

Sitzung der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse
vom 19. März 1959

Sonderabdruck aus dem Anzeiger der math.-naturw. Klasse der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Jahrgang 1959, Nr. 6

(Seite 110 bis 120)

Das wirkl. Mitglied O. Kühn übersendet eine kurze Mitteilung, und zwar:

„Probleme der Grenzziehung zwischen Miozän und Pliozän.“ Von Erich Thenius (Paläontologisches Institut der Universität Wien).

Einleitung

Die Grenze zwischen der miozänen und pliozänen Epoche wird, wie die meisten Epochengrenzen des Tertiärs, nicht einheitlich gezogen. Die Ursachen sind einerseits historisch bedingt, anderseits auf die voneinander abweichende Methodik der Parallelisierung zurückzuführen.

Sinn vorliegender Zeilen ist nicht, einen eingehenden historischen Überblick zu geben, sondern auf einige grundsätzliche Tatsachen in besonderem Hinblick auf eine allgemein gültige und weltweit verfolgbare Grenze zwischen Miozän und Pliozän hinzuweisen. So ist diese Grenze sowohl mit den marinen Trans- und Regressionszyklen, wie sie besonders im Mittelmeergebiet zu beobachten sind, als auch mit dem Auftreten von *Hipparion* verknüpft.

Während im west- und südeuropäischen Schrifttum die Mio/Pliozängrenze ganz allgemein zwischen Pontien bzw. Tortonien¹ und Piacenziano-Astiano gezogen wird und damit Trans- und Regressionszyklen Rechnung getragen wird, legt man sie im angelsächsischen Sprachbereich (mit Ausnahme der Schweiz) in der Regel zwischen Sarmatium und Pannonium (vgl. Papp & Thenius 1949). Im russischen Schrifttum wiederum läßt man die Grenze entweder zwischen Cherson und Mäot oder (Davidaschwili 1930) zwischen Mäot und Pont (s. str.) verlaufen (siehe Andrussov 1927, Gromova 1952).

¹ Wobei nach Denizot (1952) das Tortonien den Zeitraum zwischen Helvetien und Piacenziano-Astiano umfaßt.

Damit sind nur die wichtigsten Meinungen erwähnt (weitere Angaben siehe bei Winkler-Hermaden 1957, S. 319 ff.). Sie widerspiegeln die Uneinheitlichkeit der Auffassungen in der Grenzziehung zwischen Miozän und Pliozän (siehe Tabelle I).

Wenn auch eine derartige Grenzziehung eine Frage der Übereinkunft bildet, so müssen die verschiedenen Kriterien, nach denen die Grenzziehung erfolgt, gegeneinander abgewogen werden.

Für das westeuropäische Schrifttum gilt seit altersher, daß die obere Grenze des Miozäns mit der ausklingenden regressiven Phase des im Vindobonien einsetzenden marinen Zyklus gezogen wird. In Mitteleuropa zieht man — wie auch in Nordamerika — die untere Grenze des Pliozäns mit dem ersten Auftreten von *Hipparion*. Das erste Auftreten der Hipparionfauna in Eurasien wird seit Jahrzehnten diskutiert und ist seit kurzem durch die Entdeckung einer typischen Hipparionfauna in Algerien, die von marinem „Tortonien“ überdeckt wird, neuerlich in den Mittelpunkt des Interesses gerückt worden (Arambourg 1954, Lavocat 1955, Tobien 1956).

Die Bedeutung von *Hipparion* für die Mio/Pliozän-grenze

Wie bereits Lavocat (1955) zusammenfassend dargestellt hat, bildet *Hipparion* in Eurasien ein allochthones Element, das aus Nordamerika über die damals landfeste Beringstraße nach Asien und Europa bzw. Afrika gelangte¹. Der Zeitpunkt des ersten Auftretens von *Hipparion* kann — im geologischen Sinne — als zeitgleich gelten (vgl. Papp & Thenius 1949).

