

# Der Vergleich der obermiozän-pliozänen Schichtfolgen im Mediterranbereich mit jenen in den pannonisch-pontischen Gebieten

von A. Winkler-Hermaden \*)

Mit 1 Tabelle

Die höhermiozän-pliozäne Entwicklungsgeschichte des mediterranen Raumes und von Mittel- und Osteuropa umfaßt den Ablauf sehr bedeutender tektonischer, sedimentologischer und morphologischer Geschehnisse; ihre Aufklärung vermag grundlegende Erkenntnisse für die Deutung maßgeblicher Probleme der Geologie überhaupt beizusteuern. Die Schwierigkeit der Vergleichung der Schichtfolgen dieser Gebiete besteht im wesentlichen darin, daß in den mediterranen Bereichen vorwiegend marine Schichtentwicklungen im höheren Miozän-Pliozän (z. T. bis ins Quartär) vorliegen, in Pannonien und in Osteuropa dagegen große Sedimentationsräume meist brackisch-limnisch-terrestrischer Ablagerungen.

Die bisher üblichen Vergleichsmethoden für alle diese sedimentären Großbereiche beruhten zum Teil auf allgemeinen Schichtparallelisierungen, wobei insbesondere das Auftreten analoger Schichtfazies in den beiden Bereichen als maßgeblich angesehen wurde, teils auf Vergleichen der Landsäugetierfaunen, im geringeren Maße auf solchen der Conchylienfaunen und Landfloraen. Wenn auch mit diesen Methoden und insbesondere bei der anzunehmenden relativ raschen Verbreitung der Landsäuger über diese Räume hinweg auch Anhaltspunkte zuverlässiger Art erhältlich waren, erweist doch ein Blick auf das einschlägige Fachschrifttum, insbesondere auch auf die zusammenfassende Darstellung im „Colloque sur le Miocène“, Paris 1958, daß eine Einigkeit der Auffassungen in vielen wesentlichen Punkten noch nicht erzielt worden ist.

Der Verfasser hat 1957 („Geologisches Kräftespiel und Landformung“, Verlag Springer, Wien) einschlägige Fragen eingehend behandelt (S. 290—322). Diese Veröffentlichung ist den französischen Kollegen beim Miozäncolloquium offenbar noch nicht zur Kenntnis gekommen, da in den C. R. darauf nicht Bezug genommen wurde. Er ging von der Voraussetzung aus, daß zu den vorerwähnten Vergleichsmomenten, besonders dort, wo sie keine eindeutige Klärung ergaben, noch ergänzend heranzuziehen wären: Der Einsatz tektonischer Vorgänge (Faltungen, Hebungen und Senkungen), jener der Trans- und Regressionen, die Auswirkung vulkanischer Erscheinungen im Schichtbild und der Eintritt alpiner Landformungsvorgänge.

1. Mehr oder minder allgemein angenommene Vergleichspunkte bei der Feststellung höhermiozän-pliozäner Horizontierungen.

---

\*) Anschritt: Prof. Dr. A. Winkler-Hermaden, Institut für Mineralogie u. techn. Geologie der Techn. Hochschule, Graz.

Soweit der Mediterranbereich selbst in Frage kommt, erscheint die Transgression des Pliozänmeeres (Plaisancien i. e. S., Piacenzastufe i. e. S. = Tabiano) wohl allgemein als ein zeitlich einheitlich fixierbares Niveau, das sich in der Überflutung des venetianischen Alpenfußes, eines großen Teiles der Apenninhalbinsel, Albanien, eines wesentlichen Teiles der Ägäis bis nach Mazedonien, der Randgebiete Syriens, Ägyptens, Tunis' und Algeriens, der Guadalquivirsenke Spaniens, Korsikas und in dem tiefen Eindringen des Meeres in die Rhône-bucht ausprägt. Diesem letzten, markanten Vordringen der Meere der jüngeren Tertiärzeit, das nach der Mächtigkeit der abgelagerten Sedimente und nach noch zu erwähnenden Begleiterscheinungen auf bedeutende, regionale, abwärts gerichtete tektonische Bewegungen im mediterranen Orogenbereich im weitesten Sinne zurückzuführen ist, war eine bedeutende Regression ebendort vorausgegangen. Als ihr Ausdruck ist der am Ende bzw. nach Abschluß des marinen Torton eingetretene, allgemein verbreitete Rückzug des Meeres anzusehen, der mit dem Auftreten brackischer Ablagerungen, lignitführender Bildungen, eines im Mediterrangebiet allenthalben anzutreffenden Tripelhorizonts und anschließend mit der Entstehung von Salzwasserpfannen und diese überdeckenden, Congerien führenden Süß- und Brackwasserschichten zusammenhängt (= Messiniano der italienischen Geologen). Schon frühzeitig, (in den 80er und 90er Jahren des vorigen Jahrhunderts), wurden durch G. CAPELLINI (1880), S. de BONIASKI (1880), E. SUSS (1883/85), TH. FUCHS (1882), D. PANTANELLI (1886), später durch CH. DEPERÈT (1893), R. HOERNES (1897/1900), M. GIGNOUX (1936, zuletzt 1955) und G. DÉNIZOT (1952) spezielle Vergleiche der obermiozän-pliozänen Schichtserien des Mediterranbereiches mit jenen Pannoniens-Euxiniens angestellt. Im allgemeinen wurden hierbei die über den gipsführenden Ablagerungen im Mediterranbereich transgressiv vorgreifenden marinen Plaisanciensedimente den Ablagerungen gleichgestellt, welche im pannonisch-euxinischen Bereich die „Pontische Stufe“ bedecken und dort als dazische bzw. kimmerische Stufe bezeichnet werden. Diesen Vergleichen schien es zu entsprechen, daß die in den dazischen Schichten (= Levantin Kroatiens-Slawoniens und Innerungarns, unter-levantinische Schichten Rumäniens) auftretenden Säugetierfaunen mit *Mastodon arvernensis* auch im Bereich der marinen Pliozänablagerungen des Mediterrangebietes nachweisbar sind, allerdings dort nicht in den vorwiegend tonig ausgebildeten und z. T. sehr mächtigen Ablagerungen des Plaisancien i. e. S., sondern erst in den darüber gelegenen Sanden des Astiens. Eine Parallelisierung der jungtertiären Bildungen im Mediterranbereich mit jenen des pannonischen Beckens schien dadurch in eindeutiger Weise gegeben: Die über den marinen Ablagerungen des höheren Miozäns im Mediterranbereich auflagernden brackischen (*Ervilien-*) Schichten (mit dem Tripelhorizont) und die darüber folgenden gipsführenden Komplexe, mit ihrer Bedeckung durch Congerien-Dreissensien-führende Süßwasser-(Brackwasser-) Ablagerungen, erschienen dann als zeitliche Äquivalente der sarmatischen Stufe (Wiener Becken, Pannonien, Rumänien, Pontus) bzw. als solche des Pontiens in Osteuropa <sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Das Mäot des letzteren Bereiches war ursprünglich vom Pontien noch nicht abgetrennt worden.

2. Offene Fragen der Schichtvergleichung zwischen den Mittelmeerbereichen und den pannonisch-euxinischen Gebieten.

Bezüglich des Vergleiches der jungen Schichtfolgen des Wiener Beckens und Pannoniens mit denen des euxinischen Raumes haben sich im Laufe der letzten Jahrzehnte 2 entscheidende Änderungen ergeben: a) Bereits im Jahre 1913 hatte ich die Ansicht begründet (S. 606), daß das Untersarmat (Volhyn) Rußlands dem Untersarmat-Mittelsarmat der Steiermark, das Mittelsarmat Rußlands (Nubecularienhorizont des später aufgestellten Bessarabs) dem steirischen „Obersarmat“ entspreche. Gegenüber den früheren, noch von R. HOERNES u. a. vertretenen Auffassungen kann nunmehr in Bestätigung vorgenannter eigener Deutung auf Grund der Studien von E. VEIT (1943), R. JANOSCHEK (1951), K. KREJCI-GRAF (1932), O. JEKELIUS (1944), L. STRAUSS (1942) und weiterer eigener (1944) mit Sicherheit angenommen werden, daß das Sarmat Pannoniens nur dem unteren und mittleren Sarmat des euxinischen Bereichs entspricht und daß das Obersarmat und Mäot Rußlands dem unteren Pannon Pannoniens gleichzusetzen ist<sup>1)</sup>. b) Die frühere Ansicht, wonach im Wiener Becken in den „Paludinen-Tegelsanden“, welche die Congerien schichten dort überlagern, die dazische Stufe des Pliozäns vertreten sei, hat sich als irrig erwiesen. Letztere Schichten wurden als zeitliche Äquivalente des „Oberpannon“ in Ungarn und Slawonien und als solche des Pontiens in Rußland ermittelt, während innerhalb von Pannonien der Bereich der dazischen (= z. T. levantinischen) Ablagerungen auf Innerungarn und Kroatien-Slawonien eingeschränkt wurde.

