

## **Die boreale und mediterrane Provinz des europäischen Miocäns und ihre Beziehungen zu den gleichalterigen Ablagerungen Amerikas.**

Von Fritz K a u t s k y.

In den folgenden Zeilen wird der Versuch unternommen, die mannigfaltigen Beziehungen zwischen den verschiedenen Tertiärbecken Europas und die eigentümliche biologische Verwandtschaft des Miocäns der amerikanischen Ostküste mit den gleichaltrigen Ablagerungen Europas auf Grund der marinen Molluskenfaunen skizzenhaft zu erörtern. Ein besonderes Gewicht werde ich auf die Darstellung des Miocäns des Nordseebeckens legen, weil es ein Faunenelement von eigentümlich nordischem Charakter beherbergt, dessen Bedeutung für die spätmiocäne und pliocäne Faunenvergesellschaftung in den Mediterrangebieten bisher noch nicht recht gewürdigt worden ist. Aber auch vom rein stratigraphischen Gesichtspunkte der Altersparallelisierung aus scheinen mir die miocänen Ablagerungen des Nordseebeckens von großer Bedeutung zu sein, denn während die Gliederung des Oligocäns von Beyrich auf Grund der Lagerungsverhältnisse des norddeutschen Oligocäns durchgeführt wurde, sind es hauptsächlich die geologischen Verhältnisse in den Miocänbecken Westfrankreichs, Italiens und Österreichs gewesen, die zur Aufstellung von Stufen innerhalb des Miocäns geführt haben. Dieser Umstand hat es bewirkt, dass über die Abgrenzung des Oligocäns nach oben und des Miocäns nach unten in den südlichen Tertiärbecken Europas noch eine ziemliche Unstimmigkeit herrscht. Die Streitfrage — ist das Aquitan oberoligocän oder untermiocän — kann nicht als einwandfrei gelöst gelten.

Am Südrande des Nordseebeckens in Deutschland, Dänemark und den Niederlanden läßt sich die Überlagerung des Oberoligocäns durch einen zum Teil sehr fossilreichen marinen miocänen Schichtkomplex nachweisen.

Gelingt eine Altersparallelisierung des Miocäns des Nordseebeckens mit dem Miocän des südlicheren Europa, so muß dies die Lösung der Streitfrage des Aquitans bringen.

Ein solcher Versuch wird aber durch zwei Umstände sehr erschwert.

Schon die norddeutschen oligocänen Faunen haben infolge ihrer nördlichen Lage einen von den südlichen Faunen gleichen Alters recht abweichenden Charakter. Während des Miocäns aber stand die Nordsee, abgesehen von einer kurzen Unterbrechung während der Hemmoorer Stufe, mit dem Weltmeer nur über das Gebiet zwischen Schottland und Skandinavien in Verbindung.

Die Verschiedenheit zwischen den Faunen des Nordseebeckens und denen des südlichen Europa ist daher im Miocän noch viel stärker ausgeprägt als im Oligocän.

Eine weitere Schwierigkeit in der Altersparallelisierung liegt darin, daß nur sehr wenige und dazu nur ältere kritische Faunenarbeiten (1) (2) (3) über diese Gebiete existieren. Die übrigen Publikationen über das nordische Miocän stützen sich fast ausschließlich auf diese Arbeiten. In neuerer Zeit habe ich (4), gestützt auf ein ziemlich umfangreiches Vergleichsmaterial aus den mediterranen Gebieten, versucht, eine eingehendere Analyse der Fauna der Hemmoorer Stufe zu liefern, die sich durch ihren stärkeren mediterranen Einschlag vor den übrigen Stufen des norddeutschen Miocäns auszeichnet.

Das nordische marine Miocän ist aus einem breiten, den Südrand der Nordsee umsäumenden Gebietsstreifen bekannt, der gegen Süden und Osten ungefähr durch die Orte Antwerpen—Xanten — Osnabrück — Bremen — Lüneburg — Gühlitz — Wismar — Kiel und Flensburg begrenzt ist und außerdem fast die ganze jütländische Halbinsel umfaßt. Es findet sich sowohl anstehend, als auch in Form von lose im Diluvium liegenden Blöcken als sogenanntes Holsteiner Gestein.

Hauptsächlich die aus dem örtlichen Teile dieses Gebietes zahlreich bekannt gewordenen Bohrprofile ermöglichen es, folgende Stufen im Miocän Norddeutschlands zu unterscheiden:

Obermiocäner mariner Glimmerton.

Marines sandiges Miocän = Dingden—Reinbecker Stufe.

Oberer Braunkohlensand.

Marines sandiges Miocän = Hemmoorer Stufe.

Mittlerer Braunkohlensand.

Marines sandiges Miocän = Vierländerstufe.  
Unterer Braunkohlensand.  
Ober-Oligocän.

### Kurze Charakteristik der einzelnen Stufen des norddeutschen Miocäns.

In den oberen Schichten des Ober-Oligocäns treten schon vereinzelt Formen auf (5), die man sonst für typisch Miocän anzusehen pflegt.

Die Vierländer Stufe wurde von Gripp (6) zusammenfassend bearbeitet. Wenn auch Gripp keine erschöpfende Analyse dieser Faunen — vergl. die Kritik Oppenheims (7) geben konnte, es läßt sich doch der Gesamtcharakter derselben deutlich erkennen. Gripp führt zirka 250 Bivalven- und Gastropodenarten an. Von diesen sind 150 = 60% identisch oder nahe verwandt mit norddeutschen oligocänen Arten. Nur einige wenige Arten hat die Vierländer Stufe mit dem Aquitan und Burdigal West-Frankreichs gemeinsam, die keine Verwandten im Ober-Oligocän Norddeutschlands haben.

Sie könnten also vielleicht als mediterran gedeutet werden. Die übrigen 25% sind entweder ganz auf Norddeutschland beschränkt oder — und diese bilden die Mehrzahl — sie treten erst im Helvet oder Torton der südlichen Gebiete auf. Sie müssen als nordische miocäne Ankömmlinge bezeichnet werden, die zum Teil recht nahe Verwandte im Miocän der Ostküste Nordamerikas besitzen.

Die Fauna der von der Vierländer Stufe durch Braunkohlensande getrennten Hemmoorer Stufe habe ich in einer Monographie (4) eingehender bearbeitet. In dieser Fauna lassen sich drei verschiedene Elemente deutlich unterscheiden. Von den 315 Bivalven- und Gastropodenspezies sind 93 = 30% identisch mit norddeutsch oligocänen Formen oder Abkömmlinge derselben, sie sind autochthon. 70 Formen = 22% sind sicher mediterranen Ursprunges. Die Herkunft der übrigen 50% ist unsicher; es handelt sich aber bei dem größten Teil derselben um nordische miocäne Ankömmlinge.

Die durch einen fossilleeren Braunkohlensandhorizont von der Hemmoorer Stufe getrennte Dingden—Reinbecker Stufe hat keine neuere faunistische Bearbeitung (2) erfahren. Eine ganze Anzahl von Arten norddeutsch-oligocänen Ursprunges,

die sich noch in der Hemmoorer Stufe finden, scheinen hier zu fehlen; ebenso verschwinden viele von den in der Hemmoorer Stufe so plötzlich auftauchenden mediterranen Spezies, wogegen sich die in der Vierländer und Hemmoorer Stufe auftretenden miocänen Formen nordischen Ursprunges zum größten Teil erhalten und durch Neuankömmlinge vermehren.

Die Dingden—Reinbecker Stufe wird von dem obermiocänen Glimmerton direkt überlagert. Manche Faunen, wie z. B. die von Gühlitz, dürften nach ihrem Fossilinhalt zu schließen, einem Übergang zwischen den beiden Stufen entsprechen. Die Fauna des Glimmertons ist arm und eintönig im Vergleich mit den Faunen des sandigen Miocäns. Eine Reihe von Formen steigen aus der Dingdener Stufe in den Glimmerton auf. Besonders charakteristisch ist für diese Stufe das Aufblühen der Astarten und Aquilofusiden. Die im Glimmerton neu auftretenden nordischen Einwanderer sind zum Teil schon als Vorläufer von nordischen Pliocänformen aufzufassen.

Ähnlichkeiten und Verschiedenheiten in der Faunenzusammensetzung zwischen dem norddeutschen Miocän, dem Miocän des südlicheren Europa und dem der Ostküste Nordamerikas  
(8) (9).

Die im Mediterran so zahlreich auftretenden Pectiniden sind in Norddeutschland und in Nordamerika nur schwach vertreten. Der typisch norddeutsche *P. Brummeli* ist mit dem *P. Madisonius* aus Maryland sehr nahe verwandt. Spondylus fehlt in Norddeutschland und in Nordamerika. Von den Arciden sind im Nordseebecken nur durch die Subgenera *Bathyarca* und *Anadara* bekannt. In Nordamerika tritt neben *Anadara* noch *Barbatia* auf. Die Limopsiden sind in Norddeutschland wie im Mediterran gut vertreten, fehlen aber in Maryland vollständig. Die Nuculiden und Lediden weisen in Norddeutschland außer einigen mediterranen Spezies auch eine Reihe von eigentümlichen Arten auf, die zum Teil den Formen von Maryland sehr nahe stehen (*Yoldia glaberrima* und *Yoldia laevis* aus Maryland). Ein tiefgreifender Unterschied besteht zwischen den Mediterrangebieten einerseits und dem Nordseebecken und Maryland anderseits im Auftreten der Astarten. Diese bilden in den borealen Gebieten einen formenreichen und wichtigen Bestand-

teil der Muschelfauna, treten aber im Süden vollständig zurück. Die sowohl im Mediterran wie auch in Nordamerika zahlreicher auftretenden Crassatellen fehlen in Norddeutschland. Inuige Beziehungen zu Nordamerika zeigen die Carditiden Norddeutschlands durch das gemeinsame Auftreten des Genus *Pteromeris* (*Pteromeris orbicularis* und *Pt. granulata*) und das — bis auf je eine Ausnahme — Fehlen von anderen im Mediterran in großer Formenfülle auftretender Carditidagattungen. Ebenso finden sich in den beiden borealen Miocänbecken im Gegensatz zum Mediterran auffallende Beziehungen im Auftreten der Isocardien (*Isocardia Forchhammeri* — *I. fraterna*, *I. Dietrichi* — *I. Markoöi*). Die im Vergleich zur Formenfülle im südlicheren Europa in Norddeutschland nur wenig hervortretenden Cardiiden zeigen eine größere Verwandtschaft mit den mediterranen als mit den nordamerikanischen Vorkommen. Die Veneriden sind im Nordwesten schwächer als in Südeuropa und in Nordamerika entwickelt. *Venerupis*, *Tapes*, *Eastonia*, *Gratelopia*, *Lutraria* usw. fehlen sowohl in Norddeutschland wie auch in Maryland. Auch die Telliaiden und Mactriden der beiden borealen Gebiete können sich mit denen des Mediterrans nicht messen. Unter den im Nordseebecken recht häufigen Dentalien findet sich nur ein nordischer Vertreter das *D. Dollfussi*, welches mit dem nordamerikanischen *D. attenuatum* nahe verwandt zu sein scheint. Die im Mediterran in zahlreichen Gattungen auftretenden Trochiden sind in Nordamerika und dem Nordseebecken durch *Calliostoma* vertreten. Außerdem finden sich in Hemmoor zwei Solariellen. Die *Tinostoma Defranci* Westfrankreichs und Norddeutschlands dürften identisch mit der *T. nana* aus Maryland sein; ebenso ist *Adeorbis praecedens* mit *A. supranitidus* verwandt. Die Delphinulidae fehlen in Maryland und sind im Nordseebecken nur durch eine *Liotia* vertreten, welches Genus im Oligocän Norddeutschlands und Floridas vorkommt. Die Pyramidelliden, Turritelliden und Scaliden treten in allen drei Faunenbezirken recht häufig auf. Einige Arten sind typisch norddeutsch. Zwei zeigen nahe Beziehungen zu Maryland (*Pyrgulina pygmaea* — *P. calvertensis*, *Scalafrenolicula* — *Sc. Sayana*). Die im Mediterran so häufigen Cerithien fehlen im Nordseebecken und in Nordamerika mit Ausnahme des *C. lignitarum*, welches am Bolderberg in Belgien gefunden wurde. *Strombus* und *Rostellaria* fehlen in Nord-

deutschland. *Chenopus* ist durch zwei, *Cypraea* zum Teil nur durch eine Art vertreten. In Nordamerika fehlen diese vier Genera.