Durch das erste Auftreten von *Hipparion* ist ein Leithorizont erster Ordnung gegeben, der nicht nur in Eurasien und Afrika, sondern auch in Nordamerika verfolgt werden kann, wo diese Gattung entstanden ist. Eine Erkenntnis, die durchaus nicht neu ist, sondern bereits vor Jahrzehnten erkannt wurde (vgl. Schlosser 1907, Matthew 1929, Teilhard & Stirton 1934, Colbert 1935, Stromer 1937, von Koenigswald 1939, Mottl 1939, Pilgrim 1941).

Einem derartigen, durch Organismen gegebenen Leithorizont ist gegenüber allen auf vorwiegend lithologischen Kriterien basierenden Grenzziehungen der Vorrang zu geben.

¹ Daß einzelne Elemente der Hipparionfauna afrikanischer Herkunft sind (z. B. *Mesopithecus*, *Pliohipparion*, *Diceros*, *Orycteropus*), ist in diesem Zusammenhang belanglos.

Tabelle I:
Gegenüberstellung der wichtigsten Ansichten über die Grenze zwischen Miozän und Pliozän

Crusafont 1954	Richard 1946	Denizot 1952	Papp & The- nius 1949	Winkler- Hermaden 1957	Gromova 1952
Plioceno	Pliocène	Astien	Piacentium + Astium (= Jung-Pliozän)	Ober-Pliozän	Kimmerien (Pliocène moyen)
Pikermiense Vallesiense	Pontien	Tortonien	Pannonium (= Alt-Plio- zän)	Mittel-Pliozän	Pontien (Pliocène in- férieur)
Vindoboniense	Miocène supérieur			Unter-Pliozän	Méotien Chersonien
			oberes Ober- Miozän	Bessarabien Volhynien	
Helvétien	supérieur	Helvétien	Tortonium	unteres Ober- Miozän	Tortonien
	moyen		Helvetium	Mittel-Miozän	Helvétien
Burdigaliense	Burdigalien	Burdigalien	Burdigalium	oberes Unter- Miozän	Burdigalien

Wie bereits Opper (1856/58) bei der Einteilung des Juras erkannte, ist eine allgemein gültige Gliederung nur durch die kompromißlose Anwendung von Leitfossilien unter Ausschaltung der in der Gesteinsbeschaffenheit sich ausprägenden Gegebenheiten zu erreichen. Denn Trans- und Regressionen sind wiederholbare Vorgänge, die Evolution der Organismen dagegen nicht (vgl. Schindewolf 1950, 1954). Dazu kommt, daß — besonders im Jungtertiär — nichtmarine Ablagerungen eine sehr große Bedeutung besitzen.

Wie bereits erwähnt, sind in den letzten Jahren verschiedene, zum Teil schon längst bekannte Fundstellen mit Hipparionfaunen in oder unter marinen „Torton“-Ablagerungen beschrieben worden, woraus vielfach der methodisch falsche Schluß gezogen wurde, die ersten Hipparionen, die in Nordamerika im ältesten Clarendonian auftreten, müßten nun auch miozänen Alters (im Sinne von Torton und Sarmat) sein. Dazu ist zu bemerken, daß die Gliederung des Tertiärs von Europa ihren Ausgang genommen hat und für die Entscheidung derartiger Fragen immer die Typuslokalitäten maßgebend sind.

Das erste Auftreten von *Hipparion* und damit auch die Mio/Pliozängrenze ist schon immer mit dem Begriff Sarmat verknüpft gewesen, der jedoch durch die falsche Auslegung zu einer Verwirrung in der Fachliteratur geführt hat, die noch durch die örtlich beschränkte fazielle Ausbildung des Sarmats gesteigert wurde. Wie schon vor Jahren (siehe Papp & Thenius 1949, S. 770) ausgeführt, bilden entgegen der allgemeinen Lehrmeinung nicht Ablagerungen in der südlichen UdSSR die Typuschichten für das Sarmatium, sondern die „Cerithienschichten“ und der „Hernalser Tegel“ des Wiener Beckens sind als solche anzusehen. Diese Ablagerungen enthalten eine typisch vindobonische Säugetierfauna und haben bisher noch nie *Hipparion* geliefert. Erst in den darüberliegenden Schichten des Pannonium (= „Pontien“ s. l.) tritt *Hipparion* auf. Gleichzeitig konnte an Hand von Evertebraten eine Parallelisierung mit dem südrussischen „Sarmat“ durchgeführt werden (Papp 1956, 1959), das bekanntlich bereits Hipparionfaunen enthält und das in drei bzw. vier Unterstufen (Volhynium, Bessarabium, Rostovium und Chersonium s. str.) gegliedert wird. Nach Ebersin (1950) treten die ersten Hipparionen im jüngsten Bessarabium¹ des Moldaugebietes (Lopusna, Sieritz) auf, was mit der Parallelisierung