Trotz dieser begründeten und im allgemeinen einheitlich angenommenen Gesichtspunkte betreffend die Gliederung und Parallelisierung der obermiozän-pliozänen Ablagerungen der Mittelmeergebiete und des übrigen Europas bestehen doch noch einige wesentliche Meinungsdivergenzen, die immer wieder auftauchen. Schon im Jahre 1924 (S. 352—55) hatte ich mit eingehender, geologisch-morphologischer Begründung darauf verwiesen, daß die übliche Parallelisierung des marinen Plaisancien (i. e. S.) der Mittelmeergebiete mit der an sich geringer mächtigen und in der Verbreitung eingeschränkteren dazischen Stufe des pannonischen Beckens (bzw. mit dem Cimmer des euxinischen) auf Schwierigkeiten stoße und daß man annehmen müsse daß die pontische Stufe (im weiteren Sinne) auch noch das Plaisancien (Piacentin) des Mittelmeergebietes mitumfasse, eine Deutung, die ich 1943 (S. 86—87) wieder angeführt und 1957 (S. 309—12) eingehender begründet habe. G. DENIZOT (1952) hat die Annahme vertreten, daß Sarmat und Pont nicht eigene Etagen des Miozäns darstellen: Das Sarmat sei eine brackische Fazies des Tortons; das Pont entspreche der maximalen Regression des Mittelmeeres nahe der Miozän-Pliozängrenze und den damit zusammenhängenden Erosionserscheinungen und Landbildungen. Schon in mittleren Teilen des Tortons habe sich eine Erneuerung der Landfauna (mit dem Auftreten auch der Leitform „*Hipparion*“) vollzogen, die man bereits in den Marinschichten des Tortons im Rhônegebiet und besonders in dessen oberstem brackischen Horizont, den Schichten mit *Nassa michaudi*, antreffe. Die Neuentwicklung der

<sup>1)</sup> Von einigen Forschern (N. ANDRUSSOW, E. JEKELIUS) wurde in Pannonien zwischen dem Mittelsarmat und dem Unterpannon eine Schichtlücke angenommen.

Säugetierfauna habe sich nicht gleichzeitig mit jener der marinen vollzogen. Eine ähnliche Auffassung (Auftreten von *Hipparion* schon im höheren Torton) wurde auf Grund der Funde von Bou Hanifia in Algier von C. ARAMBOURG (1952) und D. MONGIN (1952) vertreten. M. GIGNOUX (1955) verglich den tieferen Teil des Pontien des Rhônetales (Zone der *Nassa michaudi*) und den obersten Teil des marinen Torton mit den mittleren und höheren sarmatischen Schichten des Wiener Beckens, die lakustrine (mittlere „pontische“) Molasse des Rhônegebietes mit den Congerenschichten des Wiener Pontiens. Die hangenden „alluvialen“ Schichten des Rhône-Pontiens wurde dem „oberen Pontien“ des Wiener Beckens gleichgestellt.

M. DALLONI (1952) hielt es für wahrscheinlich, daß das Auftreten von *Hipparion* in der Kontinentalserie unterhalb der marinen „ortonischen Schichten“ bei Bou Hanifia durch eine Rekurrenz der „ortonischen“ Fauna im Pontien hervorgerufen werde. Dort stelle sich, wie übrigens auch in großen Teilen Algeriens, in Verbindung mit dem Marin ein weit verbreiteter Tripelhorizont ein, der durch Fischschiefer, Globigerinenschichten und durch Andesituffe unterlagert werde. Das Hangende dieses Schichtkomplexes bilde sodann eine mächtige Gipsformation, über welche die Transgression des Plaisanciens übergreife.

In den C. R. des Colloquiums von Aix (1958) zog H. TOBIEN, unter Annahme eines gleichzeitigen Auftretens von *Hipparion* in Europa, den Schluß, daß im Rhônetale die marine Fazies des Torton bis in die Zeit des (älteren) Pannons im Wiener Becken angedauert habe und dadurch dort das Auftreten der Hipparionreste in hohen marinen Lagen zu erklären sei. Bei Bou Hanifia entspreche die Kontinentalserie mit der Säugerfauna unter dem „Torton“ dem unteren Pannon des Wiener Beckens, während das marine Torton dort etwa einem mittleren Teil des Wiener Pannons zugehören würde. R. LAVOCAT (1955) wies hingegen darauf hin, daß die ersten Hipparionen, die angeblich direkt den Beginn des „Pontiens“ markieren sollen, auf Grund ihres Auftretens in Bou Hanifia und häufig nach ihrer Begleitfauna, die eine starke Verwandtschaft mit der „ortonischen“ aufweise (z. B. mit Grive St. Alban), schließlich auf Grund der Beziehungen zu „miozänen“ asiatischen Hipparionfaunen noch als vorpontisch einzuordnen wären. Die typische Pikermifauna wird mit dem Mäot parallelisiert. LAVOCAT tritt für die Festlegung der Grenze zwischen Miozän und Pliozän an der Wende zwischen mäotischer Stufe (= Miocène supérieur) und Pontien (im russischen Sinne), in Übereinstimmung mit V. GROMOVA (1952) und anderen russischen Forschern, ein.

P. JODOT (1955) versuchte „Sarmatien“, „Meotien“ und „Pontien“ des pannonisch-euxinischen Bereichs auf Grund der Landconchylienfaunen im Rhônegebiete in den dortigen Süßwasser- und Landbildungen über dem marinen Miozän (= Mergel von Cabrières) wiederzuerkennen. Ob dies auf Grund der theoretischen Annahme der Überlagerung analoger Horizonte, wie in Osteuropa, erfolgen kann und ob hiezu nicht erst sehr weitgehende und sicherlich schwierige Untersuchungen der gesamten Landconchylienfaunen, nicht nur im Rhônegebiet, sondern auch in Osteuropa und in den dazwischengelegenen Bereichen, erforderlich wären, erscheint als eine berechtigte Frage. Vgl. dazu auch die Stellungnahmen von C. GOUVERNET (1958, S. 366) und M. CALLAS (C. R., S. 326).

R. HOFSTETER (Bericht von C. GOUVERNET in C. R. 1958, S. 362) weist darauf hin, daß *Hipparion* im allgemeinen im Niveau von Pikermi eintritt — daß aber schon früher Vorläufer der *Hipparion*-fauna festzustellen seien (Cata, Ionien, Rhônegebiet, Toskana, Algerien). Die ideale obere Miozängrenze wäre in die Mitte der Landbildungen zwischen marinem Miozän und marinem Pliozän zu legen. Da aber ein allmähliches Vordringen des Pliozänmeeres über die terrestrischen Ablagerungen anzunehmen sei, hielt er es für praktisch, speziell im Rhônegebiet, die Landbildungen noch zum Miozän zu rechnen, um den miozänen Zyklus nicht seines obersten Teiles zu berauben, auch wenn ein Teil der kontinentalen Ablagerungen an der Basis des Pliozäns schon letzterem zuzuzählen wäre. Im Rhônegebiet wäre darnach die Grenze Miozän/Pliozän zwischen die marinen Mergel von Cabrières und die Süßwasserkalke (Ratavoux) zu setzen.

In Spanien beginnt nach CRUSAFONT die Kontinentalfazies früher als im Rhônegebiet. Nach dem Vordringen des Vindobonmeeres begann schon im unteren Torton die Regression (Kontinentalablagerungen). Diese letzteren setzten sich ohne Unterbrechung bis zum höheren Pontien fort. Das Sarmat (im Sinne der osteuropäischen Gliederung) wird als oberer Teil des Vindobons aufgefaßt. Im Vallés-Penedés entspreche ihm eine 400 Meter mächtige terrestrische Schichtfolge, die eine evoluierte Fauna mit schon „pontischen“ Elementen umfasse (= Vallésien). Sie bilde den Übergang vom Vindobon zum Pont (Pikermien), sei aber schon dem unteren Pont zuzuzählen.

J. VIBET (1958, S. 311—13) hebt die große Bedeutung der Säugetierfaunen und der Bewegungen der Erdrinde für die Wanderung der Säugetierfaunen hervor. Aber an der Grenze zwischen Pont und marinem Pliozän lasse sich — unbeschadet weitergehender Umgestaltungen in der Fauna — keine besonders markante Periode von Säugetierwanderungen feststellen. Obwohl die bisherige französische Auffassung, die das Pont im Hinblick auf die sedimentäre zyklische Entwicklung im Jungtertiär dem Miozän zurechnet, als logisch zu betrachten sei, wird doch, auf Grund der schon früher eingetretenen Hauptveränderung in der Landfauna, vorgeschlagen, das Pliozän durch Hinzufügung des „Pontiens“ zu erweitern. Dies sei auch deshalb angebracht, um ein gewisses Gleichgewicht in der zeitlichen Ausdehnung von Miozän und Pliozän herzustellen. E. SZÖTS (1958, S. 298) bemerkte, daß gegenwärtig in Ungarn unterschieden werden: 1. Sarmat, 2. ein unteres Pannon, beide als Vertretung des Obermiozäns, 3. ein oberes Pannon, als Äquivalent des russischen Pont.