Die *Cassididae* sind in Norddeutschland nur durch das Subgenus *Semicassis* mit drei Arten und die *Doliiden* durch *Pyrrula* mit zwei Arten vertreten. Von diesen Familien findet sich in Maryland nur je eine Art, die zwei typisch nordischen Formen aus Norddeutschland sehr nahe verwandt sind (*Cassidea bicoronata* — *C. caelata*, *Pyrrula simplex* — *P. Harrisii*). *Ranella* fehlt in beiden borealen Ablagerungen und *Tritonium* ist nur sehr schwach vertreten. In der Familie der *Muriciden* zeigen sich nur im Auftreten des Genus *Ecphora* Beziehungen zwischen dem Nordseebecken und Maryland, sonst schließen sich die norddeutschen Arten ganz an mediterrane an. Die in Nordamerika zahlreich vertretenen Genera *Urosalpinx* und *Trophon* sind heute ganz auf die kalten Meere beschränkt und treten mit im Pliocän Nordeuropas auf. Die *Columbelliden* und *Nassiden* sind in den beiden europäischen Faunenprovinzen besser vertreten als in Nordamerika. Eine typisch nordische *Nassa* (*Nassa Woodwardi*) ist nahe verwandt mit der *N. trivittatoides* aus Maryland. Die Familie der *Bucciniden* ist in Maryland nur durch das Genus *Ptychosalpinx* vertreten. Von diesem Genus findet sich in Europa nur je eine Art im Nordseebecken und in Westfrankreich. Besonders scharf drücken sich die Unterschiede zwischen den drei Faunenreichen in den *Fusiden* aus. Die im Mediterran so zahlreich vertretenen Genera *Fusus* sens. strict., *Lathyrus*, *Euthria*, *Fasciolaria*, *Turbinella*, fehlen in Norddeutschland und Nordamerika vollkommen.

Aus dem Nordseebecken kennt man: *Pagodula*, *Pseudolathyrus*, *Streptochetus* — lauter Genera, die im Mediterran erst im höheren Miocän und Pliocän erscheinen — und besonders das von mir (4) neu aufgestellte Genus *Aquilofusus*, das im Oligocän mit einigen Formen beginnt und im Miocän außerordentlich aufblüht, ohne aber Nachkommen im Pliocän zu hinterlassen. Dieses Genus ist mit einer einzigen Ausnahme — der *Fusus Haueri* im Schlier von Ottnang — ganz auf das Nordseebecken beschränkt. Dagegen finden sich in Maryland die Genera *Buccinofusus* (zeigt gewisse Anklänge an *Aquilofusus*), *Chrysodomus* und *Siphonalia*, lauter boreale Formen, die mit Ausnahme von *Buccinofusus* erst im Pliocän Nord-

europas auftreten. Die *Pagodula vaginata* Norddeutschlands ist mit der *Pagodula tetrica* Marylands nahe verwandt. Außerdem finden sich im Tertiär Floridas zwei Streptochetusarten (*St. ballista* und *St. floridanus*), die zwei Formen aus Norddeutschland (*St. sexcostatus* und *St. Thielei*) sehr nahe stehen. Das Genus *Fulgur* ist ganz auf Nordamerika beschränkt. Auffällig ist das gemeinsame Vorkommen der Gattung *Scaphella* in Maryland, dem Nordseebecken und in Westfrankreich, während es im Mittelmeergebiet fehlt. *Cancellaria* ist in allen drei Faunenbezirken häufig. Drei im Hemmoor vorkommende Arten (*Trigonostoma acutangula*, *Trigonost. Zetes* und *Sveltia varicosa*) haben nahe Verwandte in Nordamerika (*Tr. perspectiva*, *Tr. prunicola*, *Sv. patuxentia*). Die im Mediterran durch ihre Formenfülle ausgezeichneten Coniden sind im Nordseebecken und besonders in Maryland nur spärlich vertreten. Häufig treten in allen drei Faunenbezirken die Pleurotomen auf. Im Nordseebecken ist im Gegensatz zum Mediterran und zu Nordamerika das Genus *Surcula* nur schwach vertreten. Die *Drillia Selenkae* und die *Daphnella scabra* Norddeutschlands haben zwei nahe Verwandte in Maryland (*Drillia limutula* und *Daphnella parva*).

Zusammenfassend läßt sich sagen: Es finden sich in Europa im Miocän zwei scharf getrennte Faunenprovinzen, eine mediterrane von stark tropischem Gepräge und eine boreale mit kühlerem Gepräge (dies drückt sich auch durch die Kleinheit aller Arten aus, die solchen Geschlechtern angehören, die heute die Tropen bewohnen). Die boreale Nordsee fauna zeigt zahlreiche Beziehungen zur miocänen Fauna der Ostküste Nordamerikas, sie weisen aber anderseits auch so verschiedene Züge auf, daß sie als zwei verschiedene Faunenprovinzen betrachtet werden müssen. Auch die Miocänablagerungen Westfrankreichs zeigen gewisse Anklänge an die nordamerikanischen Faunen, was ja aus der geographischen Lage beider Gebiete ohne weiteres verständlich ist. Diese Beziehungen sind aber ungleich viel schwächer ausgeprägt, als die zwischen Nordamerika und dem Nordseebecken.

Wir haben im Miocän Europas folgende Faunenelemente zu unterscheiden:

Für die boreale Provinz (Nordseebecken):

1. Norddeutsche einheimische oligocäne Formen und ihre Nachkommen.

2. Mediterrane Einwanderer — sie machen sich erst von der Hemmoorer Stufe an bemerkbar.

3. Neogene Einwanderer aus dem Norden — sie setzen schon schwach im Oberoligocän ein und zeigen teilweise Ähnlichkeit mit nordamerikanischen Formen.

Für die mediterrane Provinz:

1. Südlich oligocäne Formen und ihre Nachkommen. [Da natürlich auch während des Oligocäns ein Formenaustausch zwischen den borealen und mediterranen Gebieten vor sich gegangen ist, allerdings mehr in Form einer Wanderung von boreal zum Mediterran, treffen wir im südlichen Oligocän auch nordoligocäne Faunenelemente. (Vergl. dazu Oppenheim (7).]

2. Mediterrane neogene Einwanderer (tropische Formen).

3. Boreale neogene Einwanderer (zusammengesetzt aus Nachkömmlingen von nordisch oligocänen Formen und aus nordisch neogenen Formen). Sie machen sich erst vom Mittelmiocän an in Südeuropa stärker bemerkbar.

#### Das Miocän Dänemarks.

In Dänemark findet sich Holsteiner Gestein und obermiocäner Glimmerton. Das Holsteiner Gestein wurde von Ravn (10) als mittelmiocän angesprochen. Gripp (6) stellte das ganze dänische Holsteiner Gestein ins Untermiocän. Nörregaard (11), der das Holsteiner Gestein von Esbjerg bearbeitete, fand neben Formen, die Gripp für untermiocän anspricht, auch zahlreiche Formen, die auf das Mittelmiocän beschränkt sind. Nörregaard meint, daß, da die Blöcke keine petrographischen Verschiedenheiten aufweisen, das gesamte Holsteiner Gestein mittelmiocän sein müsse. Nun ist aber das untermiocäne Holsteiner Gestein Norddeutschlands von dem mittelmiocänen gewöhnlich petrographisch nicht zu trennen, so daß Nörregaard sowohl unter- als auch mittelmiocäne Blöcke vorgelegen haben können.

Ich glaube, daß in Dänemark sowohl das Untermiocän, als auch das Mittelmiocän vorhanden ist, und zwar nach dem faunistischen Inhalt zu schließen, im Mittelmiocän vorherrschend die Hemmoorer Stufe. Der obermiocäne Glimmerton Dänemarks stimmt sowohl petrographisch wie auch faunistisch ganz mit dem Glimmerton Norddeutschlands überein.

## Das Miocän der Niederlande.

Das im östlichen Teile Hollands recht gut ausgebildete marine Miocän ist von Waterschoot van der Gracht (12) eingehend untersucht worden. Marines Untermiocän fehlt in Holland. Im Peelbezirk ist das Mittelmiocän vom Oberoligocän durch eine beträchtliche deutliche Schichtlücke getrennt. Über diesem Mittelmiocän liegt eine mächtige Folge von fossil-leeren Schichten und zu oberst folgt Obermiocän, das sowohl petrographisch wie auch faunistisch etwas von dem obermiocänen Glimmerton Norddeutschlands abweicht.

In Winterswyck wurde ebenfalls Mittelmiocän angetroffen, welches sich vom Mittelmiocän des Peelbezirkes durch eine etwas ärmlichere kühlere Fauna (Auftreten von *Cyprina islandica* und *Aquilofusus festivus*) unterscheidet. Waterschoot van der Gracht stellt diese Fauna an die Oberkante des Mittelmiocäns, also dorthin, wo die fossilere Schichten zwischen dem Mittelmiocän der Peel und dem Obermiocän liegen. Die Fauna von Winterswyck hängt stratigraphisch und faunistisch vollkommen mit der benachbarten Fauna von Dingden zusammen, gehört also der Dingden—Reinbecker Stufe an, während das tiefere Mittelmiocän der Peel sich auch faunistisch als der Hemmoorer Stufe zugehörend zu erkennen gibt.