¹ Die Einstufung der Hipparionfauna von Sebastopol in das Bessarabium ist nicht gesichert (vgl. Gromova 1957).

nach Evertibraten übereinstimmt, indem nun das Volhynium und der Großteil des Bessarabiums dem typischen Sarmatium entspricht, das jüngste Bessarabium und das Chersonium (s. l.) hingegen schon dem (hipparionführenden) Pannonium zuzurechnen ist.

Damit ist — die Grenzziehung Mio/Pliozän zwischen Sarmatium und Pannonium vorausgesetzt — gezeigt, daß *Hipparion* nicht in praepliozäner Zeit in Europa aufgetreten ist und das erste Auftreten von *Hipparion* als Untergrenze des Pliozäns angesehen werden kann.

Die marinen „Torton“-Faunen und die Mio/Pliozän-grenze

Wie verhalten sich nun die bereits erwähnten Vorkommen von Hipparionfaunen in Nordafrika und Südeuropa (Frankreich, Italien) im „Tortonien“ zu dieser Sachlage? Bereits Tobien hat in mehreren Publikationen (1956, 1957, 1958) betont, daß ein marines „Torton“ ohne *Hipparion* und ein marines „Torton“ mit *Hipparion* zu unterscheiden ist. Dazu ist folgendes grundsätzlich zu sagen: Im „Torton“ des Wiener Beckens, das trotz vollmariner Entwicklung eine Reihe von Wirbeltierfaunen geliefert hat (siehe Thenius 1952), findet sich, wie im Sarmatium (des Wiener Beckens) eine typisch vindobonische Säugetierfauna. Weder *Hipparion*, noch die mit dieser Gattung vergesellschafteten autochthonen Elemente [z. B. *Mastodon* (*Bunolophodon*) *longirostris*, *Miotragocerus pannoniae*, *Hyotherium palaeochoerus*] sind nachzuweisen. Wie Papp (1958) gezeigt hat, entspricht das Tortonium im Typusprofil von Tortona am Nordrand des ligurischen Apennin (St. Agata dei Fossili) höheren Zonen des Torton im Wiener Becken. Dies würde bedeuten, daß das Tortonium dem Torton ohne *Hipparion* entspricht, während das „Torton“ mit *Hipparion* im Rhönetal, Nordafrika, Mittel- und Süditalien dem Pannonium gleichzusetzen wäre, eine Schlußfolgerung, wie sie durch Tobien und durch den Verfasser längst gezogen wurde. Dies würde jedoch weiter besagen, daß der Begriff Tortonium auf praepliozäne Ablagerungen (im Sinne der angelsächsischen Literatur) zu beschränken wäre und nicht, wie etwa nach Denizot (1952) oder Trevisan (1958) auf die zwischen Helvetium und Piacenziano-Astiano liegende Zeitspanne auszudehnen sei. Eine endgültige Bestätigung der oben dargelegten Auffassung von der Parallelisierung des typischen Tortoniums mit der ersten Tortontransgression im tyrrhenisch-nordafrikanischen Raum können erst vergleichende Unter-

suchungen an den Evertebratenfaunen (Mikrofaunen) des ersten und zweiten marinen „Tortons“ in Italien und deren Vergleich mit der Typuslokalität von Tortona bringen, die von A. Papp vorgesehen sind.

