

Der paläogeographische Charakter des germanischen Muschelkalk-Binnenmeeres.

Von
W. Deecke.

Die germanische Triassee ist mit ihren *Gesamteigentümlichkeiten als Binnenmeer*, soweit ich weiss, bisher nicht behandelt. Wohl haben wir treffliche Darstellungen dieser Triasfacies, haben sorgfältige Bearbeitungen ihrer Faunen in den verschiedenen Landstrichen Mitteleuropas, ebenso Vergleiche der ausser- und inneralpiner Versteinerungen. Aber es fehlt eine Bearbeitung des Ganzen von hydrographischen, faunistischen und tektonischen Gesichtspunkten her, wobei die geologischen und paläontologischen Tatsachen als Ausgangspunkte dienen, um uns den Gesamtcharakter dieses Ingressionsmeeres klar vorzuführen. Natürlich existieren viele Einzelbemerkungen, und über vieles herrscht völlige Übereinstimmung. Z. B. gab *E. Fraas* eine gute Darstellung der Gesamtrias vor etwa 20 Jahren, in welcher vor allem der Keuper paläogeographisch aufgefasst wurde; vom Muschelkalk habe ich nirgends eine ähnliche Darstellung gefunden, mindestens keine solche, wie ich sie hier vorlege und welche wegen der Bedeutung dieses Formationsgliedes für die Geologie Deutschlands sicher ein allgemeines Interesse besitzt. Der referierende Aufsatz von *Tornquist*, Die Binnenmeerfacies der Trias (Geol. Rundschau, Bd. III, H. 2, 1912) verfolgt andere Ziele.

Das Muschelkalkmeer breitete sich ziemlich plötzlich in Mitteleuropa auf einem Gebiete aus, das bisher ein abgeschlossenes nur mit Sandmassen sich zufüllendes Becken war. Eine langsame, andauernde Senkung, die niemals rasch bedeutende Tiefe bewirkte, hatte südlich der Britisch-Skandinavischen und westlich der Russischen Masse eine Eindellung erzeugt, in die wahrscheinlich von Norden her so bedeutende Sand- und untergeordnete Tonmassen hineingeschüttet wurden, dass sie die Senkung ausglich. Das Becken war von Wasser erfüllt, nicht eine Wüste, wie zwei Jahrzehnte lang behauptet wurde. Sein Südrand lag nicht fest, sondern verschob sich im Laufe der Buntsandsteinzeit

immer weiter nach Süden und Südosten, so dass die höheren Sandsteinstufen in Vogesen und Schwarzwald übergreifen. Zugleich tauchte eine bisher noch vorhandene Halbinsel oder Insel, die Rheinische Masse nebst dem Hohen Venn, unter den Seespiegel, während die Ardennen über Wasser blieben und vielleicht als Ansatzpunkt einer nach dem französischen Zentralplateau westlich vom Pariser Becken durchziehenden Barre als Westrand des Buntsandsteins dienten.

Im grossen und ganzen hatten wir also eine weite Mulde, die den Nordrand des varistischen karbonischen Gebirges als Bogen umzog, so wie die Adria an der Aussenseite des Appennins liegt; sie bestand aber aus zwei Teilen, einem deutlich herzynischen, welcher etwa in der Richtung der oberen Oder und unteren Elbe bis über Helgoland hinaus lief, und einem zweiten rheinischen Abschnitte, der von Besançon zur Rheinmündung reichte und wahrscheinlich bis nach England, wo beide Teile sich vereinigten. Beide Abschnitte traten während des mittleren und oberen Buntsandsteins nördlich der Doubs—Donaulinie in Süddeutschland miteinander in breite Verbindung. Der Kern der varistischen Faltung (die Gegend Plateau central—Mittelschweiz—Böhmer Masse) blieb Festland und trug auf seiner Süd- und Südostseite, d. h. in den Ostalpen und in der Lombardei die Flachwasserstrandseen, denen die alpinen Werfener Schichten und der Servino ihre lagunäre Entstehung verdanken. Dieses Becken besass, wenn wir von einem selbständigeren englischen Zipfel längs des Ostrandes der Masse von Wales absehen, die Gestalt eines gleichschenkligen Dreiecks, dessen Basis doppelt so lang war, wie jede der beiden anderen Seiten und dessen Spitzen bei Besançon, York und Tarnowitz lagen. Es mass also etwa 500000 qkm Fläche, wobei die Inseln mitgerechnet, aber manche randlichen Teile ausgeschaltet sind. Es kommt ja auf eine genaue Zahl, welche wir gar nicht mehr festzustellen vermögen, hier nicht an, sondern nur auf eine allgemeine Grössenordnung. Vergleichen wir damit die heutigen europäischen Binnenmeere, so hat:

Ostsee.	416 000 qkm
Schwarzes Meer mit Asowischem Meer . .	460 000 qkm
Caspi-See	440 000 qkm

Es war also diese mitteleuropäische Buntsandsteinsee nicht wesentlich grösser als eines der heutigen europäischen Binnenmeere.