C. GOUVERNET betonte (1958) abschließend, daß nach den vorliegenden Ergebnissen in Westeuropa ein Auftreten von *Hipparion* schon im Torton und eine Weiterentwicklung desselben schon vor dem Ende dieser Stufe anzunehmen sei. Auch die Basis der Kontinentalfazies liege schon im Torton; ihr Höhepunkt mag sich bis zum Unterpliozän erstrecken. Doch lasse sich keine Miozän-Pliozängrenze auf Grund der kontinentalen Formationen mit *Hipparion* feststellen. Daher werde vom Colloquium vorgeschlagen, die Basis des Pliozäns mit den ersten Anzeichen der Transgression des Pliozänmeeres anzusetzen. Dadurch würde das Miozän die ganzen Kontinentalformationen umfassen, welche das Ende des miozänen Sedimentationszyklus kennzeichnen.

A. PAPP (1958) will das Vindobon im Liegenden durch das Burgidal, im Hangenden durch die Schichten mit *Hipparion* (mit Beginn des Pannons) begrenzt wissen. 1959 werden auf einer Tabelle (S. 154), welche auch die regionale Gliederung im Rhônegebiet darstellt, die Mergel von Cabrières (offenbar D. MONGIN folgend) ins Helvet gestellt. Die darüber folgenden Schichten im Rhônegebiet (Sande mit *Terebratulina calathiscus*, Schichten mit *Nassa michaudi*), Mergel mit *Helix* werden in ihrer Gesamtheit dem Torton, Sarmat und Pont s. l. (= Pannon) parallelisiert; eine Darstellung, welche unter anderem mit der ausführlicheren, von mir 1957, S. 300, Tab. 5<sup>1)</sup> gegebenen Aufgliederung nicht in Einklang zu bringen ist. E. THENIUS (1959) vergleicht die Säugetierfaunen Mittel- und Osteuropas mit jenen des Mediterrangebietes, wobei das Auftreten der Leitform *Hipparion gracile* erst im Pannon vorausgesetzt wird. In einer weiteren Arbeit (1959 a) legt THENIUS die von ihm und A. PAPP entworfene Schichtgliederung der obermiozänen und „altpliozänen“ Sedimente und die Stellungnahme zur Frage der Miozän-Pliozängrenze eingehender dar. Im Mediterranbereich wird über der Hauptmasse des marinen Torton, die im wesentlichen dem Torton und Sarmat Pannoniens gleichgesetzt und mit dem osteuropäischen Torton, Untersarmat (Volhyn) und unterem Mittelsarmat (unterem Bessarab im Sinne der russischen Gliederung) parallelisiert wird, ein oberes marines Torton (= Redonien) unterschieden, im Hangenden von einem Messiniano bedeckt. Beide letzteren werden als zeitliche Äquivalente der höheren pannonischen Schichten Pannoniens sowie der mäotischen und pontischen Stufe Euxiniens angesehen. Das Sahélien wird ebenfalls als gleichzeitig mit dem oberen marinen Torton und mit dem Messiniano betrachtet. Die Miozän-Pliozängrenze wird im Mediterrangebiet zwischen Messiniano (somit auch über dem Pontien Rußlands) und dem Piacentin (bzw. der cimmerischen Stufe Rußlands) gezogen. Die von mir 1957 näher begründete Parallelisierung des Piacentins i. e. S. des Mediterranbereichs mit dem Oberpannon des Pannonischen Beckens (Pontien Euxiniens) wird demnach von THENIUS nicht anerkannt. Diese Parallelisierungen von E. THENIUS, die in der vergleichenden Schichttabelle (1959 a, S. 7) dargestellt sind, entsprechen meines Erachtens einem auf paläontologischer, z. T. nicht ganz gesicherter Grundlage durchgeführten Schichtvergleich, der die geologischen Großvorgänge (Transgressionen, tektonische Bewegungen, Reliefgenerationen) nicht berücksichtigt und zu einem komplizierten Bild führte. Dieses ist sicher eine vom paläontologischen Standpunkt aus mögliche Deutung, aber nicht die einzige; sie ist aber mit dem tektonisch-morphologisch-sedimentologischen Entwicklungsgang des mediterranen und pannonischen (euxinischen) Raumes nicht gut in Einklang zu bringen.

Den Versuch einer Parallelisierung zwischen den beiden Großräumen auf Grund der Land- und Süßwasser- (Brackwasser-) Conchylien unternahm S. GILLET. Die Autorin wies auf die weite Verbreitung von obermiozänen (altpliozänen) Landconchylienfaunen bzw Brackwasserfaunen hin. In der Toskana z. B. lagern über marinem Torton brackische Kalke mit *Syndesmia*, *Lucina*

<sup>1)</sup> Bei dieser Tabelle ist insofern ein Versehen unterlaufen, als die Sande mit *Ostrea undata* und *cuculata* des Pliozäns im Rhônegebiet irrtümlich zum Plaisancien (i. e. S.) statt zum „Astien“ gestellt erscheinen.

und *Ervilia* (?), darüber der Tripelhorizont, bedeckt durch Mergel mit einer brackischen Conchylienfauna und von brackischem Habitus. Diese Schichten werden als Basis des „Sarmat“ angesehen und durch Vordringen aus östlichen Bereichen erklärt. Ein zweites Eindringen östlicher Elemente sei am Ende des Mäots erfolgt (in einer Aussüßungsphase), da Arten der Odessa fauna in gewissen Teilen des Mediterrangebietes aufscheinen. In der Romagna wurde im Liegenden des marinen Plaisancien eine den griechischen ähnliche pontische Landconchylienfauna festgestellt, wie denn überhaupt über der Gipsformation ein Wechsel mariner mit terrestrischen Schichten festzustellen sei.

Mit diesen Ergebnissen und Deutungen verschiedener Forscher erscheint zwar eine neue Etappe für die Lösung der hier interessierenden Probleme erreicht. Ich fürchte aber, daß damit die Frage der Parallelisierung zwischen Mediterranbereich und östlichem Mittel- bzw. Osteuropa und das Problem der Miozän-Pliozängrenze noch nicht voll befriedigend gelöst erscheint.

3. Grundlagen für eine Ergänzung der auf paläontologischem Wege angenommenen Parallelisierungen zwischen den Mediterranbereichen, Pannonien und östlichen Europa durch regionale tektonische, sedimentologische und geomorphologische Gesichtspunkte.

a) Die Äquivalente der Plaisancientransgression der Mediterrangebiete im pannonisch-euxinischen Bereich.

Regionale tektonische Beziehungen: Die bedeutende Transgression des Plaisanciens, deren weite Verbreitung im Raum der mediterranen Orogene bekannt ist, kann nach den neuen Ergebnissen, zu denen auch jene aus den Erdölbohrungen im Mündungsgebiet des Rhône, in Oberitalien, in der Romagna und in Sizilien viel beitragen, auf einen tektonischen Großvorgang zurückgeführt werden, der einem regionalen, sehr weitreichenden und intensiven Herabdücken der junggefalteten Bereiche, z. T. mit ihren Zwischengebirgen, im Sinne von R. BOURCART (1958), abgeschwächt fortdauernd bis ins Quartär, entspricht und mit dem pliozänen Niederbruch der Tyrrhenis und ähnlich auch der Ägäis zusammenhängt. Diese Erscheinungen bedeuten für das Gebiet der padanischen Senke eine, dort mit starker Ausprägung auch noch während des ganzen Quartärs fortdauernde Einmuldung, die auf das Entstehen einer neuen Teilgeosynklinale deutet. Hier bildeten sich Mächtigkeiten feinkörnigen marinen Pliozäns bis über 3000 Meter, darunter sehr bedeutende des Piacentins (V. FOIS 1953, M. GORTANI 1958). Die neuen Bohrungen im Rhönemündungsbereich (L. BEAUFORT und Mitarbeiter, 1952) ergaben, daß dort eine Senkung von über 1000 Meter im Plaisancien stattgefunden hat und daß darunter eine alte Talrinne aus der Zeit maximaler Regression des Pontiens, mit zugehörigen Sedimenten, verschüttet mit marinem Pliozän, bis unter 1200 Meter Tiefe absinkend, vorliegt. Ein noch größeres Ausmaß der Niederbiegung ist unter dem Meere anzunehmen. Angesichts ähnlich großer Mächtigkeiten des Plaisanciens im Apenninbereich (besonders in der Romagna) und des regionalen Charakters der „altpliozänen“ Überflutung mit ihrem Eindringen in die Südalpen (Lombardei, an der Etsch, am Piaveaustritt), in die Dinariden Albanis, Griechenlands und nach Mazedonien kann angenommen werden, daß diese gewaltige Erscheinung auch in den benachbarten jungalpidischen Bau und in die abzweigenden dinarischen