Die Feststellung einer zweiten marinen „Torton“-Transgression im tyrrhenischen Raum (siehe Trevisan in Gouvernet 1958) ist meines Erachtens nicht nur für die Parallelisierung des italienischen Messiniano, das die gips- und salzführenden Schichten in deren Hangendem umfaßt, von Bedeutung, sondern auch für das Redonien in der Bretagne wesentlich.

In Mittel- und Süditalien sowie Sizilien treten nämlich über Ligniten mit einer Hipparionfauna (Casino, Montebamboli, Casteani, Baccinello, Gravitelli usw.) marine Konglomerate, Mergel und zoogene Kalke auf, die als „Torton“ bezeichnet werden. Darüber folgt Tripel mit reichen Fischfaunen, der schließlich in die Salz-Gipsformation (Formazione gessoso-solfifera) des Messiniano übergeht, um diskordant von marinem Piacenziano-Astiano überlagert zu werden. Eine ganz ähnliche Abfolge ist in Nordafrika (z. B. Algerien) festzustellen, wo über „vindobonischen“ marinen Ablagerungen Diatomeenschichten mit Fischfaunen folgen, die in gips- und schwefelführende Ablagerungen übergehen.

Es ist nach dem oben gesagten verständlich, daß die zweite marine „Torton“-Transgression im Mittelmeergebiet dem Pannonium im Mitteleuropa entspricht. Ob eine Gleichsetzung mit der mittelpannonischen (= mäotischen) Transgression (vgl. Papp 1959) im pontokaspischen Gebiet gerechtfertigt ist, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

Ziemlich sicher erscheint jedoch die Gleichsetzung mit dem Redonien in der Bretagne, deren Einstufung bis in die neueste Zeit nicht einheitlich erfolgte. Während Haug das Redonien mit dem Sahélien parallelisierte und damit dem Miocène supérieur (der französischen Literatur) zuordnete, ist es später als Pliocène angesehen worden, um in jüngster Zeit (samt den „sables rouges“) als „horizon en passage entre le Miocène et le Pliocène“ betrachtet zu werden (Gouvernet 1958).

Es kann somit festgehalten werden, daß die marinen Faunen sich weniger rasch entwickelten als verschiedene Säugetierstämme. Freilich — und das lassen auch die Ergebnisse von Mongin (1954) vermuten — entsprechen auch die Mollusken der zweiten „Torton“-Transgression in Nordafrika nicht ganz jenen des typischen Tortoniums bzw. etwa des Vindoboniums im Wiener Becken (vgl. Tabelle II).

Tabelle II:

Versuch der Parallelisierung der marinen Transgressionen des Jungtertiärs im Bereich der Tethys und Paratethys und das erste Auftreten von Hipparion. T → ~~~ bedeutet Beginn einer Transgression; waagrechte Signatur = vollmarine Entwicklung

Grenzziehung nach Transgressionen	Tethys			Paratethys		Grenzziehung nach dem ersten Auftreten von <i>Hipparion</i>
	Atlantikküste	Nordwest-Afrika (Algerien)	Mittel- und Süditalien	Wiener Becken	Pontokaspische Region	
PLIOZÄN	Piacenziano-Astiano			Jung-Pliozän	Cimmerium	P L I O Z Ä N
T →						
N Ä T		Sahelien „Tortonien“ (Bou Hanifa)	Messiniano	P a n n o n i u m	Pontium (s. str.)	P L I O Z Ä N
			Redonien		„Tortoniano marino“	
Z Ä T			„Tortoniano fluviatile“ (Monte Bamboli)		} „Sarmat“	P L I O Z Ä N
O		V n d o b o n i e n		Sarmatium	Bess-arabium	M I O Z Ä N
M I O Z Ä N			Tortoniano marino		Vol-hynium	M I O Z Ä N
				Torton	Torton	
T →			Elveziano			M I O Z Ä N
T →	Falunien			Helvet	Helvet	