## Das Miocän Belgiens.

In Belgien fehlt ebenso wie in Holland und in Norddeutschland westlich der Elbe marines Untermiocän, auch marines Oberoligocän ist nur aus dem nordöstlichsten Teile bekannt. Das belgische marine Miocän wird in zwei Stufen gegliedert: Das Bolderien und das Anversien. Ich halte das Bolderien für gleichaltrig mit der Hemmoorer Stufe wegen des Auftretens der für die Hemmoorer Stufe bezeichnenden *Meretrix incrassata*, *Nucula hanseata*, *Cardium hanseatum* und des Vorkommens einiger typisch mediterraner Formen, wie das *Cerithium lignitarum* und der *Melongena cornuta*. Das Anversien entspricht faunistisch ganz der Dingden—Reinbecker Stufe. Nun wird aber das Anversien unmittelbar vom Diëstien, welches sicheres Pliocän ist, überlagert. Oppenheim (7) hält daher das Anversien eher dem obermiocänen Glimmerton für altersgleich. Ich habe schon in der einleitenden Charakteristik der einzelnen Stufen des norddeutschen Miocäns gezeigt, daß die Reinbeck—Ding-

dener Stufe einen Übergang in den Glimmerton zeigt. Es ist eben hier durch den mit dem Sedimentwechsel (Sand—Glimmerton) verbundenen starken Faunenwechsel wahrscheinlich ein stärkerer stratigraphischer Unterschied vorgetäuscht, als er in Wirklichkeit vorhanden ist. Der obermiocäne Glimmerton der Peel entspricht schon faunistisch nicht mehr ganz dem Glimmertone Norddeutschlands, obwohl er sicher gleichaltrig ist. Ein Teil des Glimmertons ist wohl den oberen Gliedern des Anversien, den *sables noirs à Pectunculus pilosus* — ein Teil vielleicht sogar dem Diestien — gleichaltrig zu setzen. Dollfus (13) parallelisiert das Bolderien mit dem Helvet, das Anversien mit dem Torton = Rédonien der Touraine.

#### Die Ausbreitung der Meere im Miocän des Nordseebeckens (3) (6) (4).

Das Untermiocänmeer stellt im Verhältnis zur Ausbreitung des Nordmeeres im Oberoligocän eine bedeutende Regression dar. Die Elbe bildet die bekannte Westgrenze des Meeres. Die Ostgrenze ist durch die Fundpunkte Blekede — Wismar — Kiel — Sonderburg markiert, außerdem dürfte noch ein Teil Dänemarks vom untermiocänen Meere eingenommen worden sein. Es folgt eine weitere Regression mit Bildung von Braunkohlensanden. Die Hemmoorer Stufe leitet eine bedeutende Transgression ein. Die Fundpunkte Bolderberg — Peel, Ibbenbüren in Westfalen — Schevemoor und Mahndorf bei Bremen — Hemmoor — Basbeck Osten — Kronsmoor — ? Melbeck — Jeising — Hostrup bei Tondern und ein Teil des dänischen Mittelmiocäns gehören in diese Stufe. Während die östlichen Vorkommnisse des Untermiocäns durch ihren petrographischen und faunistischen Habitus schon die Küstennähe erkennen lassen, ist dies bei den entsprechenden Ablagerungen der Hemmoorer Stufe nicht der Fall. Ich werde später noch ausführlicher erörtern, warum ich aus paläontologischen Gründen gerade in der Hemmoorer Stufe eine Meeresverbindung von Hemmoor gegen Osten über Xions in Posen bis nach Schlesien annehmen muß. Es folgt nun eine Regressionsphase mit Bildung von Braunkohlensanden und ein neuerlicher Vorstoß des Meeres in der Dingden—Reinbecker Stufe. Die Ausbreitung dieses Meeres ist durch die Fundpunkte Edeghem bei Antwerpen — Dingden — Winterswyck — Bersenbrück — Bremen — Borup charakterisiert, ebenso dürfte

ein Teil des holsteinischen und dänischen Miocäns dieser Stufe angehören.

Der obermiocäne Glimmerton hat wohl ungefähr dieselbe Ausbreitung. Es wird zwar angegeben, daß diese Stufe im weiteren Gebiete von Bremen fehlt, aber nach einer freundlichen persönlichen Mitteilung von Herrn Prof. Wolff liegen dort allenthalben über dem Mittelmiocän mächtige fossilreiche Tone, die sich petrographisch vom Glimmerton in nichts unterscheiden.

Mit dem Pliocän tritt im Nordseebecken eine starke Regression ein. Aus Norddeutschland ist nur der Limonitsandstein von Sylt als sicheres marines Pliocän bekannt. Es ist wohl mit dem Diestien Belgiens altersgleich.

### Das Miocän Westfrankreichs.

Im südwestlichen Frankreich läßt sich folgende Schichtfolge (14) beobachten: Auf das Aquitan, welches in seinen tieferen Teilen als Süßwasserkalke (Calcaire blanc de l'Agénais), oder brackisch, in seinen mittleren Teilen marin und in seinen oberen Teilen wieder als Süßwasserkalk (Calcaire gris d'Agénais) oder brackisch ausgebildet ist, folgt das Burdigal als deutliche Regression gegenüber dem Aquitan. In seiner mittleren Abteilung ein tieferes Meer (Léognan) anzeigend, in seinem höheren Teil in Strandfazies (Saucats) ausgebildet, geht es in den höchsten Abteilungen in brackische (Pont Pourquey) und Süßwasserschichten (Sables rouges ferrug. de Mandillot) über. Auf das Burdigal folgt mit deutlicher Transgression das Helvet. In seinen unteren Teilen (Martignas, Armagnac) ist die *Cardita Jouanneti* noch eine große Seltenheit. Den unteren Teil des Helvetien parallelisierten Coßmann und Peyrot (14) mit dem Helvetien der Tourraine — sie sind dagegen geneigt, den obersten Teil des Helvet (Sime, Sallespisse), dem Rédonien der Tourraine gleichzusetzen. Die Frage, ob das sogenannte Torton der Landes (Saubrigues, St. Jean de Marsac) stratigraphisch eine selbständige Abteilung ist, oder vielleicht nur als eine tiefere Pleurotomenfazies dem oberen Helvet angegliedert ist, halten Coßmann und Peyrot für noch nicht entscheidbar. Die obere Abteilung des Helvet entspricht einer Regression.

In der Tourraine fehlt marines Burdigal. Das Helvet transgrediert weit ins Land. Das darüber liegende Rédonien mit

seiner kälteren Fauna zeigt eine Regression gegenüber dem Helvet an.

Die Hemmoorer Stufe und mit ihr das Bolderien Belgiens mit ihrem typischen Einschlag an mediterranen wärmeren Formen sind unzweifelhaft dem Helvet der Tourraine gleichzustellen. Hemmoor hat mit dem Miocän Westfrankreichs 129 Molluskenarten gemeinsam. Eigentümlich ist es nun, daß in der Hemmoorer Stufe eine Reihe [35] von Formen auftritt, die in Frankreich schon während des Burdigal lebten, im norddeutschen Untermiocän jedoch fehlen. Diese Formen sind größtenteils mediterranen Ursprungs. Andererseits lebten aber schon im Untermiocän (Vierländer Stufe) Norddeutschlands eine Reihe [29] von Arten, die erst im Helvet und Torton Westfrankreichs auftauchen — diese Formen haben entweder nahe Verwandte im norddeutschen Oligocän oder sie sind nordische Einwanderer. Diese hier berührten Verhältnisse zwingen zu dem Schluß, eine direkte Meeresverbindung, die einen innigeren Faunenaustausch gestattete, während der Hemmoorer Stufe zwischen dem Nordseebecken und Westfrankreich anzunehmen. Die Tatsache der transgredierenden Lagerung des Helvets in Frankreich und der Hemmoorer Stufe im Nordseebecken, sowie das Vorkommen von abgerollten miocänen Fossilien im Crag von Norfolk und Suffolk, sprechen für diese Deutung.

Es erhebt sich nun die Frage, mit welcher Stufe des französischen Miocäns das Untermiocän (Vierländer Stufe) Norddeutschlands zu parallelisieren ist. Gripp (6) stellt den fossil-leeren Braunkohlensand zwischen der Vierländer Stufe und der Hemmoorer Stufe ins Burdigal und parallelisiert die Vierländer Stufe mit dem Aquitan Westfrankreichs. Er folgt damit dem Gedankengange von Dollfus (15) und Coßmann (14), die das westfranzösische Aquitan wegen seines hohen Prozentsatzes an miocänen Arten als unterstes Miocän betrachten. Dollfus fand, daß das Aquitan nur 7% seiner Arten mit dem westfranzösischen Stampien (Mitteloligocän) gemeinsam hat. Im norddeutschen Untermiocän finden sich aber noch 15.4% mitteloligocäne (norddeutsche) Formen. Außerdem findet Gripp (6), daß die Vierländer Stufe ungleich ärmer an typisch neogenen Formen ist als das marine westfranzösische Unteraquitan. Gripp stellt daher das norddeutsche Untermiocän an die Basis des Aquitan, ja er hält es für zum Teil noch älter.

Die Vierländer Stufe hat aber keine einzige Art mit dem Aquitan gemeinsam, die in dieser Stufe eigentümlich wäre. Alle gemeinsamen Formen kommen auch im Burdigal Westfrankreichs oder im Oberoligocän Norddeutschlands vor. Der altertümliche Charakter der Vierländer Stufe wird nur durch ihren Reichtum an typisch norddeutschen oligocänen Formen hervorgerufen. Andererseits finden sich in der Vierländer Stufe 36 = 14.4% Molluskenarten, die erst im Helvet und Torton Westfrankreichs auftreten. Auch die Hemmoorer Stufe hat noch 8% norddeutsche mitteloligocäne Arten, also 1% mehr als das Aquitan stampische Formen aufweist, aber es ist deshalb doch unmöglich, sie deshalb ins Aquitan zu stellen.

Die Vierländer Stufe sowohl als auch das Burdigal Westfrankreichs stellen gegenüber dem Oberoligocän Norddeutschlands, beziehungsweise dem Aquitan Westfrankreichs eine bedeutende Regression dar. Nordfrankreich und England waren ein zusammenhängendes Landgebiet. Aber auch im Oberoligocän, beziehungsweise im Aquitan muß diese Landbarre bestanden haben. Oberoligocäne, beziehungsweise aquitane marine Ablagerungen fehlen in Belgien, England und Nordfrankreich. Dagegen war im Mitteloligocän eine direkte Meeresverbindung zwischen Norddeutschland und Westfrankreich vorhanden. Daher kommt es, daß sich wohl innige Faunenbeziehungen zwischen dem norddeutschen Mitteloligocän und dem Stampien erkennen lassen, aber nicht solche zwischen Oberoligocän und Aquitan und der Vierländer Stufe und dem Burdigal. In Frankreich wie im Nordseebecken tritt im Oberoligocän und Untermiocän wohl eine Veränderung in der Zusammensetzung der Faunen ein, im Nordseebecken aber durch Einwanderung nordischer miocäner, in Westfrankreich durch Einwanderung miocän mediterraner und nur in untergeordnetem Maße nordischer Arten. Fällt das Oberoligocän und Untermiocän des Nordseebeckens einerseits durch einen hohen Prozentsatz an altertümlichen Arten auf, so lassen sich andererseits gerade in diesen Ablagerungen in großer Zahl jugendliche Formen finden, die wir im südlicheren Europa erst aus den oberen Abteilungen des Miocäns, ja zum Teil erst aus dem Pliocän Italiens kennen. So konnte es kommen, daß R. A. Philippi das norddeutsche Oberoligocän für altersgleich mit dem italienischen Unterpliocän halten konnte. Erst durch die große helvetische Transgression

tritt die Nordsee in der Hemmoorer Stufe wieder mit Westfrankreich in Verbindung und es findet ein Faunenaustausch statt.