Bereiche, sowie in die z. T. nur wenige 10er von km entfernte, anschließende Senke der Savezone und in das kroatisch-slawonisch-pannonische Becken vorgegriffen hat. Suchen wir im pannonischen Gebiet und seinen Randbereichen die Hauptphase junger Großsenkung, in der auch ein Übergreifen der Schichtfolge über Schwellen und Randgebiete der Ablagerungsräume festzustellen ist, so stoßen wir auf das obere Pannon, in dem sich solche Ereignisse besonders deutlich abgespielt hatten. Diese prägten sich in dem Übergreifen der oberpannonischen Ablagerungen in den östlichen Savefalten, mit Mächtigkeiten bis über 1000 Meter, bei Versinken ausgedehnter antiklinaler Schwellenzonen; in einem beträchtlichen Ausgreifen des oberpannonischen Niveaus am Saum der steirischen Bucht, deren östliche Hälfte auf etwa 100 km N-S Erstreckung und auf beträchtliche Breite mit der „südburgenländischen Schwelle“ (Winkler-Hermaden 1927, 1957) unter jungem Pannon versank; weiters in der fast vollkommenen Verhüllung des Bakonyer Waldes und seiner südwestlichen Fortsetzung durch transgredierende oberpannonische Sedimente, in den analogen Erscheinungen am mesozoischen Fünfkirchner Inselbergland (Meszek), schließlich in den gewaltigen Senkungen der Kleinen und Großen ungarischen Tiefebene aus. Sie erreichen, in Südwestungarn nachgewiesen, im Oberpannon ein Ausmaß von 1200 bis mindestens 1600 Metern, wobei fein- und feinstkörnige Sedimente entstanden sind. Im slowenisch-kroatischen Grenzbereich, im Ranner Becken, sind feinkörnige Schichtmächtigkeiten von ca. 1000 Meter Oberpannon feststellbar, an der Murinsel solche von ca. 1500 Metern, hier bei etwas stärkerer Betonung sandiger Komponenten. In Ostkroatien und Slawonien übersteigt die Mächtigkeit der vorherrschend mergeligen Oberpannonis sedimente — bei Ausscheidung eines Mittelpannons — 700 Meter. In den genannten Großräumen erscheinen dagegen Ausdehnung und Mächtigkeit der höherpliozänen (dazisch-levantinischen) Ablagerungen sehr eingeschränkt, mit Ausnahme eng begrenzter lokaler Zonen. Dies legt nahe, die großen oberpannonischen Senkungen den gewaltigen Niederbiegungen des mediterranen Großraums im Plaisancien zeitlich gleichzustellen. Damit erscheinen die oberpannonische Schichtfolge des pannonischen Beckens und die pontische Stufe Euxiniens als das Äquivalent des Plaisanciens (i. e. S.).

b) Die paläontologischen Beziehungen im Plaisancien zur Schichtfolge im pannonischen (euxinischen) Ablagerungsbereich. Die allgemeine Auffassung geht dahin, daß das Plaisancien (auch jenes i. e. S.) schon durch die Fauna mit *Mastodon arvernensis* und *M. borsoni* gekennzeichnet sei. Nach den vorliegenden Daten ergibt sich — auch nach eingezogenen Erkundigungen bei italienischen und französischen Forschern — daß in den Komplexen des Plaisanciens i. e. S. bzw. des Piacentins noch kein einziger Rest der für höheres Pliozän (Astien) kennzeichnenden Säuger gefunden wurde. Sicher ist das Fehlen höherpliozäner Säuger im Plaisancien noch kein Beweis für eine zeitliche Äquivalenz mit dem Oberpannon der Paratethys, natürlich aber auch kein Gegenbeweis. Wohl aber weist der Umstand, daß die Hipparionfauna von Cassino, die noch miozäne Anklänge aufweist und nach vorliegenden Angaben enge Beziehungen zum überlagernden marinen Piacentin zeigt, darauf hin, daß auch letzteres noch derselben Serie zugehört. So stellte auch PILGRIM (1944) nebst anderen die Fauna von Cassino an die

Basis des Piacentins (vgl. hierzu auch A. HOOIJER, 1946). An sich würde aber selbst das Auftreten von Formen, welche *M. arvernensis* nahestehen, nicht als Beweis für ein höherpliozänes („nachpannonisches“) Alter der bergenden Schichten gelten können. Denn in den unterpannonischen Schichten (höhere Teilhorizonte) des steirischen Beckens treten Reste auf, welche sehr nahe Beziehungen zu *M. arvernensis* aufweisen und z. T. auch zu dieser Art gestellt worden waren (F. BACH 1908, L. v. LOCZY 1916). Dasselbe gilt für einen analogen Fund im sicheren Pontico am venetianischen Südalpensaum (G. STEFANINI, 1912). Demnach hat die Entwicklung von *M. arvernensis* sogar schon im Pannon i. e. S. bzw. in dessen mediterranen Äquivalenten begonnen.

Einen besonders eindrucksvollen Beleg für die zeitliche Äquivalenz des Plaisanciens mit dem Oberpannon (= „Pont“ Rußlands<sup>1)</sup>) ergibt sich aus den Feststellungen von J. VIRET in der Bresse (am Fuße der Dombes) aus dem Raum nördlich von Lyon. Nach den Untersuchungen von DEFÉRET, DENIZOT u. a. erfüllt das marine Plaisancien breitere und tiefere, durch vorangegangene Erosion entstandene Talrinnen, welche in die Schichten des „Pontiens“, in das darunter befindliche marine Miozän und z. T. auch in das Grundgebirge um mehrere 100 Meter eingesenkt erscheinen. Das Plaisancienmeer drang, bei sehr rascher Senkung, in diese Talsenke bis nahe Lyon vor und lagerte feinkörnige Sedimente ab. Diese Senkung entspricht offensichtlich nur teilweise dem gegenwärtigen, breiten Rhônetalboden; sie verlief streckenweise seitlich desselben, wobei nach G. DENIZOT Verbiegungen während der Sedimentation des Plioziäns anzunehmen wären. Es ist nun von besonderer Wichtigkeit, daß im Südteil der Dombes (am Anfang der großen jungpliozänen Senkung der Bresse, nördlich von Lyon) in den unteren Schichten von Mollon, im Raum von Bonzonilières, von VIRET (1939) eine Fauna festgestellt wurde, die noch einen miozänen (pontischen) Habitus aufweist (Kleinsäuger und Landconchylien). Die Schichten lagern auch hier in einer Talrinne (vgl. Profil bei ROMAN, 1936). Diese Fauna besitzt nach VIRET keine Beziehungen zur pliozänen Säugerfauna von Roussillon. Ihr Auftreten wurde auch von M. GIGNOUX (1955) entsprechend gewertet. P. JODOT betonte ebenfalls den besonderen Charakter dieser Fauna und hielt es für möglich, daß sich hier eine Formengruppe des Miocène supérieur länger erhalten hätte. Naheliegender ist es, daß in der breiten Rinnenfüllung bei Mollon ein zeitliches terrestrisches Äquivalent des marinen Plaisanciens der Rinne südlich von Lyon vorliegt; bei Zutreffen diese Deutung erscheint es als gleich alt mit dem Oberpannon (= Pontien der russischen Geologen).

In Korsika sind (nach OTTMANN, 1957; Referat 1959) im Plaisancien terrestrische Schichten eingelagert, die eine Fauna vom Charakter des Pontiens von Kumichbouroun, mit *Prosodacna* aufweisen; nach S. GILLET (1959) Arten, die im Rhônegebiet im basalen Pontien auftreten, wie *Melanopsis narzolina* (im Komplex der Mergel mit *Helix christoli*) oder wie *Dreissensia rostriformis* und *Congerina simplex*, die dort, unter den marinen Schichten des Plaisanciens, in den basalen Congerienmergeln von Bollène aufscheinen. S. GILLET führt aus dem Pontico der Romagna (Faenza, Cesena) eine Fauna mit *Melanopsis*

<sup>1)</sup> Meiner Auffassung nach ist daher das Oberpannon des pannonischen Beckens bzw. das Pont Rußlands jünger als das Pontien des Mediterrangebietes.