Einwanderung von *Hipparion* ←

Was die von französischer Seite vorgebrachten Einwände gegen die Verwendung des ersten Auftretens von *Hippario* als Grundlage für die Mio/Pliozängrenze betrifft, so ist das folgende zu sagen: Es ist freilich richtig, daß dadurch der letzte „miozäne“ Sedimentationszyklus amputiert wird und die Mio/Pliozängrenze zwischen der ersten Tortontransgression und der ersten kontinentalen Phase verlegt wird. Wie sehr jedoch das Festhalten an der nach Sedimentationszyklen gezogenen Mio/Pliozängrenze den Fortschritt aufgehalten hat, wird am besten durch den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse beleuchtet und es kann nur wiederholt werden, daß derartigen biostratigraphischen Leithorizonten der Vorzug vor Sedimentationszyklen zu geben ist. Außerdem bestünde — worauf erst kürzlich Viret (1958) hingewiesen hat — durch die Einbeziehung des Pannoniums (= Pontien s. l.) zum Miozän die pliozäne Epoche nur mehr aus einer einzigen Stufe (Piacenziano-Astiano). Bekanntlich bilden Piacenziano und Astiano nur verschiedene Faziesentwicklungen einer Stufe.

Über die Verwendung von Sarmatium und Pontium als Stufennamen

Auf zwei weitere, in Zusammenhang mit der Mio/Pliozängrenze zu erörternde Fragen sei noch hingewiesen. In der westeuropäischen Literatur wird mit Recht verlangt, die Begriffe Pontien und Sarmatien zu vermeiden, da die für das Sarmatium und Pontium charakteristischen Faunen in Westeuropa nicht vorkommen und weder eine Parallelisierung mit den Typuslokalitäten noch eine weltweite Gleichsetzung durchführbar sei. Wie schon aus den obigen Ausführungen hervorgeht, wurde die Bezeichnung Pontium als Stufenname nicht verwendet, sondern durch den besser definierbaren Begriff Pannonium ersetzt (siehe Papp & Thenius 1949). In der ponto-kaspischen Region ist der weiteren Verwendung des Namens Pontium als Unterstufe jedoch keine Grenze gesetzt. Etwas schwieriger ist die Situation bei dem Begriff Sarmatium. Im Wiener Becken, also am *Locus typicus*, sind die Ablagerungen des Sarmatiums infolge des etwas gesunkenen Salzgehaltes faunistisch außerordentlich gut zu charakterisieren, doch sind sie nur lokal verbreitet und eine Parallelisierung nach dem Osten nur beschränkt durchführbar. Die Säugetierfauna unterscheidet sich wenig von der tortonischen des Wiener Beckens, doch sind die Differenzen vor allem ökologisch bedingt („Trockenphase“). Es läßt sich daher das Sarmatium auch mit Hilfe von Wirbeltieren nicht weiter verfolgen

als etwa im mitteleuropäischen und südosteuropäischen Raume. In Anbetracht dieser Feststellung und in Zusammenhang mit der durch Papp (1958) vorgenommenen Parallelisierung des typischen Tortoniums mit den jüngeren Tortonhorizonten im Wiener Becken wird vorgeschlagen, den Namen Sarmatium als eigene Stufe des Miozäns fallen zu lassen und ihn nur als Unterstufe des Tortoniums aufrecht zu erhalten. Entsprechend diesem Vorschlag und der nach Säugetieren erfolgten unteren Begrenzung des Miozäns würde das Miozän eine Dreigliederung erfahren in: Burdigalium — Helvetium — Tortonium. Die Mio/Pliozängrenze wäre demnach zwischen Tortonium und Pannonium zu ziehen. Die Ausdehnung des Begriffes Tortonium auf das Pannonium (siehe Denizot 1952, vgl. Trevisan 1958) kann allerdings nicht mit historischen Gesichtspunkten gestützt werden. Denn wie in der Internationalen Zoologischen und Botanischen Nomenklatur ist nur der Name und Typus(lokazität), nicht aber der Umfang des Inhaltes durch die Priorität geschützt. Eine Außerachtlassung dieses Grundsatzes würde den Fortschritt unserer Kenntnis weitgehend unmöglich machen.