Neben diesem bestand noch ein zweites Becken in Südwesteuropa, welches das jetzige Meeresstück zwischen Sardinien,

Spanien und Algier nebst dem Ebrotal umfasste. Nennen wir es das Sardo-spanische; es hatte ungefähr dieselbe Fläche wie das germanische. Indessen lassen sich seine Ränder noch weniger scharf festlegen. Beide standen so zueinander, wie heute Caspi und Pontos, d. h. sie waren zeitweise durch schmale Landengen voneinander getrennt. Beide haben anfangs gleichartige, oft sehr mächtige, aus roten Sandsteinen bestehende Sedimente mit Einlagerungen von Landpflanzen und mit gelegentlich salinaren Ausscheidungen; nur erreicht in dem südlichen See die Dicke der Schichten niemals die hohen Beträge wie im Norden. Das offenere Meer, d. h. die nach Südeuropa eindringende Tethys, haben wir in Kleinasien, in Rumänien, Ungarn, Mazedonien und Sizilien konstatiert und kennen in den Alpen die Litoralbildungen dieses sich in der Trias immer weiter nach Westen vorschiebenden Gürtelmeeres. Während des Buntsandsteins war es wohl von den beiden Binnenbecken durch einen Bogen von Böhmen über Plateau central—Korsika—Sardinien—Tunis getrennt. Indessen scheint bisweilen schon die See eingebrochen zu sein, vor allem in der Zeit des oberen Buntsandsteins, da wir an vielen Stellen Myophorien- und Gervillienbänke darin bei uns finden, bei Sulzbad im Elsass marine Krebse, *Limulus* und *Beneckeia Buchi* mit *Voltzia heterophylla* zusammen beobachten, ebenso wie *Frech* aus schlesischem Sandstein denselben Ammoniten abbildete.

Auch im mittleren Sandstein haben wir Gervillien und Estherien bankweise, wobei die Frage offen bleibt, ob nicht nur Wind oder andere Vermittler solche Keime vertragen haben. Im obersten Sandstein deuten dagegen die Linguliden, Myophorien und Krebse auf eine wirkliche Meeresverbindung hin. Man täte vielleicht besser, diese Bänke trotz der Buntsandsteinfacies schon zum Muschelkalk zu ziehen. Das ist aber eine Prinzipienfrage, ob die petrographische Facies oder der Fossilinhalt massgebend sein soll.¹⁾

Eine verstärkte tektonische Bewegung erschloss nun zunächst das nördliche Becken der marinen Tierwelt durch Pforten, welche, wie wir bestimmt wissen, in Oberschlesien lagen. Durch sie ergoss sich das Wasser in die erneut vertiefte Senke und erfüllte sie bis zum äussersten Rand. In einem dünnen, 1—2 m dicken Schichtpaket ändert sich der gesamte Gesteinscharakter, da an Stelle der Sandmassen und roten Tone die kalkigen oder dolomitischen,

¹⁾ Lagen mit *Schizodus*, aber vom Charakter des unteren Buntsandsteins rechnet man in der Pfalz jetzt zum oberen Zechstein, früher wegen des Aussehens zur untersten Trias. Den *Macrocephalus*horizont stellt man in Schwaben immer noch in den braunen Jura wegen seiner Eisenooolithe usw.