*narzolina* an, einer Leitform des Mäot. Im Profilschnitt von Gabbro (Toskana) stellte M. GILLET im obersten Horizont des Messinianos Limnocardien des Typus *Replidacna* fest, welche sich an die von A. PAPP aus dem Wiener Becken beschriebenen ausschließen. Dort hat aber PAPP das Auftreten dieser Formen im tiefsten Pannon festgestellt. Nach GILLET ist im westlichen Mediterrangebiet eine lagunäre Fazies des „Pontien“ vorhanden, mit Dreissensien, Congerien und Limnocardien, wo nach Auffassung der Autorin Faunenelemente des Unterponts von Odessa in „Asylen“ länger bestehen bleiben konnten. Näherliegend erscheint mir die Deutung, daß es sich bei diesen Bildungen mit der Fauna des russischen Unterponts um Einlagerungen in einem Komplex handelt, der überwiegend in der Fazies des marinen Äquivalents des russischen Oberponts, des Plaisanciens, vorliegt. Auch aus den Angaben der Autorin und anderer über die Pontienfaunen in Griechenland scheint es, daß keine jüngeren Formen unter den Land- und Süßwasserconchylien auftreten, als solche des russischen Unterponts und daß diese letzteren mit dem Plaisancien verbunden sind. An dieser Stelle können diese paläontologisch-stratigraphischen Fragen nicht näher erörtert werden. Sie scheinen aber zu ergeben, daß auch die Landfaunen im Mediterrangebiet keinen Einwand gegen eine Gleichzeitigkeit des Hauptteils des russischen Pontiens mit dem marinen Plaisancien begründen.

c) Der Vergleich der Schichtmächtigkeit des „Pontiens“ in den Mediterrangebieten mit jenen des Oberpannons in Pannonien.

Von den meisten Autoren, zuletzt auch von M. GILLET, wurden auf der Apenninhalbinsel die Äquivalente der sarmatischen und der pannonischen Stufe des Wiener Beckens und Pannoniens in dem relativ geringmächtigen Schichtkomplex des Messinians gesucht, dessen tieferer Teil (brackische Schichten und Tripelhorizont) dem Sarmat entsprechen würde, der obere Teil aber (formazione gessoso solfifera und auflagernde Congerienschichten) dem gesamten Pannon (= Mäot + Pont). Dazu ist festzustellen: Im Wiener Becken erreichen die vorwiegend feinkörnigen Sedimente des Sarmats Mächtigkeiten bis zu 1400 Meter, jene des Pannons bis zu 1500 Meter. In der ungarischen Tiefebene sind solche des letzteren allein bis 2500 Meter sichergestellt. Diese Schichtmächtigkeiten sind unvergleichlich größer als jene in den bisher als gleichaltrig angenommenen Komplexen der Mediterrangebiete, die auf der Apenninhalbinsel und in Nordafrika einige 100 Meter nicht übersteigen (nach BOSNIASKI in Toskana nur über 200 Meter Gipsformation und Congerienschichten). In der padanischen Senke beträgt die Mächtigkeit des „Messinians“ zwar auch meist nur einige 100 Meter, erreicht aber stellenweise 700 Meter und mehr. Dort befindet man sich aber nahe dem stark aufsteigenden Alpenrand. Am Südalpensaum selbst treten (nach STEFANINI 1915) die Ablagerungen des Pontico meist als grobe Schottermassen auf (vgl. auch E. FERUGLIO 1929), mit nur geringmächtigen tonigen Schichten an der Basis, wobei erstere sich naturgemäß sehr rasch gebildet hatten und Mächtigkeiten von einigen 100 Metern bis zu kaum 1000 Metern aufweisen. An der Nordabdachung des Apennins wird von R. B. BEHRMANN (1943) für das „Sarmat“, worin er offenbar auch die Schichten der formazoine gessoso solfifera einschloß, beckenwärts eine Mächtigkeit von 400–500 Meter angegeben, während für das „Pontico“ (Congeriemergel mit Geröllagen) eine nur geringe Stärke angeführt wird.

Ähnliches gilt für die Verhältnisse im Rhônegebiet. Im allgemeinen sind

dort, wobei die Schichtfolge des „Pontien“ im basalen Teil einen verbreiteten tonigen Mergelhorizont, darüber aber Sande mit Einlagerungen auch von Schottern aufweist, nur Mächtigkeiten von einigen 100 Metern zu verzeichnen. Die Ablagerungen bilden das Hangende des marinen Miozäns, dessen oberster Horizont, im Sinne von G. DENIZOT, die brackischen Schichten mit *Nassa michaudi* bilden. Die mäßige Mächtigkeit ist bemerkenswert, obwohl man sich im unteren Rhônegebiet in der Nähe der in junger Zeit (Obermiozän-Pliozän) sehr stark gehobenen Westalpen befindet. Sie nimmt dann erst bei unmittelbarer Annäherung an die Westalpen im Bereich des mittleren Durancegebietes (Raum von Digne) zu, wo große Schuttmehäufungen aus den Alpen die Landschaft Valensole aufbauen. Ein Teil dieser kompakten Schottermassen, der übrigens nach Profilen von DE LAPPARENT (1939) der als Pontien angesehenen Hauptmasse diskordant auflagert, wird schon ins jüngere Pliozän gestellt. Diese bis an 1000 Meter Mächtigkeit erreichende, grobklastische Fazies des Pontiens ist zweifellos äußerst rasch gebildet worden, wie auch aus der an den großartigen Aufschlüssen von Le Meés im Durancetal feststellbaren völligen Schichtlosigkeit der groben fluviatilen Molasse zu erkennen ist. Ähnliches gilt für die verhältnismäßig bescheidenen Schichtmächtigkeiten des Sarmatien-Sahelien in Nordwestafrika.

Aus diesen Angaben folgt, daß die Zeitdauer des Messinians in Italien, bzw. des Sarmatien-Pontiens in Südfrankreich nach der Mächtigkeit der Ablagerungen — unter Berücksichtigung ihres Bestandes und ihrer Entstehungsart — in keiner Weise auch nur annähernd jener entsprechen kann, welche die Stufen des Sarmats und des Pannons i. w. S. in Pannonien bzw. in Rumänien und Südrußland erkennen lassen. Die Pontienfolge in Frankreich und in Italien kann unmöglich ein zeitliches Äquivalent für das gesamte Pannon (i. w. S.) in Pannonien bzw. für Cherson, Mäot und Pont in Euxinien darstellen.

d) Die großen intrapannonischen Erosionsvorgänge in den Ostalpen und am Ostfuß der Alpen und ihre Entsprechung im Mittelmeerranbereich. Der Zeitraum des Pannoniens (i. w. S.) erweist sich als sehr langdauernd und von bedeutenden tektonisch-morphologischen Ereignissen betroffen, für den — bei einer Gesamtlänge des Pliozäns von ca. 12—14 Millionen Jahren — eine Dauer von 7—9 Millionen Jahren als wahrscheinlich erscheint. Wie von mir 1957 dargelegt, lassen sich analoge Großvorgänge wie in den östlichen Alpen im Rhônegebiet Südfrankreichs und auf der Apenninenhalbinsel grundsätzlich wiedererkennen. Am Ostalpensaum bilden sich während des Pannons 2 Phasen alpiner Gebirgsbewegungen ab: Die eine als frühintrapannonische Phase, die am östlichen Zentralalpensaum eine Verdrängung der stehenden Wässer, Erosion im Gebirge und einen starken Schuttransport zur Folge hatte (im C-D des Pannons); eine zweite am Ende des E (Beginn des F) des Oberpannons, die Erosion und Schuttkegelvorstöße bis nach Westpannonien bedingte. Im Laufe des älteren Oberpannons wurden die Erosionsrinnen am breiteren Gebirgssaum wieder verschüttet. Auch das Ende des Pannons erscheint wiederum durch das Einsetzen von Gebirgsaufwölbungen gekennzeichnet.