Zusammenfassung

Auf Grund neuerer Untersuchungen über das Auftreten von Hipparionfaunen in Profilen unter marinen „Torton“-Ablagerungen und der Möglichkeit einer weltweiten Parallelisierung werden die Gründe erörtert, die für eine Grenzziehung zwischen Miozän und Pliozän an der Basis des Pannoniums (erstes Auftreten von *Hipparion*) sprechen. Damit wäre nicht nur die Parallelisierung in Eurasien und Afrika möglich, sondern auch eine Gleichsetzung mit der durch nordamerikanische Wirbeltierpaläontologen gebräuchlichen Grenzziehung erreicht.

In Zusammenhang damit wird erneut auf den Begriff Pannonium an Stelle Pontium (Pontien) hingewiesen und die Einziehung des Sarmatiums als Stufe (bei Verwendung als Unterstufe des Tortoniums) vorgeschlagen. Das Ergebnis wäre eine Dreigliederung des Miozäns in Burdigalium, Helvetium und Tortonium und eine Zweiteilung des Pliozäns in Pannonium und Piacentium-Astium.

Literatur:

- Andrussov, N. I.: 1927. Le Pliocène de la Russie méridionale d'après les recherches recents. — Mém. soc. r. Sci. Bohème, Prag.
- Arambourg, C.: 1954. La faune à Hipparion de l'Oued el Hammam (Algérie). — C. R. Congr. géol. Internat. 19. ème sess. Alger 1952, Fasc. 21, 295—302, Alger.

Crusafont-Pairo, M.: 1954. El limite superior del Mioceno en Europa. — *Ibid.* Fasc. 21, 111—117, Alger.

Davidaschvili, L. S.: 1930. Über die Zusammensetzung und Herkunft der Fauna der mäotischen Stufe. — *Cbl. Miner. usw.*, B, 118 bis 123, Stuttgart.

Denizot, G.: 1952. Le classement des terrains tertiaires en Europe occidentale. — *Trav. Labor. géol. Fac. Sci., Mém.* 3, 1—78, Montpellier.

Ebersin, A. G.: 1950. Sur la position stratigraphique des gisements d'Hipparion très ancien de la République Moldavie. — *C. R. Acad. Sci. URSS.* 75, No. 2, 283—286, Moskau (russ.).

Gouvernet, C.: 1958. La limite supérieure du Miocène. — *C. R. Congr. Soc. sav. Paris et Depts. à Aix et Marseille* 1958; *Rapport* 3, 351 bis 369, Paris.

Gromova, V.: 1952. Le genre Hipparion. — *Trav. Inst. paléozool. Acad. Sci. URSS.* 36, 1—473, 136 Taf., Moskau (russ.).

Gromova, V.: 1957. Sur certaines questions en suspens à propos la synchronisation des faunes tertiaires et quaternaires de mammifères de l'est et de l'ouest. — *Curs. y conf. Inst. „Lucas Mallada“* 4, 131—135, Madrid.

Koenigswald, G. H. R. v.: 1939. Hipparion und die Grenze zwischen Miozän und Pliozän. — *Zbl. Miner. usw.*, B, 236—245, Stuttgart.

Lavocat, R.: 1955. Le genre Hipparion, la limite mio-pliocène, les corrélations stratigraphiques entre Europe, Amérique et Inde. — *Bull. soc. géol. France* (6), 5, 325—329, Paris.

Matthew, W. D.: 1929. Critical observations upon Siwalik mammals. — *Bull. Amer. Mus. Natur. Hist.* 56, Art. 7, 437—560, New York.

Mongin, D.: 1954. Note préliminaire sur une faune miocène saumâtre recueillie par M. Arambourg au Sud de Mercier-Lacombe (Algérie). — *C. R. Congr. géol. Internat.* 19. ème sess. Alger 1952, *Ass. serv. géol. Afrique* 2, 303—308, Alger.

Mottl, M.: 1939. Die mittelpliozäne Säugetierfauna von Gödöllő bei Budapest. — *Mitt. Jb. ungar. geol. Anst.* 32, 257—350, 5 Taf., Budapest.