frisch blaugrauen, verwittert rotgelben Gesteine treten. Es ist eines der allerbesten Beispiele für eine marine Transgression auf weite Fläche, und es muss diese erfolgt sein in ein etwas unter dem Meeresspiegel liegendes Becken, weil die untersten Wellenkalkbänke konkordant auf dem Röt lagern. Wir haben also den Fall des Caspi, der auch unter dem Seespiegel steht, der von Sanduffern im Norden und Osten eingefasst ist, dessen bis Zaritzin reichende nördliche Umrandung bei einem Einbruch des Mittelmeerwasser vollaufen würde. Über Strand- und Flussmündungsschutt, über Salz-Gipspfannen würde sich das neue marine Sediment legen, und zwar so gleichartig, dass auf sehr weite Flächen eine völlige Konkordanz der verschiedenartigen Bildungen eintrete. Wir wären dann nicht in der Lage, im Gebiete der untersten Wolga die Transgression anders zu konstatieren, als an dem Gesteinswechsel und an der marinen Fauna. Seine allgemeinen Sedimentationsbedingungen waren gegenüber der vorhergehenden Zeit nur insofern geändert, dass die Sandzufuhr bis in die Mitte des Beckens aufhörte und auf den Rand (Luxemburg, Nordvogesen, England) beschränkt blieb, der rasche Wechsel der Schichtung, die zeitweilige Trockenlegung mit Ausscheidung von Gips und Salz blieben in den westlichen Gebieten, also vielleicht überhaupt in der Nähe des Westrandes, bestehen. Wir haben nämlich vom Odenwald bis Basel dünne Rauchwackenbänke im unteren Wellendolomit, die sich genetisch von denen des Röt nicht unterscheiden.

Die Hauptsenkung geschah am kräftigsten im Osten, vielleicht auf der hercynischen Elbe-Oderlinie und erreichte dort bedeutende Beträge, da wir den unteren Muschelkalk in Oberschlesien rund 100 m, bei Rüdersdorf 150 m mächtig sehen. Die reine Kalkbildung ist am bedeutendsten auf der Linie Tarnowitz-Rüdersdorf und nimmt nach Südwesten und Westen zugunsten der Mergelschichten mit dolomitischen Einschaltungen ab, ohne dass die Mächtigkeiten erheblich sinken (bei Jena 113 m, bei Würzburg rund 100 m, in Schwaben rund 90 m); erst in der Pfalz und in der Eifel kommen wir zugleich mit der Muschelsandsteinfacies an den Rand der weiten Pfanne. Die Ausdehnung der Wellenkalksee scheint im Westen und Südwesten nicht wesentlich über den Rahmen des Buntsandsteinareales hinaus gegangen und ihr Boden recht eben gewesen zu sein. Wir haben Wellenkalk bisher nicht im Schweizer Jura und Rhonegebiet und beobachten im südlichen Baden, in den Vogesen, in der Pfälzer Hardt und in Luxemburg eine starke Beimischung von Muskovit, die ganz an die gleiche Erscheinung in den Plattensandsteinen erinnert und deren Rekurrenz darstellt. — Im Sardo-spanischen Becken

wird nur aus Sardinien von *Tornquist* eine Lage unter dem Nodosuskalk erwähnt, welche Gesteine vom Habitus des germanischen Untermuschelkalkes hat und *Lima lineata* führt. Eine Verbindung dieses isolierten Vorkommens mit Süddeutschland ist nicht nachgewiesen und könnte nach unseren bisherigen Kenntnissen nicht über die Schweizeralpen, sondern nur über das Rhonetal vermutet werden. Es fehlen aber auf Sardinien die übrigen Wellenkalkgruppen. —

Das bezeichnendste Merkmal der Wellenkalksee ist die *unplötzlich erscheinende Verbreitung einer marinen Fauna über die ganze Fläche*, einer Fauna von einheitlichem Charakter, mit zahllosen Individuen verhältnismässig weniger Arten. Es macht den Eindruck, als ob das einströmende Wasser Keime mitgerissen und rasch überall hin verbreitet habe. Dabei kamen in erster Linie die Eier und Larven der in der flachen Littoralzone lebenden und von Osten her eingewanderten Tierformen in Betracht, d. h. solche Arten, welche auf seichtem, schlammigem Untergrunde fortzukommen vermochten. Wir werden von dieser Tierwanderung gleich ausführlicher sprechen. Vorher möchte ich einige Analoga solcher Einbrüche mit Verbreitung mariner Keime anführen.

Am Ende des Pliocäns muss durch den Bosphorus das Mittelmeerwasser sich den Zutritt zum Schwarzen Meer geschaffen haben. Wir sehen, dass ein Teil der mediterranen Fauna das neue Gebiet rasch erobert, aber wegen der eigenartigen Gestalt des Pontos auf den Ufersaum beschränkt bleibt. Unwirtliche, mit Schwefelwasserstoff geschwängerte Tiefen besass das Wellenkalkmeer nicht und konnte sich daher ganz bevölkern; ferner war das Wellenkalkbecken kein Süswasserbecken gewesen, wie das Schwarze Meer, und der Salzgehalt vielleicht beinahe normal.