Diesen tektonischen Paroxysmen gegenüber erscheint der Beginn des Pannons am Ostalpensaum — nach dem Rückzug des oberstsarmatischen Meeres (Verarmungshorizont!) — durch das Übergreifen des pannonischen Sees, stellen-

weise auch durch eine Störungsphase getrennt, charakterisiert, wobei sich weithin flächenhaft mehr oder minder feinkörnige Sedimente bildeten (Pannon B), erst anschließend gefolgt von der frühintrapannonischen Hebung- und Erosionsphase.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Großvorgänge auch an der Westflanke der Alpen, im Rhônegebiet, ihr Spiegelbild gefunden haben: Am Beginn des Pontiens in dem Übergreifen der Mergelserie von Ratavoux (Schichten mit *Helix christoli* und *Melanopsis narzolina*) in größerer Ausdehnung, z. T. diskordant über marinem Miozän bis auf Mesozoikum (COMBALUZIER 1932) übergreifend, bzw. in der Entstehung der lignitführenden Süßwasserfolge an der Basis des Pontiens im Lyonnais (Tone von Chazeaux, F. ROMAN 1939), alles Schichten, welche bereits die ausgesprochenen Hipparionfauna aufweisen; darüber die Entstehung der mächtigen, grobklastischen Entwicklung am Luberon, mit der Fauna von Cucuron und mit den Konglomeraten von Valensole im Durancegebiet. Im Rhônegebiet gehören hierher die einige 100 Meter mächtigen Sande und Schotter mit *Helix delphinensis*, grobklastische Sedimente als Auswirkungen sehr bedeutender Erosionsvorgänge, entsprechend den frühintrapannonischen gesteigerten Denudationen am östlichen Alpensaum. Nach den Ergebnissen von CH. DEPERET, G. DENIZOT u. a. folgten im Rhônegebiet erst in einer nachfolgenden Phase jene bedeutenden Bewegungen, die am Westrand der Westalpen (Valensole) das Gebirge auf die Pontienkonglomerate aufgeschoben und letztere gestört haben; ferner die Gesamthebung des Vorlandes im Rhônegebiete, die sich in der Entstehung von mindestens 500 Meter tiefen Erosionsrinnen vom Raum der Bresse über Lyon bis zum Meer ausprägt und sich durch Bohrungen im Rhônemündungsgebiet als bis 500 Meter tiefe Einkerbungen verfolgen lassen. Sie bedingten einen Rückzug der stehenden Gewässer über das gesamte Rhônegebiet hinaus. Ich vergleiche diese Phase mit jenen Erosionen und Schottervorstößen, die mit Beginn des Oberpannons am östlichen Alpensaum eingetreten waren. In beiden Großbereichen folgte darauf, durch bedeutende Absenkungen bedingt, ein Übergreifen der stehenden Gewässer: Im Osten jene des Oberpannons (Pannonien) bzw. des Pontiens (Euxinien), im Mediterranbereich jene des Plaisancienmeeres. Ein Rückzug der stehenden Gewässer gibt sich schließlich, wiederum großtektonisch bedingt, in beiden Großbereichen gleichzeitig zu erkennen: Im O am Ende des Pannons Rückzug der Wasserbedeckung auf beschränkte Räume (dazische Senken); in der Rhônebucht in der Versandung und in einem Rückzug des Meeres (Sande mit *Ostrea cucullata* und *O. undata*, darüber brackischer Horizont mit *Congerina basteroti*).

e) Die Parallelisierung der sarmatischen Schichten des Mediterrangebietes mit jenen Pannoniens. Die Fazies brackischer Schichten von sarmatischem Habitus ist im Mediterranbereich zwar weithin flächenhaft, aber nur in relativ geringer Mächtigkeit verbreitet. S. GILLET (1959) hat versucht nachzuweisen, daß die Stufe des russischen Untersarmats (Volhyn) im Mediterranbereich weiter verbreitet ist. Die von ihr angeführten Faunen erweisen zwar zweifellos den brackischen Charakter der sie bergenden Schichten und lassen in diesen Äquivalente eines Teiles der sarmatischen Stufe vermuten. Es wird aber wohl noch ein genaues Studium derselben erfordern, um festzustellen, ob die genannten Schichten gerade nur dem Volhyn entsprechen, da

die angeführten Arten auch noch in den höheren sarmatischen Schichten Pannoniens (=Mittelsarmat Rußlands) auftreten und fazielle faunistische Differenzen zwischen dem östlichen Becken und den Mediterranbereichen durchaus wahrscheinlich sind. Im Mittelmeerbereich lagert der Tripelhorizont den vorgenannten brackischen Schichten auf oder verzahnt sich mit diesen. Er kann, nach seinem Auftreten in Kroatien in den obersten Lagen der sarmatischen Schichten des pannonischen Beckens, in diese letzteren verwiesen werden. Dadurch erscheint ein weiterer Vergleichspunkt zwischen dem Mediterranbereich und Pannonien angezeigt. Die relativ geringe Mächtigkeit des „Sarmats“ auf der Apenninhalbinsel und der Umstand, daß sich die Auswirkung des aus den Südalpen stammenden carinthischen Schuttkegels innerhalb des mittleren Sarmats des steirischen Beckens am venetianischen Alpensaum noch innerhalb des höheren marinen Torton (unterhalb des dortigen Sarmats = Asolian DAL PIAZ 1916) erkennen läßt, spricht dafür, daß das „Sarmat“ der Apenninhalbinsel (und Venetiens) nur dem höheren Teil des Sarmats Pannoniens entspricht.

Das über den Tripelhorizont auf der Apenninhalbinsel weithin verbreitete marine Niveau (Riffkalke mit *Cardita jovanetti*, marine Bivalvenschichten, schon von älteren italienischen Geologen beschrieben) kann dann als das zeitliche Äquivalent der tiefpannonischen Transgression angesehen werden (vgl. WINKLER-HERMADEN 1957, S. 298) und jener regionalen Spiegelhebung entsprechen, welche in südwestlichen Teilen des Mediterranbereiches der Rekurrenz der marinen („ortonischen“) Verhältnisse im Sahélien, im pannonischen Bereich aber dem Ansteigen der nunmehr nahezu ganz entsalzten stehenden Gewässer im tiefen Pannon verglichen werden kann. A. PAPP und E. THENIUS haben 1959 diesbezüglich, bezugnehmend auf die Ausführungen von TREVISAN betreffend Toskana, eine analoge Auffassung vertreten.

Aus dieser Feststellung ergibt sich, daß im Mediterranbereich die reine Meeresbedeckung im (östlichen) Sarmat länger, vermutlich bis zum höheren Sarmat des Ostalpenraumes, angedauert hat. daß hierbei nach S. GILLET zeitweilig Meeresverbindungen zwischen Pannonien-Euxinien und dem Mediterranbereich bestanden hatte, daß aber am Ende des Sarmats (im Sinne der Gliederung in Pannonien) gleichzeitig ausgesüßte Becken in beiden Großräumen entstanden waren. Ein spätestarmatischer Vulkanismus bedingte die Entstehung der so weit verbreiteten Tripelformation. Der Vergleich der Schichtfolgen mit den nordöstlichen Bereichen läßt aber für das Rhônegebiet die Schlußfolgerung zu, daß dort, bei dem Zurücktreten ausgesprochen brackischer Horizonte von sarmatischem Habitus, jedoch bei dem Auftreten gipsführender Schichten in den obersten 100 Metern des marinen Torton an der Sasse (Durance-Bucht nach DE LAPPARENT 1939), das salzige Meer bis zur Untergrenze des Pannons (Mäots) angedauert hat.

Die Analogie in den großen geologischen Ereignissen am östlichen, südlichen und westlichen Alpensaum und in den anschließenden Bereichen ist so auffällig, daß nicht daran zu zweifeln ist, daß das Einsetzen der brackisch-limnischen Verhältnisse des Pannons in Pannonien und in den Mediterranbereichen ein zeitlich einheitlicher Vorgang gewesen ist. Die Annahme von H. TOBIEN und A. PAPP, daß im Rhônegebiet das Meer längere Zeit hindurch noch während des Pontiens

| Stufen   | (Mittl.)<br>Rhonegebiet  | Bresse (bei Lyon)   | Durance   |
|--|--|---|---|
| Ältestes Quartär<br>Villafranchien   | Geröllmassen   | Geröllmassen  |   |
| Astien   | Geröllmassen u.<br>Sande. Obere Sande<br>u. Süßwasser-Kalke<br>HOR. m. <i>Potam.<br/>basteroti</i><br>Sande m. <i>Ostrea<br/>undata</i> u. <i>cuculata</i><br>( <i>Mast. arvernensis</i> ) | Sch. von Treveaux<br><br>Tuffe v. Meximieux<br><br>Viviparen-Sch. von<br>Mollon (Arv. Fauna)<br>(Fauna v. St. Clair<br>b. Lyon) | Schuttkegel   |
| Plaisancien<br>(Placentin)<br>d. Mediterrangebiete<br>Oberpannon (Pannonien)<br>Pont. St. Rußlands | Mergel m.<br><i>Nassa semistriata</i><br>Sch. m. <i>Ostrea<br/>cochlear</i><br><br>Mergel v.<br>Chazeau b. Lyon  | Untere Serie v.<br>Mollon<br>(Fauna v.<br>Bonzonnières)   |   |
|  | Congerien-Sch.<br>(Bollène)  |   |   |
| Mäot   | Sande m. <i>Helix<br/>delphinensis</i><br>(Fauna v. Visan)<br><i>Hipparion</i> -Fauna<br>v. Croix rousse<br>Fauna v. St. Jean<br>de Bournay  | Süßwassermol. m.<br><i>Macroz. Colongeoni</i><br><i>Hipparion</i> Fauna v.<br>Soblay  | Konglomerate v.<br>Valensole<br>Blockschotter<br>Rote Lehme v.<br>Cucuron |
| Sarmat-Rußlands  | Cherson  | Lignitführende<br>Mergel  | Mgl. v. Ratavoux<br>Mgl. m. <i>Unio<br/>flabellatus</i>                   |
|  | Rostov.  |   |   |
|  | Bessarab   |   |   |
|  | Volhyn   |   |   |
|  | Sarmat Pannoniens<br>Sarmat<br>Med. Geb.   | Sande m. <i>Nassa<br/>michaudi</i>  |   |
|  | (Torton-<br>faunen)  |   |   |
|  |  | Sande mit <i>Terebra-<br/>talina calathiscus</i>  |   |
| Tortonien<br>der<br>Mediterran. Gebiete  | Fauna von<br>Grive -<br>St. Alban  |   | Mergel von<br>Cabrières   |
| Helvetien  |  |   | Molasse von Cucuron   |
| Legende:   | = Diskordanzen   |   |   |