Oppel, A.: 1856—1858. Die Juraformation Englands, Frankreichs und des südwestlichen Deutschlands. — *IV+857, 64 Tab., 1 Karte*, Stuttgart (Ebner & Seubert).

Papp, A.: 1956. Fazies und Gliederung des Sarmats im Wiener Becken. — *Mitt. geol. Ges.* 47, 35—98, Wien.

Papp, A.: 1958. Probleme der Grenzziehung zwischen der helvetischen und tortonischen Stufe im Wiener Becken. — *Ibid.* 49, 235—256, Wien.

Papp, A. & Mitarbeiter: 1959. Tertiär I. Grundzüge regionaler Stratigraphie. — *Hdb. strat. Geol.* III/1, XI+411, 89 Abb., 63 Tab., Stuttgart (Enke).

Papp, A. & Thenius, E.: 1949. Über die Grundlagen der Gliederung des Jungtertiärs und Quartärs in Niederösterreich unter besonderer Berücksichtigung der Mio-Pliozän- und Tertiär-Quartärgränze. — *Sb. Österr. Akad. Wiss., math.-naturw. Kl.* 158, 753—787, Wien.

Pilgrim, G. E.: 1941. The application of the European time scale to the Upper Tertiary of North America. — *Geolog. Magaz.* 77, No. 1, 1—27, London.

Schindewolf, O. H.: 1950. Grundlagen und Methoden der paläontologischen Chronologie. — 3. Aufl., VIII+152, Berlin-Nikolassee (Bornträger).

Schindewolf, O. H.: 1954. Über einige stratigraphische Grundbegriffe. — *Roemeriana* 1, 23—38, Clausthal-Zellerfeld.

Schlosser, M.: 1907. Über Säugetiere und Süßwassergastropoden aus Pliocänablagerungen Spaniens und über die natürliche Grenze zwischen Miozän und Pliocän. — N. Jb. Miner. usw., II, 1—41, Stuttgart.

Stromer, E.: 1937. Der Nachweis fossilführenden, untersten Pliozäns in München. — Abh. Bayer. Akad. Wiss., math.-naturw. Abt. n. F. 42, 1—20, 1 Taf., München.

Teilhard, P. & Stirton, R. A.: 1934. A correlation of some Miocene and Pliocene mammalian assemblages in North America and Asia with a discussion of the Mio-Pliocene boundary. — Univ. Calif. Publ., Bull. Dept. geol. Sci. 23, No. 8, 277—290, Berkeley.

Thenius, E.: 1952. Die Säugetierfauna aus dem Torton von Neudorf a. d. March (ČSR). — N. Jb. Geol. Paläont., Abh. 96, 27—136, Stuttgart.

Thenius, E.: 1959. Tertiär II. Wirbeltierfaunen. — Hdb. strat. Geol. III/2, XI+328, 10 Taf., Stuttgart.

Tobien, H.: 1956. Zur Ökologie der jungtertiären Säugetiere vom Höwenegg/Hegau und zur Biostratigraphie der europäischen Hipparionfauna. — Schr. Ver. Gesch. u. Naturgesch. Baar u. angrenz. L.-Teile 24, 208—223, Donaueschingen.

Tobien, H.: 1957. Sobre la bioestratigrafía de la fauna de Hipparion. — Curs. y conf. Inst. „Lucas Mallada“ 4, 121—126, Madrid.

Tobien, H.: 1958. Relations stratigraphiques entre la faune mammalogiques pontienne et les facies marins en Europe et Afrique du Nord. — C. R. Congr. Soc. sav. Paris et Depts. à Aix et Marseille 1958; 299—303, Paris.

Trevisan, L.: 1958. Siehe unter Gouvernet.

Viret, J.: 1958. Les limites du Miocène et les faunes des mammifères. — C. R. Congr. Soc. sav. Paris et Depts. à Aix et Marseille 1958; 305—313, Paris.

Winkler-Hermaden, A.: 1957. Geologisches Kräftespiel und Landformung. Grundsätzliche Erkenntnisse zur Frage junger Gebirgsbildung und Landformung. — XX+822, 5 Taf., Wien (Springer).