Daß sich trotzdem in Hemmoor noch soviel altertümliche Formen erhalten konnten, beruht wohl zum Teil darauf, daß die Sedimentationsverhältnisse vom Mitteloligocän bis zum obermiocänen Glimmerton in der Nordsee nach dem petrographischen Charakter der Gesteine zu schließen, die gleichen geblieben sind, zum Teil darauf, daß es doch nur vergleichsweise wenig mediterranen Formen möglich wurde, sich in dem sicher viel kühleren Meere zu akklimatisieren (vergleiche die Kleinheit aller mediterranen Formen in Norddeutschland).

Als einen indirekten Beweis gegen das aquitanische Alter der Vierländer Stufe kann man noch geltend machen, daß der faunistische Unterschied zwischen Vierländer und Hemmoorer Stufe doch viel zu gering ist, als daß der dazwischen liegende Braunkohlensand einer ganzen Stufe dem Burdigal entsprechen könnte.

Das Anversien und mit ihm die Dingden—Reinbecker Stufe sowie wohl den größten Teil des Glimmertons muß man mit dem Rédonien = Torton parallelisieren. Eine direkte Meeresverbindung Westfrankreichs mit dem Nordseebecken dürfte in dieser Zeit nicht bestanden haben, denn der Lenham Crag Harmers ist doch schon ins Diestien zu stellen. Haug (10) stellt das Rédonien und damit auch das Auversien und das norddeutsche Mittelmiocän wegen des kühlen und jugendlichen Charakters der Fauna in die pontische Stufe. Es ist interessant zu beobachten, wie sich die verschiedenen Forscher, die eine Altersparallelisierung der nördlichen miocänen Ablagerungen versuchten, in zwei Extremen bewegen — einesteils werden diese Faunen für zu alt wegen der zahlreichen nordisch oligocänen Formen, die in ihnen weiterleben und des Zurücktretens mediterraner Formen — andernteils für zu jung gehalten wegen des hohen Gehaltes dieser Faunen an nordischen miocänen Einwanderern, die einen wichtigen Bestandteil der jungneogenen Faunen Südeuropas ausmachen und teilweise noch heute in europäischen Meeren leben.

## Das Miocän des Nordrandes der Alpen und Karpathen.

Während man es im Nordseegebiet und in Westfrankreich im Miocän mit mehr oder weniger stabilen Landmassen zu tun hat und der Wechsel von Meerestransgressionen und Regressionen eine deutliche Gliederung der wenig mächtigen Ablagerungen gestaltet, werden die Verhältnisse am Nordsaum des alpin-karpathischen Orogens besonders in den tieferen Abteilungen des Miocäns wesentlich durch bedeutende orogene Bewegungen in diesen Gebieten kompliziert. In Niederösterreich wird das Miocän von den meisten Forschern in folgende Stufen gegliedert:

- Sarmat,
- II. Mediterranstufe (Sande, Tegel, Leithakalk,  
Grunder Schichten,  
Schlier,  
Eggenburger Schichten,  
Gauderndorfer Schichten,  
Loibersdorfer Schichten,  
Schichten von Molt. } I. Mediterranstufe

Die Loibersdorfer, Gauderndorfer und Eggenburger Schichten werden heute allgemein mit dem Burdigal Westfrankreichs parallelisiert, während die Schichten von Molt von manchen wegen ihrer allerdings recht schwachen Anklänge an das Aquitan dieser Stufe angegliedert werden. Die Eggenburger Schichten bezeichnen durch ihre übergreifende Lagerung am böhmischen Massiv den Höhepunkt der burdigalischen Transgression. Es folgt eine Regressionsphase und dann die Transgression des Schliermeeres. Über dem mergeligen Schlier liegen eine Regression, bezeichnend die sandigen Grunder Schichten, auf die wieder eine Transgression andeutend mit scharfer Grenze ein Tegel (bei Gauderndorf) folgt, den Schaffer (17) zur zweiten Mediterranstufe rechnet. So stellen sich die Verhältnisse am Südostrande des böhmischen Massivs selbst dar. Entfernt man sich vom Rande des Massivs gegen die Beckenmitte zu, tritt das Burdigal (erste Mediterranstufe) nirgends mehr zutage, wenigstens nicht in der Fazies der Gegend von Eggenburg. Die Grunder Sande aber, deren Fauna derjenigen von Salles (Helvet) entspricht, stehen, wie ich mich bei einer gemeinsamen Exkursion mit Herrn Dr. L. Waldmann in der Gegend von Grund selbst überzeugen

konnte, nicht mehr zum Schlier in dem einfachen Verhältnis der Überlagerung. Sie treten als fossilreiche, mehr oder minder große Sandlinsen zwischen den Schliermergeln auf, wobei aber im höheren Niveau die sandige Ausbildung mehr und mehr überhand nimmt. Über die Lagerungsverhältnisse des Miocäns in Mähren geben die Arbeiten von Rzechak (18) wertvolle Aufschlüsse. Als tiefstes Glied des Miocäns in der Brüner Bucht liegt ein Süßwasserton mit Landschnecken, über ihm folgen die brackischen Oncophoraschichten, die Rzechak mit den Grunder Schichten parallelisiert. Der brackische Charakter dieser Schichten nimmt gegen oben zu immer mehr ab und es tritt Schlier in den unteren Teilen wechsellagernd mit Oncophorasanden auf. In den vom Rande des böhmischen Massivs entfernteren Teilen gegen den Außenrand der Karpathen zu werden die Oncophoraschichten ganz durch Schliermergel ersetzt. Über diesen Schlier und in höher gelegenen Aufschlüssen am Rande des böhmischen Massivs direkt über den Oncophorasanden folgt Badener Tegel.

Erste Mediterranstufe ist aus diesem Gebiete nur aus der Gegend von Lautschitz bekannt (Sande vom Kohlberg mit *Pecten pseudo Beudanti*). Auch unweit von diesem Fundpunkte in Nordostrichtung anstehende Schliermergel mit Flyschcharakter hält Rzechak für altersgleich mit den Sanden. Über dieser Stufe folgt Schlier, der seinerseits wieder vom Badener Tegel überlagert wird.

F. E. Sueß (19) gibt zahlreiche Punkte in Südmähren an, an denen die Oncophorasande über dem Schlier angetroffen werden. Aus diesen Ausführungen ergibt sich, daß die Oncophoraschichten altersgleich dem Schlier zu deuten sind. Sie bezeichnen den Beginn und den Schluß der Schliertransgression. Sie sind am Rande des böhmischen Massivs am deutlichsten brackisch ausgebildet und werden gegen Osten durch den marinen Schlier ersetzt. Der Süßwasserton der Brüner Bucht im Liegenden der Oncophoraschichten ist ohne Zweifel mit der Regressionsphase (angedeutet durch Geröllagen und Erosionsdiskordanzen) zwischen den Sanden der ersten Mediterranstufe und dem Schlier in der Gegend von Eggenburg zu parallelisieren.

Das Tertiär des Ostrau—Karwiner Reviers wurde von Kittl (20) eingehender untersucht. Es finden sich hier Sande

und Basalttuffe mit einer Fauna, die gewisse Anklänge an die der Gauderndorfer Schichten hat. Über diesen liegt vielleicht faziell mit ihnen verknüpft der Tegel von Ostrau, dessen Fauna zum Teil recht der Badner Tegels ähnelt (gleiche Fazies), doch so zahlreiche altertümliche Züge aufweist, daß Kittl geneigt ist, den Ostrauer Tegel mit der ersten Mediterranstufe zu parallelisieren. Ich möchte diesen Tegel auf Grund seiner eigentümlichen Mischfauna in das Niveau des Schliers und der Grunder Schichten stellen. Besonders interessant ist die Feststellung Kittls, daß sich in dieser Fauna zahlreiche Elemente finden, die dem norddeutschen Oberoligocän eigentümlich sind. Die marinen (Rudoltitz) und brackischen (Abtsdorf, Friebitz) Tegel Ostböhmens (vergl. Procházka) (21) dürften ebenfalls in diese Stufe gehören. Auch in Schlesien trifft man diesen Horizont wieder. Hier liegen an der Basis des marinen Miocäns an manchen Stellen (Oppeln, Gleiwitz, Beuthen) Landschneckenmergel, die Rzehak (18) mit dem basalen Süßwasserton der Brüner Bucht parallelisiert. Es folgen fossilführende Tegel (Lorenzdorf), die eine eigentümliche brackische Fauna geliefert haben, die von Oppenheim (22) und Michael (23) in das Niveau der Grunder Schichten gestellt wird. Darüber liegt ein Gips- und Kalksteinhorizont, der nach Michael (23) ohne Zweifel mit dem salzführenden Ton von Wielitschka gleichaltrig ist. Gegen oben schließt dann die marine Serie mit dem oberen marinen Tegel (II. Mediterranstufe) ab. Michael (23) deutet auch an, daß oberhalb des Gipshorizontes sich eine Cerithienreichere Ablagerung befindet. Die Schichtenfolge in Oberschlesien erinnert ganz außerordentlich an die in Mähren.

In Galizien (vergl. Friedberg (24), sind sowohl der geschichtete Salzton als auch das darüber liegende Salztrümmergebirge von Wielitschka dem Gipshorizont in Schlesien gleichzusetzen. Die darüber liegenden Bogucicer Sande gehören in die II. Mediterranstufe (Torton). Dasselbe Alter wie die Oncophoraschichten Mährens haben wohl die in Podolien als tiefster Horizont auftretenden Süßwasserkalke und Oncophoraschichten. Diese Beremianer Schichten als tiefster mariner Horizont Podoliens sind mit den Salztonschichten Wieliczkas zu parallelisieren. In Oberschlesien und in Galizien scheint die erste Mediterranstufe zu fehlen.

Gehen wir zum Ausgangspunkte der Untersuchungen — Eggenburg — zurück und von da nach Westen.

Für die Kenntnis der tertiären Ablagerungen der außer-alpinen Ebene südlich der Donau, in der Gegend von Tulln und Melk, sind die Arbeiten von F. E. Sueß (26), O. Abel (37), Nowack (25), und Petrascheck (38) von Bedeutung. Sieht man von der eigentümlichen von Vettters (39) beschriebenen oligocänen Fauna von Starzing ab, so müssen als tiefstes Glied der tertiären Schichtfolge tegelig ausgebildete, dem Grundgebirge auflagernde Schichten (Tegel von Pielach) bezeichnet werden. Nach Nowack entspricht diesem Horizont, wo er in toniger Ausbildung fehlt, der tiefste Teil der sogenannten Melker Sande.