| Pannonien<br>Wiener- u. Steir. Becken   |   | Euxinien                                 | Transgressionen     | Vorgeschlagene<br>Formationsgrenzen |
|---|---|--|---------------------|-------------------------------------|
| Laabergschotter<br>Schotter m. Roterden   |   | Tschauda-St.                             |                     | Quartär                             |
| Obere   | Basalte<br>Paludinensch.<br>Levant.-St.<br>Daz.-St. | Kujalnik-St.                             |                     | Pliozän                             |
| Mittlere  |   |  |                     |                                     |
| Untere  |   | Dazien (Kimmerien)                       |                     |                                     |
| Fauna von Baltavar vorherrschend Sand-Sandmergelfazies (Süßwasserschichten u. Kaspibrack) | Oberpannon (F - H (evtl.))                          | Bosphorian<br>Novorosijsk<br>Eupatorian  | Pontische-St.       | Transgression                       |
| vorwiegend Mergel   | Mittl. Pannon (E)                                   | Tmutarakanian<br>Bagerovian<br>Kapkanian | Mäot.-St.           | Transgression                       |
| Mergel und Sande  | Unt. Pannon (C) - (D)                               | Chersonian                               |                     |                                     |
| Ostracoden Mergel   | (AB)  |  |                     |                                     |
| Verarmungszone  | Sarmat  | Rostovian                                | Torton              | Transgression                       |
| Oberes  |   | Bessarabien                              |                     |                                     |
| Mittleres   |   |  |                     |                                     |
| Unteres   |   | Volhyn                                   |                     |                                     |
| Übergangsschicht.   | Torton  | Torton                                   |                     | Miozän                              |
| Oberes  |   |  |                     |                                     |
| Unteres   |   |  | Transgression z. T. |                                     |

(= Unter-Mittelpannon in Pannonien) bestanden hätte, und daß daher mindestens der höhere Teil der marinen tortonischen Schichtfolge von Cabrières im Durancegebiet, die brackischen Sande mit *Nassa michaudi* und ein Teil ihres marinen Liegenden im Lyonnais schon dem Pontien (= Pannon) zugehören sollten, erscheint danach sehr unwahrscheinlich. Dem 1. das transgressive Übergreifen der Basis des „Pontiens“ im Rhônegebiet (Mergel mit *Helix christoli*) leitet eindeutig einen neuen geologischen Teilzyklus ein. 2. Die Entwicklungsgeschichte des „Pontiens“ im Rhônetal ist auch dann, wenn man im Sinne meiner Ausführungen das Plaisancien mit dem Oberpannon (= Pontien Rußlands) vergleicht, so ereignisreich (Transgression der basalen limnisch-brackischen Mergel, Hebungen und Förderung mächtiger Schotterdecken, Stillstand der Bewegung, Hebungen und Talerosionen, neuerliche Transgression des Plaisanciens mit den Congerierschichten bei Bollène an der Basis), daß die Zurechnung eines marinen Komplexes aus der geschlossenen Serie des Tortons zum Pannon (= „Pontien“) sehr unwahrscheinlich wird. 3. Nirgends ist bewiesen, daß *Hipparion* genau an der Grenze zwischen dem Sarmat und dem Pannon im Mediterranbereich aufgetreten ist. Viel wahrscheinlicher ist es, daß die großen orogenetischen Bewegungen, welche sich schon im Obersarmat des Ostens abzeichnen (vgl. auch L. DAVIDASCHWILI 1939), die Wanderungen eingeleitet haben, welche *Hipparion* nach Europa brachten. In Übereinstimmung mit einer größeren Zahl von Forschern halte ich es für durchaus möglich, daß im Obersarmat (im Sinne der Gliederung in Pannonien) oder doch zumindest im obersten Sarmat bereits Hipparionen aufgetreten sind und daß daher die diese Reste liefernden Teile der Mergel von Cabrières<sup>1)</sup> und ihre nach DENIZOT wahrscheinlichen, landeinwärts gelegenen Äquivalente (Sande mit *Nassa michaudi*) in ihrem Auftreten schon einem Zeitabschnitt des oberen Sarmat Pannoniens entsprechen. Für Bou Hanifa wäre aus dem Auftreten unterhalb der das oberste Sarmat kennzeichnenden Tripelschichten ebenfalls ein oberst-sarmatisches Alter zu postulieren.

f) Zur Miozän-Pliozängrenze. Die Miozän-Pliozängrenze erscheint, auch nach dem Beschluß des Colloquiums Aix 1958, vorteilhaft in jenen Zeitraum einzuordnen, welcher der Basis der Plaisancientransgression entspricht. Jene brackisch-limnischen Schichten, die sich dort einschalten, wären wegen ihres Zusammenhanges mit dem übergreifenden Komplex auch schon dem Pliozän zuzuzählen. Wenn im Sinne meiner Auffassung das Plaisancien als zeitliches Äquivalent der russischen pontischen Stufe, bzw. des Oberpannons in Pannonien aufgefaßt wird, so kann dieser Vorschlag der Grenzziehung, die mit dem Eintritt einer neuen Meeresüberflutung zusammenfällt, auch mit jenem russischer Kollegen in Einklang gebracht werden, der die Grenze zwischen mäotischer und pontischer Stufe annimmt. In Pannonien wäre die Miozän-Pliozänscheide zwischen mittleres und oberes Pannon zu verlegen, die sich deutlich in faunistischer und fazieller Hinsicht unterscheiden. Auf morphologische Gesichtspunkte, welche die hier durchgeführten Parallelisierungen unterstützen, kann in dieser Studie aus Platzmangel nicht eingegangen werden.

<sup>1)</sup> Ihre Zuordnung zum Torton scheint zurecht zu bestehen, jene zum Helvet überwiegend nicht akzeptiert zu werden (C. R. Exkursionsbericht, 1958).

## Zusammenfassung

Nach ausführlicher Darlegung der bisherigen Deutungen wird die Frage der Parallelisierung obermiozäner und pliozäner Horizonte der Mediterrangebiete mit jenen Pannoniens und Euxiniens näher erörtert und auch das Problem der Miozän-Pliozängrenze behandelt. Unter Würdigung der vorliegenden paläontologischen Ergebnisse wird versucht, zur Lösung strittiger Fragen auch geologische Großvorgänge, deren gleichzeitiger Eintritt vorauszusetzen ist, heranzuziehen. Im Mediterranbereich ist nur der höhere bzw. höchste Teil der sarmatischen Stufe Pannoniens (etwa dem Bessarab Rußlands entsprechend) in typischer brackischer Fazies entwickelt, das tiefere Sarmat aber wahrscheinlich noch in tortonisch-mariner Ausbildung; die Spiegelhebung des pannonischen Sees im tieferen Unterpannon entspräche der marinen Schichtentwicklung über dem Sarmat (mit dem Tripelhor.) auf der Apenninhalbinsel, sowie dem rein marinen Teil des Sahéliens, schließlich den teilweise übergreifenden lakustren Bildungen im unteren Rhône-Durancebereich. Eine erste große intrapannonische Bewegungsphase, mit gewaltigen Schuttförderungen speziell im Durancegebiet von den Alpen her, entspricht analogen Erosionsvorgängen am pannonischen Alpensaum, eine zweite bedeutende pannonische Bewegungsphase bedingte die großen Talerosionen im Rhônegebiet, wie am Ostsaum der Alpen. Den letzteren folgten die Überflutungen des Plaisanciens im Mittelmeerranbereich und jene des Oberpannons im pannonischen Bereich. Schließlich wurde dargelegt, daß Hebungen nach dem Plaisancien und nach dem Oberpannon gleichzeitig den Rückzug der stehenden Wässer im Osten und Westen bedingt haben. Damit wird eine weitere Begründung für die Verlegung der Miozän-Pliozängrenze an die Basis der Transgression des Plaisancienmeeres (= Basis des Oberpannons bzw. des russischen Pontiens) gegeben.

