1 Abb., Krefeld 1958.
- SZÖTS, E.: Notes sur la stratigraphie du Miocène. — „Colloque“ (s. dort), 295–298, Paris 1958.
- TAKAI, F.: The historical development of Mammalian Faunae in Eastern Asia and the interrelationships of continents since the Mesozoic. — Transact. Japan. J. Geol. Geogr., **22**, 169–205, 4 Tab. i. Text, Taf. 1, Tokyo 1952.
- THENIUS, E.: Tertiär, II. Teil. Wirbeltierfaunen. 328 S., 12 Abb., 32 Tab., 10 Taf. — In: Handbuch der stratigr. Geologie, hsgg. v. FR. LOTZE (III/2). Stuttgart (Enke) 1959. (s. PAPP).
- TOBIEN, H.: Über älteres Miozän im Stadtgebiet von Frankfurt a. M. — Z. deutsch. geol. Ges., **111**, 3, 1959, 770/771, Hannover 1960.
- TOLLMANN s. PAPP 1959.
- TURNOVSKY s. PAPP 1959.

- VIGNEAUX, M.: Révision des Bryozoaires néogènes du Bassin d'Aquitaine et essai de classification. — Mém. Soc. géol. France, N. S., 28, 1—3, Mém. 60, 1—155, 44 Abb., Taf. 1—11, Paris 1949.
- VIRET, J.: Les limites du Miocène et les faunes de Mammifères. — „Colloque“ (s. dort), 305—313, Paris 1958.
- WAGNER, W.: Das Aquitan zwischen Schweizer Jura und Niederhessen. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., 87, 376—397, 1 Tab., Taf. 22, Wiesbaden 1959.
- WEILER, W.: Beiträge zur Kenntnis der tertiären Fische des Mainzer Beckens II. 3. Teil, Die Fische des Septarientones. — Abh. hess. geol. L.-Anst., 8, 3, 1—63, Taf. 1—6, Darmstadt 1928.
- Die Otolithen des rheinischen und nordwestdeutschen Tertiärs. — Abh. Reichsamt Bodenforsch., N. F., 206, 140 S., 2 Abb., 14 Taf., Berlin 1942.
 - Zur Fischfauna des Dobergs bei Bünde in Westfalen. — Paläont. Z., 31, 3/4, 135—138, Stuttgart 1957.
 - Fisch-Otolithen aus dem Oberoligozän und dem Mittelmiozän der Niederrheinischen Bucht. — Fortschr. Geol. Rheinld. Westf., 1, 323—361, 12 Abb., 3 Taf., 2 Tab., Krefeld 1958.
- WENZ, W.: Zur Altersfrage der böhmischen Süßwasserkalke. — Jb. Nassau. Ver. Naturk., 70, 39—83, 2 Abb., Wiesbaden 1917.
- Das Mainzer Becken und seine Randgebiete. 351 S., 518 Abb. i. Text u. auf 41 Taf., Heidelberg (W. Ehrig) 1921.
 - Gastropoda extramarina tertiaria. In: Fossilium Catalogus. I: Animalia. Editus a. C. DIENER & J. F. POMPECKJ, I—XI, 3387 S., Berlin (W. Junk) 1923—1930.
 - Über den Zusammenhang des Mainzer Beckens mit dem Nordmeer und die Altersfrage von Meeressand und Cerithienschichten. — Cbl. Mineral. usw., 1924, 210—215, Stuttgart 1924.
 - Die Molluskenfauna der Mergel von Paulhiac (Lot-et-Garonne). — Arch. Molluskenk., 68, 228—238, Frankfurt a. M. 1936.
- ZÖBELEIN, H. K.: Die Bunte Molasse bei Rottenbuch und ihre Stellung in der Subalpinen Molasse. — Geol. Bavarica, 12, 86 S., 9 Abb., 1 Lagepl. m. Prof., München 1952.
- Kritische Bemerkungen zur Stratigraphie der Subalpinen Molasse Oberbayerns. — Abh. hess. L.-Amt Bodenforsch., 23, 1—76, 2 Abb., Wiesbaden 1957.
 - Land- und Süßwasserschnellen aus dem Chattien und Aquitanien der Subalpinen Molasse des westlichen Allgäus. In: VOLLMAYR, TH., Erl. Geol. Karte Bayern 1: 25 000, Bl. Nr. 8426 Oberstaufen, (41—55), München (Bayer. Geol. L.-Amt) 1958.