Weiter entfernt vom böhmischen Massiv gegen den Alpenrand treten teilweise die Melker Sande mit Schliermergeln in Verzahnung (Nowack). Über den Melker Sanden folgt mit deutlich transgredierender Lagerung ein Schlier, der seinerseits an zahlreichen Stellen von Oncophoraschichten konkordant überlagert wird. Abel (37) gibt an, daß ein allmählicher Übergang vom Schlier in die Oncophorasande zu beobachten ist.

Der faunistische Inhalt der Melker Sande und ihre stratigraphische Position unterhalb des Schliers, der wieder von Oncophoraschichten überlagert wird, deutet auf ihre Altersgleichheit mit der ersten Mediterranstufe. Schaffer (17) gibt an, daß die einzelnen oft isolierten Reste der Neogenbildungen der Gegend von Eggenburg so innige faunistische Beziehungen zueinander aufweisen, daß sie im Wesentlichen als altersgleich aufzufassen sind, sie gehören in denselben Horizont wie das Burdigal Westfrankreichs. Daß die Schichten von Melk noch einige wenige aquitanische Formen enthalten, wird dadurch verständlich, daß sie das tiefste Glied der Schichtenreihe darstellen. Die Hauptmasse der Melker Sande ist also zweifelsohne ebenfalls burdigal. Ein aquitanisches Alter könnte man höchstens für die Pielacher Tegel annehmen, deren Fauna aber zu arm und ungenügend bekannt ist, als daß man sichere Schlüsse ziehen könnte.

Da die Melker Sande an einigen Stellen mit Schliermergeln in Verzahnung treten, gibt es ohne Zweifel einen Schlier der ersten Mediterranstufe, der aber wohl zu trennen ist von dem Schlierhorizont im Sinne von F. E. Sueß (26), der durch

die Fauna des Schliers von Ottnang charakterisiert und zusammen mit den Grunder Schichten ins Helvet zu stellen ist.

Eine ähnliche tertiäre Schichtfolge wie im Gebiete des Tullner Beckens und von Melk trifft man in der außeralpinen Ebene in Oberösterreich. Nach F. E. Sueß (26) treten auch hier der ersten Mediterranstufe zugehörige Sande am Rande des böhmischen Massivs als tiefstes Glied auf.

Sowohl Ablagerungen vom Typus der Loibersorfer, als auch solche der Gauderndorfer Sande werden in der Gegend von Linz unterschieden. An zahlreichen Stellen ist die transgredierende Lagerung des Schliers über diesen Sandablagerungen zu beobachten. In der Gegend von Schärding findet sich an einigen Punkten im Schlier eine Fauna, die von der typischen Schlierfauna recht abweichend ist. Sie erinnert teilweise an die der Baranower Schichten Galiziens, teilweise hat sie norddeutsch oligocäne Anklänge.

Über dem Schlier folgen in der Gegend von Pfarrkirchen brackische Sande mit *Oncophora*. Götzinger (27) konnte östlich der Mattig bei Pfandhub und Leittrachstetten beobachten, daß die dort anstehenden *Oncophoraschichten* aus dem oberen sandigen Schlier hervorgehen und diesem auch petrographisch sehr ähneln. Über den *Oncophoraschichten* liegen Süßwassertegel mit Quarzschottern und Konglomerat, die *Helix silvana* führen und mit der oberen Süßwassermolasse Bayerns altersgleich sind.

Über die Lagerungsverhältnisse im Innern der außeralpinen Ebene Oberösterreichs bekommt man Aufschluß durch einige Tiefbohrungen.

Die Tiefbohrung bei Wels (Schubert, 28) trat in 1037 Meter Tiefe das kristalline Grundgebirge. Es fanden sich ausschließlich Ablagerungen mit Schliercharakter. Bei 384 Meter Tiefe ließ sich ein plötzlicher Wechsel in der Zusammensetzung der Mikrofauna erkennen. Während der Schlier bis 931 Meter rein marin ist, hält Schubert die Schichten zwischen 931 und 982 Meter wegen ihrer ärmlichen Bodenfauna für brackisch und die fossilfreien Absätze zwischen 982 Meter Tiefe und dem Grundgebirge für Süßwasserbildungen. Schubert vergleicht sie mit der unteren Süßwassermolasse Bayerns. In der Gegend von Braunau am Inn wurden zwei Bohrlöcher (27) im Schlier bis 1200 Meter abgesenkt, ohne das Grundgebirge zu treffen.

Göttinger (27) gliedert den bisher durchfahrenen Schlier in drei Gruppen von oben nach unten: 1. Der miocäne Rivalvenschlier, dessen Fauna ganz mit der bekannten Fauna des Schliers von Ottnang übereinstimmt; 2. der Pteropoden- und Ostracodenschlier; 3. Melettaschiefer. Die gesamten in den Bohrlöchern getroffenen Schlierablagerungen sind Seichtwasserbildungen. Das Sediment stammt zum größten Teil aus dem Grundgebirge. Wir haben anscheinend hier dasselbe Bild, welches wir aus den Lagerungsverhältnissen in der Gegend von Melk gewonnen haben. Während wir am Rande des böhmischen Massivs den Schlier als deutliche Transgression über der sandig ausgebildeten ersten Mediterranstufe erkennen, tritt gegen das Beckeninnere zu auch die erste Mediterranstufe in Schlierfazies auf. Die brackischen Sedimente der Welser und ? vielleicht auch die Melettaschiefer der Braunauer Bohrung wären dann mit den Pielacher Tegeln zu parallelisieren. Auf die eigenartige Fauna von Ottnang, die gemeinsame Züge mit der Fauna der Hemmoorer Stufe in Norddeutschland aufweist, werde ich später eingehen. In Bayern am Rande des böhmischen Massivs zwischen Ortenberg und Vilshofen trifft man dieselbe tertiäre Schichtfolge wie in Oberösterreich (vergl. Kraus, 29). Der Schlier ist hier viel sandiger ausgebildet, beherbergt aber die gleiche Fauna. Er transgrediert deutlich über dem tieferen Meeressand (Burdigal). In den höheren Teilen des Schlier trifft man eine Mischfauna von typischen Schlierformen mit *Oncophora*, dann folgen die brackischen *Oncophoraschichten*, diese bedecken jedoch nur auf einem räumlich begrenzten Gebiete den Schlier, und Kraus ist der Ansicht, daß in den übrigen Gebieten, wo die *Oncophoraschichten* fehlen, dieselben durch marinen Schlier ersetzt werden, so daß sie als zeitlich äquivalent den oberen Abteilungen des Schliers zu setzen sind. Sie deuten eben die Regressionsphase des Schliermeeres an.

Die Fauna des größten Teiles der bayrischen und schwäbischen oberen Meeresmolasse ist burdigal (I. Mediterranstufe). Die „*Cardita Jouanneti*“, die gewöhnlich als Beweis für das mittelmiocäne Alter dieser Ablagerungen angeführt wird, ist, wie schon F. E. Sueß (26) ausführte, und wie ich mich selbst an einem Exemplar aus Ermingen überzeugen konnte, vollkommen verschieden von der *Cardita Jouanneti* aus Salles. Dasselbe gilt für den größten Teil der Meeresmolasse der Schweiz.

Transgredierend über diesem burdigalen Teil der Meeresmolasse liegen aber Ablagerungen, die sich durch ihre Fauna als etwas jünger erweisen und die Dietrich und Kautsky (30) mit dem Schlier Österreichs parallelisiert haben. Es sind dies die Grimmelfinger Sande (31), der Raudengrobkalk, die Austernnagelfluh und die St. Gallener Schichten. Über diese Stufe folgen in Schwaben noch die Oncophoraschichten führenden Kirchberger Schichten und die obere Süßwassermolasse; in der Schweiz ist der Oncophorahorizont nicht entwickelt. Über die Stellung der unteren Süßwassermolasse im Oberoligocän vergl. Oppenheim (32), Dietrich und Kautsky (30).

Mayer-Eymar betrachtete die ganze obere Meeresmolasse der Schweiz als eine Stufeneinheit als „Helvetien“. Diese Stufenbezeichnung hat dadurch, daß eben ein großer Teil dieser Meeresmolasse burdigalisch ist, zu zahlreichen Mißverständnissen Anlaß gegeben — leider hat sich diese Stufenbezeichnung schon so in die Literatur eingebürgert, daß sie wohl kaum mehr ausgemerzt werden kann. Die Bezeichnung Vindobonien für die über dem Burdigal liegende Stufe durch Déperét ist ebenfalls nicht empfehlenswert, weil Déperét die zweite Mediterranstufe und die Grunder Schichten als Vindobonien den Horner Schichten und dem Schlier als Burdigalien gegenüberstellt, während ich den Schlier zusammen mit den Grunder Schichten sowohl der ersten wie auch der zweiten Mediterranstufe als selbständiges Glied gegenüberstelle. Es ist deshalb am besten, dem Beispiel der meisten neueren Autoren zu folgen und als Typus des Helvetien die St. Gallener Schichten, die als gleichaltrig mit den Schichten von Salles gelten müssen, zu betrachten. Auch im Rhonebecken läßt sich die Transgression des Helvet über das Burdigal, feststellen. (Über die Gliederung und Parallelisierung des Miocäns des Rhônebeckens vergleiche Déperét, 33).

Versuchen wir nun die miocänen Ablagerungen des Nordrandes der Alpen und Karpathen mit dem Miocän des Nordseebeckens zu parallelisieren. Die Vierländer Stufe zeigt keinerlei Beziehungen zu der ersten Mediterranstufe des Wiener Beckens. Dagegen treten eine ganze Anzahl von Formen der Vierländer Stufe im Wiener Becken erst in den Grunder Schichten und in der zweiten Mediterranstufe auf. Dies erinnert an den fau-

nistischen Gegensatz zwischen der Vierländer Stufe und dem Burdigal Westfrankreichs, obwohl hier dieser Gegensatz wegen der sich schon im französischen Burdigal bemerkbar machenden nordischen Formen weniger kraß ist. Viel inniger werden die Beziehungen zwischen dem Wiener und dem Nordseebecken in der Zeit der Hemmoorer Stufe, beziehungsweise des Schliers und der Grunder Schichten. Ein Formenaustausch tritt ein. Hemmoor hat mit dem Miocän des Wiener Beckens 147 Arten gemeinsam, davon fehlen 41 Arten in Westfrankreich, 18 Formen aus Hemmoor finden sich im Wiener Becken und in Westfrankreich, fehlen aber im Miocän Italiens, acht von diesen Formen treten im Pliocän Italiens auf. Zwölf Hemmoorer Formen wurden bisher nur im Wiener Becken gefunden. Diese engen Beziehungen zwischen der Fauna des Mittelmiocäns des Nordseebeckens und der Miocänfauna des Wiener Beckens bestimmten mich (4), eine direkte Verbindung zwischen diesen beiden Gebieten zur Zeit der Hemmoorer Stufe anzunehmen. Diese Deutung wird dadurch unterstützt, daß man gelegentlich einer Tiefbohrung in Xious (3) in der Provinz Posen in einer Tiefe von 170 bis 230 Meter einen feinsandigen kalkhaltigen Ton durchfuhr, in dem sich zahlreiche Bruchstücke von marinen Mollusken, die aber leider keine spezifische Bestimmung erlaubten, befanden. Wir müssen annehmen, daß diese Verbindung vom unteren Elbetal gegen Oberschlesien ging. Sie war sicherlich nur von sehr kurzer Dauer. Weder die Vierländer Stufe noch der obermiozäne Glimmerton zeigen engere Beziehungen zur Miocänfauna des Wiener Beckens.