## Schriftennachweis: \*)

- ANDRUSSOW, N.: Plioc. de Russie. Mem. soc. sc. Bohême, Prag 1927.  
 ARAMBOURG, C.: Vertébr. Afr. N., Monogr. Cgr. geol. int. 19, ALGER 1952/54.  
 BACH, F.: Alter Belved. Schott; Cbl. f. geol. Stuttgart 1908.  
 BEAUFORT, L., BRUNEAU, J., GREPRIN, A. & YVES, J.: Amplit. l'éros. pont. Camargue. Bull. soc. geol. Fr., 1952.  
 BEHRMANN, R. B.: Faltenbog. Appen; Abh. Ges. Wiss. Göttingen, m. n. Kl. 15, 1936.  
 BOSNIASKI, S. de.: Mt. Livornesi. Atti. soc. Tosc. 63, 1879.  
 — Form. gess.-solf.; ebendort, 1880.  
 BOURCART, R.: Et. plioc.-quart. Roussillon. Bull. serv. carte geol. Fr. 218, 1945.  
 — Probl. submar. geol.; Paris, Masson, 1958.  
 CALLAS, M.: C. R. Aix. 1958.  
 CAPPELLINI, G.: Strati. à Cong. Pisa. Mem. soc. sc. Bologna, 1880.  
 — Form. gess.-solf. Atti. Acc. Lincei. Rom, 1880a.  
 CHAVAN, A.: Correl. form. plioz. et. quart; Bull. soc. geol. Fr. 20, 1950.  
 COMBALUZIER, CH.: Le mioc. de la Basse provence. Bull. Carte Geol. France, 35, 1933.  
 CRUSAFONT PAIRO, M.: El limite superior del mioc. en Europe. Compt. Rend. Congr. geol. Internat., Sect. XIII, Algèr, 1954. — C. R. Aix 1958.

\*) C. R. Aix 1958 bedeutet: Comptes Rendus des Congrès des Sociétés savantes de Paris et des Départements à Aix et à Marseille 1958, Colloque sur le Miocène.

- DALLONI, M.: Tort. sup. Algerie-Neog. med.; C. R. Cgr. geol. int. Algier, 1952/54.
- DAVIDASCHWILL, L. S.: Zusammensetz. u. Herkunft. mäot. Faun; Cbl. f. Geol. Stuttgart, 1930.
- Oncophora beds.; Probl. of. pal. II/III, Moskau, 1937.
- DENIZOT, G.: Plioc-quart. Bas-Rhone. Bull. Carte. geol. Fr. **42**, 1940/41.
- Classif. terr. tert. Europe. Rec. trav. lab. Montpellier, Mem. **3**, 1952.
  - Conc. de retablier de tort. C. R. Aix, 1958.
- DEPERÉT, CH.: Sur la classif. et le paralelisme du système miocène. Bull. soc. geol. Fr. **3**. ser. **21**, 1893.
- FERUGLIO, E.: Spieg. cart. geol. tre Venezie, Udine, 1929.
- FOIS, V.: Ripalta gas field. Bull. amer. assoc. of petr. geol. **37**, 1953.
- FUCHS, TH.: Ref. über „Bosniaski“. Verh. geol. R. A. Wien, 1880 und 1882.
- FUCHS, TH. & STEFANI, C.: Jungtert. Bild. Österr. Ungarns zu Ital.; ebendort 1878.
- GIGNOUX, M.: Form. mar. plioc. et quart. Ital.; Annal. Univ. Lyon, 1913.
- Geol. strat. 4. Aufl. Paris 1950.
  - Strat. geol. Freeman & Co., S. Francisco, 1955.
- GILLET, S.: Synchron. mioc. sup. et. plioc. Europe centr. et or.; Bull. soc. geol. Fr. **5**, 1933.
- Bass. medit. et euxin. neog.-quart. Bull. serv. carte geol. Alsace-Lorr. **10**, 1957.
- GORTANI, M.: Conosc. strutt. del'Italia. Geotekt. Symp. (Stille-Festschrift), Stuttgart, 1956.
- Giacim. gassif. occ. Europe. Atti. concorso di Milano de methano, 1957.
- GOUVERNET, C.: Limite sup. du Mioc. C. R. Aix 1958.
- GROMOVA, V.: Die Gattung Hipp.; Trav. Inst. Pal. Acad. Sc. URRS, **86**, Moskau, 1953.
- HOERNES, R.: Sarmat. Conch. Ödenburg. Com.; Jahrb. geol. R. A. Wien, **47**, 1897.
- Vorpont. Erosion. Sitz. AK. Wiss. Wien, **109**, 1900.
- HOFSTETTER, R.: Monde viv. mioc. C. R. Aix, 1958.
- HOOIJER, A.: Notes on some pontian mammals from Sicily, figured, by Seguenza. Archiv. néerland. de Zool. **7**, 1946.
- JANOSCHEK, R.: Das inneralpine Wiener Becken; In: „Geologie von Österreich“, Verl. F. Deuticke, Wien 1951.
- JODOT, P.: Sur la classif. du Miocène . . . Bull. soc. geol. France, Paris 1955.
- LAPPARENT, A. F. DE: Regions provence et. alp. èntre Var-Durance Bull. serv. carte geol. Fr. **40**, 1938/39.
- LAVOCAT, R.: Genre Hipparion. Bull. soc. geol. Fr. **5**, 1955.
- LOCZY, L. v.: Geol. Format. d. Balatongegend; Balatonwerk, I. Bd., I. Teil, I. Sekt. Hölzl-Verl. Wien, 1916.
- MONGIN, D.: Faune mioc. saum. C. R. XXI Congr. geol. intern. Alger, 1952/54.
- OTTMANN, FR.: Plioc. Quart. Corse. Ref. in C. R. soc. geol. Fr. **5**, 1957.
- PANTANELLI, D.: Strat. pont. del Ital. sett., e centr. Mem. Acc. sc. Modena, **4**, 1886.
- PAPP, A.: Pann. Wiener Becken, Mitt. geol. Ges. Wien, **39/41**, 1946/48.
- Faz., Glied. Sarmat Wiener Becken. Ebendort, **47**, 1958.
  - Handb. stratigr. Geol. „Tertiär“, I. Teil. Verl. Enke, Stuttgart, 1959.
- PILGRIM, G. E.: Pont. carnivora. Brit. Mus. Mat. Hist. London 1931.
- ROMAN, F.: Geol. Rhône valley. Proc. geol. assoc. London, **47**, 1936.
- Geol. Lyonnais. Et. Rhod., **15**, 1939.
- STEFANINI, G.: Neog. Veneto. Mem. Ist. geol. Padova, **3**, 1915 u. **4**. 1916.
- STRAUSS, L.: Parall. d. Pannons. Földt. Közl. Budapest, 1942.
- Suess, E.: Antlitz d. Erde I/II. Wien, 1883/1885.
- Szóts, E.: Strat. du mioc. C. R. Aix, 1958.
- THENIUS, E.: Handb. strat. Geologie, Tert. II, Wirbeltierfaunen; Verl. Enke, Stuttgart, 1959.
- Grenzzieh. zw. Mioz. u. Plioz. Anz. Ak. Wiss. Wien, math. nat. Kl., 1959. a

- TOBIEN, H.: Relat. strat. entre la faune malacol. pont. et les fac. marins en Europe et Afrique de N.; C. R. Aix 1958.
- TREVISAN, L.: Sul complesso sedim. del mioc. e plioc. della val di Cecione. Boll. soc. geol. ital **70**, 1951.
- VEIT, E.: Strat. Glied. Jungtert. Donauländer. Mitt. Reichsamt Bodenforschg., Zweigst. Wien, **6**, 1943.
- VIRET, J.: Note prelim. format. bressane de Mollon. C. R. somm. soc. geol. france, 1939.
- VIRET, J. & MAZENOT, G.: Mamm. lignit. pont. Soblay. Ann. paléont., **34**, 1948.
- WIEDENMAYER, C.: Zur Geologie d. Bologn. Appen. Ecl. Helv., **43**, Zürich, 1950/51.
- WINKLER (v.) HERMADEN, A.: Das Eruptivgebiet von Gleichenberg. Jahrb. geol. Reichsanst., Wien, **63**, 1913.
- Bezieh. zw. Sediment. u. Tekt. u. Morph. jungtert. Entwicklungsgeschichte Ostalp. Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, m.-nat. Kl., **132**, 1923/1924.
  - Sarmat. u. pont. Ablager. SO-Teil d. steir. Beckens. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, **77**, 1927.
  - Tert. Schichtfolge Alpenostabfall u. Bez. zu pannon Becken. Mitt. Reichsamt Bodenforschung, Zweigst. Wien, **6**, 1943.
  - Zeitl. Gliederung u. Ablauf jungtert. Vorgänge, Bezieh. zur Landformung. C. R. XIX. internat. Geol.-Cgr. Alger, 1952/1954.
  - Geol. Kräftespiel u. Landformung Verlag Springer, Wien, 1957.