Es fragt sich nun, mit welcher Abteilung des österreichischen Miocäns die Hemmoorer Stufe zu parallelisieren ist. Rein zahlenmäßig betrachtet, hat die Hemmoorer Stufe am meisten Formen mit der zweiten Mediterranstufe des Wiener Beckens gemeinsam. Nun muß man aber bedenken, daß die zweite Mediterranstufe des Wiener Beckens faziell reich gegliedert ist, während die darunter liegende Abteilung des Schliers und der Grunder Schichten in dieser Beziehung sehr eintönig ist. Der Schlier ist zudem als eine abnormale Fazies zu betrachten, die ganz auf das Gebiet des Orogens beschränkt ist und dessen faunistischer Inhalt nicht ohne weiters mit den ganz anders gearteten Ablagerungen der Hemmoorer Stufen im Nordseebecken verglichen werden darf.

Betrachtet man die Formen, die die zweite Mediterranstufe mit den tonigen Sanden von Hemmoor gemeinsam hat und die der tieferen Abteilung fehlen, so ist es auffallend, daß es sich durchwegs um kleine Formen handelt, die für die Fazies des Badener Tegels charakteristisch sind, die den Bildungen des Schliers und der Grunder Schichten fehlt.

Rechnet man jedoch die eigentümlichen marinen Tegel von Ostböhmen und des Ostrau—Karwiner Reviere zum Schlier-niveau, so trifft man auch in diesem Niveau eine ganze Zahl von solchen Kleinformen, die sonst nur dem Tegel von Baden und den tonigen Sanden von Hemmoor eigentümlich sind. Es sprechen nun aber eine ganze Reihe von faunistischen Beziehungen für eine Altersgleichstellung der Hemmoorer Stufe mit den Ablagerungen des Schliers und der Grunder Schichten. Fünf Spezies sind bezeichnend für die Grunder Schichten und die Hemmoorer Stufe, sie fehlen in der II. Mediterranstufe: *Donax intermedius*, *Maetra Basteroti*, *Maetra subtruncata* var. *triangularis*, *Murex Delbosianus*, *Nassa Poelsense*. Vergleicht man weiter die Faune des Schliers von Ottnang (34) mit der von Hemmoor, so ergeben sich zahlreiche Gemeinsamkeiten. *Conus antidiluvianus* und *Conus Dujardini* sind beiden Ablagerungen gemeinsam. *Chenopus spec.* aus Ottnang dürfte mit dem *Ch. alatus* aus Hemmoor identisch sein. Der *Mitraefusus Ottnangensis* ist nahe verwandt mit der *Exilia contigua*. Der *Fusus Haueri* von Ottnang gehört in das von mir aufgestellte Genus *Aquilofusus*, ein Genus, welches sonst ganz auf das Nordseebecken beschränkt ist, das mit einigen Formen im Oligocän beginnt und sich erst im Miozän zur vollen Blüte entfaltet. *Pleurotoma (Bathytoma) cataphracta*, *Asthenotoma pannus* (bei Hörnes *Pleurotoma festiva*), *Pleurotoma inermis*, *Pleurotoma Annae* (bei Hörnes *Pleurotoma turricula*), *Pleurotoma Badensis*, *Drillia serratula* kommen in beiden Gebieten gemeinsam vor; *Pleurotoma sp. ind.* — Hörnes (34), Taf. X, Fig. 7) — aus Ottnang und die *Mangilia Böhmi* aus Hemmoor dürften nahe verwandt sein. *Turbonilla pseudocostellata* (*T. costellata* bei Hörnes), *Actaeon inflatus* (*A. pinguis* bei Hörnes), *Natica catena* (*N. helicina* bei Hörnes), *Dentalium vitreum* (*D. entalis* bei Hörnes), *Corbula gibba*, *Cuspidaria cuspidata*, *Maetra triangularis* kommen in beiden Ablagerungen vor. Die *Lucina Wolfi* aus Ottnang steht die *Lucina Schloenbachi* aus Hemmoor sehr

nahe, ebenso scheint das *Cryptodon sinuosus* aus dem Schlier dem *Cryptodon hanseatus* aus Hemmoor sehr nahe zu stehen. Die für den Schlier so charakteristische *Solenomya Doederleini* wird schon aus dem Oberoligocän von Dänemark (10) beschrieben. *Arca diluvii* und *Pinna Brocchii* sind beiden Ablagerungen gemeinsam. *Pecten denutatus* des Schlier und der *P. Gerardi* des Nordseebeckens sind miteinander nahe verwandt. *Aturia Aturi* findet sich in beiden Gebieten. Dazu kommt noch das Auftreten von *Astarte* und *Jupiteria* zweier typisch nordischer Genera im Schlier von Ottnang. F. E. S u e ß (26) beschreibt aus dem Schlier von Raad bei Mitternbach *Cypraea amygdalum*, die ebenfalls in Hemmoor vorkommt. Außerdem — und das ist das Entscheidende — treten im Schlier und den Grunder Schichten zum ersten Mal und in großer Zahl Formen auf, die der ersten Mediterranstufe und dem Oligocän Südeuropas fremd sind, die aber dadurch, daß sie identisch oder nahe verwandt mit norddeutschen oligocänen Formen sind oder schon in der Vierländer Stufe des Nordseebeckens auftreten, deutlich dokumentieren, daß sie nicht mediterrane neue Ankömmlinge, sondern nordischen Ursprungs sind. Ich gebe hier im Folgenden eine Liste von Formen aus dem Wiener Becken, die ich als sicher nordischen Ursprunges ansehen möchte, wobei zu bemerken ist, daß sich diese Liste bei einer genaueren Kenntnis der miocänen Formen des Nordseebeckens und auch des Wiener Beckens noch bedeutend vermehren wird.

<i>Pecten opercularis</i>	<i>Turbonilla pseudoterebralis</i>
<i>Arcoperna sericea</i>	<i>Turritella subangulata</i>
<i>Pectunculus bimaculatus</i>	<i>Scala crassicostata</i>
<i>Limopsis minuta</i>	<i>Scala amoena</i>
<i>Lucina borealis</i>	<i>Scala lanceolata</i>
<i>Cardium cyprum</i>	<i>Scala torulosa</i>
<i>Solecurtus candidus</i>	<i>Newtoniella trilineata</i>
<i>Maetra triangula</i>	<i>Triphora perversa</i>
<i>Thracia ventricosa</i>	<i>Chenopus alatus</i>
<i>Cuspidaria cuspidata</i>	<i>Pyrula geometra</i>
<i>Dentalium vitreum</i>	<i>Typhis horridus</i>
<i>Dentalium Badense</i>	<i>Typhis fistulosus</i>
<i>Xenophora Deshayesi</i>	<i>Nassa prismatica</i>
<i>Natica submamillaris</i>	<i>Fusus vaginatus</i>
<i>Eulimella Hoernesii</i>	<i>Fusus Rothi</i>
<i>Eulimella Neumayri</i>	<i>Lyria taurinia</i>
<i>Turbonilla pseudocostellata</i>	<i>Ancilla obscleta</i>

<i>Cancellaria contorta</i>	<i>Drillia obeliscus</i>
<i>Cancellaria parvula</i>	<i>Bathytoma cataphracta</i>
<i>Cancellaria varicosa</i>	<i>Asthenotoma pannus</i>
<i>Cancellaria evulsa</i>	<i>Daphnella anceps</i>
<i>Cancellaria fusiformis</i>	<i>Terebra acuminata</i>
<i>Conus antediluvianus</i>	<i>Terebra Hoernesii</i>
<i>Surcula intermedia</i>	<i>Ringicula auriculata</i>
<i>Pleurotoma Badensis</i>	<i>Acera Bellardii</i>
<i>Pleurotoma trifasciata</i>	<i>Bullinella cylindracea</i>
<i>Pleurotoma inermis</i>	<i>Bullinella elongata</i>
<i>Drillia obtusangula</i>	<i>Roxania utriculus</i>

Unter den oben angeführten Formen finden sich einige, die Gattungen angehören, die wir heute nur aus den warmen Meeren kennen. Diese aber sowie die zu ausgestorbenen Gattungen gehörenden Arten haben fast ausnahmslos nahe Verwandte im Oligocän Norddeutschlands. Sie sind nicht miocäne nordische Einwanderer, sondern im Miocän nach Süden wandernde Reste der alten oligocänen borealen Fauna. Von den meisten miocänen nordischen Einwanderern finden sich noch heute dieselben Genera, ja teilweise dieselben Arten im Gebiete des Mittelmeeres.

Parallelisiert man die Hemmoorer Stufe mit Schlier und Grunder Schichten, so fällt die Vierländer Stufe mit der ersten Mediterranstufe, beziehungsweise dem größten Teil der oberen Meeresmolasse und die Dingdener Stufe mit der zweiten Mediterranstufe zusammen, während wir den Glimmerton wohl mit dem Sarmat und (?) Pont des Wiener Beckens parallelisieren müssen, obwohl alle diese Ablagerungen infolge ihrer räumlich und wohl auch klimatisch getrennten Lage so wenig Gemeinsamkeiten in ihren Formen aufweisen, daß eine genauere Parallelisierung unmöglich wäre, wenn nicht die große helvetische Transgression, die man ja in ganz Europa erkennen kann, durch Schaffung eines direkten Verbindungsweges Nordseebecken — Wiener Becken einen allerdings nur kurz währenden direkten Formenaustausch ermöglicht hätte. Für die unterhalb der ersten Mediterranstufe meist brackisch ausgebildeten Absätze des Aquitan bleibt aber keine andere Möglichkeit, als sie mit dem norddeutschen Oberoligocän zu parallelisieren. (Vergleiche dazu meine Ausführungen bei den Beziehungen des Nordseebeckens zu Westfrankreich.)

## Die miocänen Faunenprovinzen Europas und der Ostküste Amerikas und ihr klimatischer Charakter.

In Europa kann man im Miocän zwei Faunenprovinzen unterscheiden: 1. eine boreale — teilweise schon im Oberoligocän erkennbar, am deutlichsten in der Vierländer und Dingdener Stufe, sowie im Glimmerton des Nordseebeckens ausgeprägt, in der Hemmoorer Stufe etwas undeutlicher durch einen mediterranen Einschlag, 2. eine mediterrane — am reinsten im Miocän des Wiener Beckens und Italiens; diese Faunen bekommen im Helvet und Torton einen deutlichen Einschlag von nordischen Elementen. (Die westfranzösischen Tertiärbecken nehmen in einem gewissen Grade eine schon aus ihrer geographischen Lage erklärbare Mittelstellung zwischen beiden Provinzen ein, und zwar so, daß im Aquitan, Burdigal und Helvet der mediterrane, im Rédonien der boreale Einschlag überwiegt. Die Tatsache, daß fast alle mediterranen Spezies, die Westfrankreich und das Wiener Becken gemeinsam haben, in Westfrankreich viel kleiner sind, findet so ihre Erklärung. Der scharfe faunistische Gegensatz zwischen der europäischen borealen und mediterranen Provinz, der die Altersparallelisierung oft fast zur Unmöglichkeit macht, ist für diese Zeit oder für dieses Gebiet nichts eigentümliches, denn es kann als eine Regel bezeichnet werden, daß gleichen Klimazonen angehörende (zum Beispiel tropische) Faunen verschiedener Altersstufen einander viel ähnlicher sind, als altersgleiche Faunen, die verschiedenen Klimazonen angehören. Ich habe eingangs auf die zahlreichen faunistischen Beziehungen der europäischen miocän—borealen Provinz mit den gleichaltrigen Ablagerungen von Maryland hingewiesen. Versucht man diese klimatologisch auszuwerten, so kommt man zu dem Schluß, daß trotz ihrer südlichen Lage die Fauna von Maryland in einem etwas kühleren Klima gelebt haben muß, als die gleichaltrigen Faunen des Nordseebeckens. Es fehlen im Miocän Marylands eine Reihe von Gattungen, die heute auf die heißen Meere beschränkt, im Miocän Norddeutschlands aber durch Kleinformen vertreten sind. Diese tropischen Gattungen in Norddeutschland rekrutieren sich teilweise aus mediterranen Einwanderern, teilweise aus Nachkommen der wärmeren oligocänen autochthonen Fauna.

Weiter aber treten in den Chesapeake-series Marylands schon einige Genera auf, die erst in den pliocänen Cragbildungen des nördlichen Europa erscheinen. Es bestand also schon während des Helvet ein ähnlicher klimatischer Gegensatz zwischen der Ostküste Nordamerikas und Europa, wie er heute besteht. Natürlich war in beiden Gebieten im Miocän das Klima bedeutend wärmer als es heute ist.

Über die die miocäne mediterrane Fauna zusammensetzenden Elemente habe ich eingangs eine Übersicht gegeben. Diese Fauna enthält in großer Menge tropische Formen, die sich zum Teil aus Nachkömmlingen der autochthonen mediterranen Oligocänfauna, zum geringen Teil aus Elementen der nordischen Oligocänfauna, hauptsächlich aber aus miocänen mediterranen Neuankömmlingen rekrutieren.

Sehr interessante Studien über die faunistischen Beziehungen zwischen den Mediterrangebieten Europas und dem Miocän Westindiens hat in letzter Zeit Woodring (35) (36) veröffentlicht. Der größte Teil (zirka 90%) der westindischen Miocänfauna besteht aus Gattungen, die auch heute in diesen Gebieten leben. Außerdem finden sich neben ausgestorbenen Gattungen zahlreiche Genera, die heute dem pazifischen und indopazifischen Faunenkreise angehören. Dieser indopazifische Einschlag erreicht zur Zeit der Gatunformation (Helvet) seinen Höhepunkt.

Das Miocän Italiens (Helvet) weist nur etwas über 60% Gattungen auf, die heute im Mittelmeer leben. Abgesehen von den ausgestorbenen Formen gehört der größte Teil der exotischen Spezies zu Gattungen, die heute ausschließlich Westindien, ein kleinerer Teil die Westindien und Westafrika gemeinsam sowie Westafrika allein bewohnen. Außerdem ist auch ein bedeutender Prozentsatz von exotischen Gattungen des italienischen Miocäns heute auf die indopazifische Faunenprovinz beschränkt. Interessant ist, daß der indopazifische Einschlag im Miocän Italiens größer ist, als in den gleichaltrigen Ablagerungen Westindiens und daß nur sehr wenige indopazifische Genera beiden Regionen gemeinsam sind.

Das westfranzösische Miocän unterscheidet sich von dem italienischen durch seinen geringeren Prozentsatz an heutigen tropischen Gattungen, was ich auf den nordischen Einschlag in diesem Gebiet zurückführen möchte. Vergleicht man nun die gleichaltrigen Ablagerungen Westindiens mit den europäischen,

so kommt man zu dem Ergebnis, daß zur Zeit des Aquitan und des Burdigal beide Gebiete wenig gemeinsame Züge aufweisen, dies ändert sich aber plötzlich im Helvet. Trotzdem sich auch in diesem Abschnitt jeder der beiden Faunenbezirke durch eine Reihe von ihnen eigentümlichen Gattungen als verschiedene Faunenprovinzen erkennen lassen, ist doch durch die in großer Zahl gemeinsam auftretenden Gattungen ein lebhafterer Faunenaustausch unverkennbar. Im jüngeren Miocän und besonders rasch im Pliocän nimmt die faunistische Ähnlichkeit zwischen beiden Gebieten ab.

Versuchen wir der Frage nach der Herkunft der miocänen mediterranen Formen näherzutreten. Ein Teil der miocänen tropischen Genera, die in Westindien und Europa gemeinsam auftreten, ist als Überrest der alten oligocänen atlantischen Fauna aufzufassen.

Nun finden sich aber über 30 tropische und subtropische Gattungen, die beiden Faunenbezirken gemeinsam sind und entweder gleichzeitig im Miocän oder zum mindesten in einer der beiden Provinzen erst im Miocän auftreten. Diese können nicht als Überreste einer gemeinsamen vormiocänen Fauna betrachtet werden.

Fügt man noch hinzu, daß in den gleichältrigen Faunen des Nordseebeckens und der Ostküste Amerikas diese Genera bis auf wenige Ausnahmen ganz fehlen, ferner daß die miocäne Molluskenfauna Patagoniens und Deutschsüdwestafrikas einer vollkommen verschiedenen Faunenprovinz angehört, und somit eine Wanderung der mediterran-westindischen Formen längs der Ufer des Nord- und des Südatlantik unmöglich ist, so muß man einen direkten Faunenaustausch Mittelmeer—Westindien annehmen, der seinen Höhepunkt zur Zeit der helvetischen Transgression, die sich sowohl in Europa wie auch an der Ostküste Amerikas feststellen läßt, erreichte. Nachdem es sich bei den beiden Gebieten gemeinsamen Molluskengattungen um Bewohner des seichten Wassers handelt, muß die Verbindung zwischen dem Mittelmeer und Westindien eine innigere gewesen sein, als sie es heute ist. Man könnte einwenden, daß durch günstige Strömungen ein Formenaustausch mittels der pelagisch lebenden Larven dieser Mollusken stattfinden konnte; dem ist aber entgegen zu halten, daß erstens nicht alle Mollusken ein freischwimmendes Larven-

stadium durchmachen, daß ferner das Larvenstadium gewöhnlich zu kurz dauert, um einer Spezies die Durchquerung eines Ozeans zu ermöglichen und schließlich — und darauf möchte ich besonderes Gewicht legen, daß die faunistische Ähnlichkeit zwischen beiden Gebieten sich nicht auf das Vorkommen von gleichen Arten, sondern nur von gleichen Gattungen erstreckt.

Ein Faunenaustausch zwischen zwei Seichtwassergebieten, die durch die Hochsee voneinander getrennt sind, durch freischwimmende Larven von Seichtwassermollusken, muß sich ohne Zweifel in dem gemeinsamen Auftreten von gleichen Arten in beiden Gebieten ausdrücken.

Aus diesem Grunde und auch deshalb, weil doch beide Faunenprovinzen durch eine große Reihe ihnen eigentümlicher Gattungen ihre Selbständigkeit wahren, darf man diesen Faunenaustausch sich nicht allzu innig vorstellen. Ob diese faunistischen Beziehungen durch das Bestehen einer Inselreihe zwischen Europa—Afrika und Westindien, wie Woodring (35) meint, oder durch ein näheres Beieinanderliegen des europäischen und des amerikanischen Kontinents im Sinne Wegeners hervorgerufen sind, läßt sich aus diesen Beobachtungen nicht entscheiden. Als auffällig ist nur hervorzuheben, daß gerade während der Transgressionsperiode im Helvet die faunistische Ähnlichkeit zwischen beiden Gebieten am innigsten wird.

Die mediterrane miocäne Molluskenfauna Europas ist polymikt. Im Aquitan Westfrankreichs treten nach Coßmann und Peyrot über 20 neue Bivalvengenera auf. Neun davon finden sich auch im amerikanischen Tertiär, davon eine vom Unter-eocän an, drei vom Mitteleocän, eine vom Aquitan, zwei vom Burdigal, eine vom Helvet und zwei vom Pont an. Betrachtet man die von Woodring (35) veröffentlichte Liste der im Miocän Europas und Westindiens gemeinsam vorkommenden tropischen und subtropischen Genera, so sieht man, daß durchaus nicht alle diese Gattungen in beiden Gebieten erst im Miocän erscheinen. Viele Genera, die in Westindien erst im Miocän auftreten, kennt man aus Europa schon im Eocän und Oligocän und umgekehrt. Ähnliche Verhältnisse würde man treffen, wollte man die indopazifischen miocänen Faunen mit den gleichaltrigen Faunen Europas oder Westindiens vergleichen. Die Entstehungszentren der tertiären, tropischen Molluskengenera lagen an den verschiedenen Punkten des medi-

terranen Gürtels der Erde und sind eben dort zu suchen, wo die betreffende Gattung geologisch am frühesten auftritt. Dies gilt für die Miocänfaunen und dies gilt aber auch für die heutigen Faunen, die die tropischen Meere bewohnen. Die heutige westindische Fauna ist zusammengewürfelt aus autochthonen, miocän-mediterranen und indopazifischen Gattungen; ebenso ist die heutige indopazifische Fauna aus autochthonen, miocän-mediterranen und westindischen Formen zusammengesetzt. Es ist deshalb falsch, zu sagen: Die mediterrane miocäne Fauna hat, weil ihre Genera identisch sind mit solchen, die heute im indopazifischen oder im westindischen Gebiet leben, ihre tropischen Faunen aus diesen Gebieten bezogen. Wir können nur sagen, im Miocän befand sich das Mittelmeer, welches damals einen fast tropischen Charakter hatte, in lebhaftem Faunenaustausch mit dem indopazifischen und dem westindischen Gebiet. Im Pliocän und in der Jetztzeit verlor das Mittelmeer seinen tropischen Charakter und die von Norden einwandernden Gattungen gaben ihm zusammen mit den alt-mediterranen Relikten ihr heutiges faunistisches Gepräge, während die westindische Fauna ihren tropischen Charakter bewahrt hat. Es scheint überhaupt während des Miocäns in äquatorialer Richtung ein viel lebhafterer Faunenaustausch von Seichtwasserformen vor sich gegangen zu sein, als er heute wegen des N—S-Verlaufes der Ozeane und der Kontinente möglich ist.

Nach Woodring (36) hat die miocäne mediterrane Fauna einen weniger rein tropischen Charakter, als die gleichaltrige Fauna Westindiens, und er ist geneigt, die europäischen Faunen für subtropisch anzusprechen. Allerdings hat Woodring für das Altmiocän seine Mollusken nur mit den westfranzösischen Faunen verglichen, von denen ich schon hervorgehoben habe, daß sie einen stärkeren nordischen Einschlag zeigen als zum Beispiel die Fauna der ersten Mediterranstufe des Wiener Beckens.

Während man bei den ungefähr den Breitengraden folgenden Wanderungen der miocän-tropischen Faunenelemente nicht von einer Wanderung in einer bestimmten Richtung sprechen kann, läßt sich in der Ausbreitung der nordischen Faunen im Neogen eine deutliche Südwanderung erkennen. Zahlreiche Arten, die im Nordseebecken schon aus der Vierländer Stufe (Burdigal) bekannt sind, treten im Wiener Becken erst im Helvet und Torton auf. 22 Arten der Hemmoorer Stufe (Helvet) erscheinen

in Italien erst im Pliocän und ein großer Teil der Fauna des heutigen Mittelmeeres ist identisch oder verwandt mit miocänen und pliocänen Formen des Nordseebeckens.

Die helvetische Transgression brachte auch ein Einwandern mediterraner Mollusken in die Nordsee (Hemmoorer Stufe) mit sich. Während sich aber die Nordformen in den südlichen Gebieten erhalten und einen wichtigen Bestandteil der Mediterraneanfauna ausmachen, sterben die in der Hemmoorer Stufe von Süden und Westen in die Nordsee vordringenden Formen in der Folgezeit rasch aus. Die Kleinheit und der teilweise Mangel an Ornamentik (4) aller dieser Südformen, verglichen mit ihren gleichzeitig in den Mediterrangebieten lebenden Verwandten, bezeugt, daß die Lebensverhältnisse für sie in den nördlichen Gebieten nicht günstig waren. Im Gegensatz zu dem Eindringen der Nordformen in das Mittelmeer kann man den Vorstoß mediterraner Formen in die nördlichen Gebiete während des Helvet nur als eine Episode bezeichnen.

Zusammenfassend kann man sagen, es lassen sich im Miocän sowohl in Europa, wie auch in Amerika klimatische Zonen unterscheiden, die in ihrer Lage zueinander denselben Verlauf haben, wie die heutigen klimatischen Zonen. Dies deutet darauf hin, daß die Lage der Pole in der Miocänzeit von ihrer heutigen Lage nicht wesentlich verschieden gewesen sein kann. Die Temperatur aber muß — und dies zeigen die borealen Faunen natürlich am Besten — eine bedeutend höhere gewesen sein, als sie es heute ist. Interessant ist, daß sich die Bivalven und Gastropoden nicht als gleichwertige Indikatoren für stratigraphische und klimatologische Probleme erweisen. Unter den 315 Mollusken, die ich (4) aus Hemmoor und Basbeck Osten beschrieben habe, finden sich 76 Bivalven, sechs Skaphopoden und 233 Gastropoden. Unter den 76 Bivalven finden sich 13 oligocäne und 24 rezente Spezies; von den 233 Gastropoden dagegen nur 29 oligocäne und nur 28 rezente Arten.

Die Mollusken im Hemmoor verteilen sich auf 58 Bivalven, und 139 Gastropodengattungen. Unter den heute ausgestorbenen Gattungen finden sich 21 Gastropoden und nur fünf Bivalvengenera, unter den heute auf die warmen Meere beschränkten Gattungen 45 Gastropoden und nur zwei Bivalvengenera. Die Bivalven haben unverhältnismäßig viel Dauerformen, die sowohl aus dem Oligocän ins Miocän, als auch vom Miocän in

die Jetztzeit reichen, sie haben unverhältnismäßig wenig ausgestorbene und unverhältnismäßig wenig tropische Gattungen. Sie sind im Gegensatz zu den Gastropoden ausgesprochen unempfindlich und konservativ.

Geologisches Institut der Universität Wien, im März 1926.

#### Literaturverzeichnis.

- (1) E. Beyrich: Die Konchylien des norddeutschen Tertiärgebirges. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 5—8, 1853—1856.
- (2) von Koenen: Das Miocän Norddeutschlands und seine Molluskenfauna. I. Teil: Schriften d. Gesellsch. zur Beförderung der gesamten Naturwissenschaften zur Marburg. Bd. 10, Kassel 1872. II. Teil: Neues Jahrb. f. Min., Geol. usw. Beil. Bd. II, 1882.
- (3) O. v. Linstow: Die Verbreitung der tertiären und diluvialen Meere in Deutschland. Abhandl. d. Preuß. Geol. Landesanstalt. Neue Folge Heft 87, Berlin 1922. In dieser Arbeit ist die gesamte das deutsche marine Tertiär betreffende Literatur angeführt.
- (4) F. Kautsky: Das Miocän von Hemmoor und Basbeck—Osten. Abhandl. d. Preuß. Geol. Landesanst. Neue Folge, Heft 97, Berlin 1925.
- (5) W. Koert: Zwei neue Aufschlüsse von marinem Oberoligocän im nördlichen Hannover. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanstalt 1900.
- (6) K. Gripp: Über das marine Altmiocän im Nordseebecken. N. Jahrb. f. Min. usw. Beil. Bd. 41, Stuttgart 1915.
- (7) P. Oppenheim: Über das marine Miocän im Nordseebecken. Zentralblatt f. Min. usw. 1916.
- (8) G. C. Martin: Systematic Paleontology of the Miocene Deposits of Maryland. Maryland Geol. Survey Miocene 1904.
- (9) W. H. Dall: Contributions to the Tertiary Fauna of Florida. Transact. of the Wagner Free Inst. of Science of Philadelphia. Vol. III, 1890, 1897, 1898.
- (10) J. P. J. Ravn: Molluskenfaunen i Jyllands Tertiäraflegringer. Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Skrifter 7, Afd. III, 2, Kopenhagen 1907.
- (11) E. M. Nörregaard: Mellem Miocæne Blokke fra Esbjerg Meddel. fra Dansk Geol. Förening, Bd. 5, Nr. 1, Kopenhagen 1916.
- (12) Waterschoot von der Gracht: Handbuch der regionalen Geologie, I. Bd., 3. Abteil., Niederlande.
- (13) G. F. Dollfus: Classification du tertiaire moyen et supérieur de la Belgique. Bull. de la soc. Géol. de France, IV. série 1903.
- (14) M. Coßmann und Peyrot: Conchologie Néogénique de l'Aquitaine. Actes de la soc. Linn. de Bordeaux, Bd. 63, 1909.
- (15) G. F. Dollfus: Essai sur l'étage aquitainien. Bull. des serv. de la carte geol. de France Nr. 124, 19, 1908—1909.
- (16) E. Haug: Traité de Géologie II. Les périodes géologiques, pag. 1607 und pag. 1615 ff. Paris 1908—1911.
- (17) F. X. Schaffer: Das Miocän von Eggenburg. Abhandl. der k. k. Geol. Reichsanstalt, Bd. XXII, Wien 1910—1925.
- (18) A. Rzehak: Das Mährische Tertiär. Knihovna Stát. Geol. Ústavu Českosl. Republ. Svazek 3. Prag 1922. In dieser deutsch geschriebenen Arbeit ist die ganze das Tertiär Mährens betreffende Literatur angeführt.
- (19) F. E. Sueß: Vorlage des Kartenblattes Brünn. Verhandl. d. k. k. Geolog. Reichsanstalt 1906, Nr. 5.
- (20) E. Kittl: Die Miocänablagerungen des Ostrau—Karwiner Steinkohlenreviers und deren Faunen. Annalen d. k. k. Naturhist. Hofmuseums Wien 1887.
- (21) V. J. Procházka: Das Ostböhmisches Miocän. Archiv für die naturw. Durchforsch. Böhmens, Bd. X, Nr. 2, Prag 1900.

- (22) P. Oppenheim: Über das Miocän von Oberschlesien. Monatsber. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1907.
- (23) R. Michael: Über die Altersfrage der oberschlesischen Tertiärablagerung. Monatsber. d. deutsch. geol. Gesellsch. 1907.
- (24) W. v. Friedberg: Einige Bemerkungen über das Miocän in Polen. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1912, Nr. 16.
- (25) E. Nowack: Studien am Südrand der Böhmisches Masse. Verhandl. d. Geol. Staatsanstalt Wien 1921, Nr. 2.
- (26) F. E. Sueß: Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. Annalen d. k. k. Naturhist. Hofmuseums, Bd. VI, Wien 1891.
- (27) G. Göttinger: Neueste Erfahrungen über den oberösterreichischen Schlier usw. Montanistische Rundschau 1925, Nr. 24.
- (28) R. J. Schubert: Die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung der bei der ärarischen Tiefbohrung zu Wels durchteuften Schichten. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. 1903, Bd. 53, Wien 1904.
- (29) E. Kraus: Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilsnoven in Niederbayern an der Donau. Geognostische Jahreshefte 1915, Bd. 28, München 1916.
- (30) W. O. Dietrich und F. Kautsky: Die Altersbeziehungen der schwäbischen und schweizerischen oberen Meeresmolasse und des Tertiärs am Südrand der schwäbischen Alb. Zentrabl. f. Min. usw., 1920.
- (31) A. Moos: Beiträge zur Geologie des Tertiärs im Gebiet zwischen Ulm und Donauwörth. Geognostische Jahreshefte 1924, Bd. 37, München 1925.
- (32) P. Oppenheim: Bemerkungen zu W. Kranz: Das Tertiär zwischen Castelgomberto usw. Neues Jahrb. f. Min., Geol. usw. Beil. Bd. 35, Stuttgart 1913.
- (33) M. Déperét: Sur la Classification et le Parallélisme du Système Miocène. Bull. de la soc. geol. de France, 13 serie, Bd. 21. Paris 1893.
- (34) R. Hoernes: Die Fauna des Schliers von Ottnang. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanstalt, IV. Heft, Bd. 25, 1875.
- (35) W. P. Woodring: Tertiary History of the North Atlantic Ocean. Bull. of the Geol. Soc. of America. Vol. 35, Number 3, 1924.
- (36) W. P. Woodring: West Indian, Central American, and European Miocene and Pliocene Mollusks. Bull. of the Geol. Soc. of America. Vol. 35, Number 4, 1924.
- (37) O. Abel: Studien in den Tertiärbildungen des Tullner Beckens. Jahrb. d. k. k. Geol. Reichsanst. 1903, Bd. 53.
- (38) W. Petrascheck: Tektonische Untersuchungen am Alpen- und Karpathenrande. Jahrb. d. Geolog. Staatsanstalt 1921, Bd. 70.
- (39) H. Vettiers: Zur Altersfrage der Braunkohle von Starzing und Hagenau bei Neulengbach. Verhandl. der Geolog. Bundesanstalt 1922, Nr. 8.
-