Ein zweiter, diesem noch ähnlicherer Vorgang war der Einbruch des Litorinameeres der Postglacialzeit in das Ostseebecken. Die Süswasser-Ancylus-See wurde durch Einstrom des Nordseewassers umgestaltet. Die Pforten lagen in Holstein bei der Elbe- und Travemündung und waren breiter als die heutigen Strassen des Sundes und der Belte. Es verbreitete sich eine geringe Anzahl der Nordseeformen bis in die nördlichsten Zipfel der Bottnischen Wiek, und zwar entsprechend der Wellenkalkfauna nur wenige Arten mit sehr vielen Individuen, so dass wir Gründe mit *Cardium edule*, *Scrobicularia piperita*, *Litorina litorea*, *Mya arenaria* usw. wahrnehmen, die sich etwa den Myophorien, Gervillien und Limenpflastern im Wellendolomit vergleichen lassen. Ferner waren, wie noch heute bei Kiel, in der Nähe der

Pforten, infolge des lebhafteren Salzwassereinstromes die marinen Arten der Litorinasee zahlreicher und die einzelnen Individuen grösser und dickschaliger; nur die in Gotland oder bei Haparanda zu sammelnden Typen sind kleiner und gleichen den jetzt an der Westseite Rügens lebenden Tieren. In ähnlicher Weise erfolgte im Ostseebecken schon im mittleren Diluvium ein Einbruch des Nordseewassers und brachte die Eemfauna mit *Cardium edule*, *Cyprina islandica*, *Rotalia Beccariae* usw. bis Hiddensö und Danzig, während die nördliche Ostseerinne mit Inlandeis gefüllt blieb, das bald darauf wieder vorstieß. Wollen wir eine Parallele dieser quartären Ingressionen mit dem Wellenkalkmeere ziehen, so liesse sich die Eemphase — *mutatis mutandis* — mit dem Rötmeerstadium vergleichen, dessen Tiere auch wieder verdrängt wurden und nicht überall im Buntsandsteinbecken sich ansiedelten, die Litorinaphase etwa der eigentlichen Wellenkalksee. Denn auch von deren schlesischen Pforten an ist bis Rüdersdorf und Thüringen das Tierleben reicher, als weiter entfernt z. B. in Süddeutschland; aber völlige Übereinstimmung beider Erscheinungen herrscht insofern nicht, als die Beimischung von Süsswasser im germanischen Muschelkalkbecken immer untergeordnet blieb.

An der schlesischen Pforte beobachten wir eine Menge von Schnecken, Brachiopoden, Fischen und Sauriern, die dem westdeutschen Wellenkalk fehlen, ferner die Kalkalgen, denen augenscheinlich das Binnenwasser wenig zusagte. Sofort allgemein wurden verbreitet *Lima lineata*, *Lima striata*, die „*Myacites*“, *Gervillia socialis* var. *funicularis*, *Myophorien*, *Pecten discites*, *Linguliden* und *Dadocrinus gracilis*. Später, im mittleren Wellendolomit, kommen wieder *Beneckea Buchi*, mit ihm *Terebratula Ecki*, drittens in etwas höheren Bänken *Terebratula vulgaris*. Erst im Wellenmergel erscheinen die langhäusigen Gastropoden häufiger, stellen sich langschwänzige Krebse ein und dazu die Mixosaurier. Das Wandern aller dieser Tiere nach Westen mag eine Folge des Salzwasserstromes gewesen sein, der sich in dem Becken zu einer kreisförmigen Drift entwickelt haben wird, und zwar unter Einfluss östlicher Winde. Heute beobachten wir, wie die herrschenden Westwinde des südlichen Ostseebeckens das salzigere Wasser der dänischen Strassen nach Osten treiben, und auch die rasche Einwanderung der Litorinafauna wurde zweifellos begünstigt durch solche Westwinde. Im Wellenkalkmeer lagen die allgemeinen hydrographischen Bedingungen ähnlich, indem eine von Südosten eindringende Strömung wahrscheinlich östlichen Winden unterlag und daher

nach Westen und Südwesten abgedrängt wurde. In Russland bestand damals ein ausgedehntes Festland, im Süden von Europa und im Norden von Afrika entwickelte sich das Gürtelmeer mit seiner von Ostasien herkommenden Warmwasserströmung. Daher ist das russische Land wahrscheinlich vorzugsweise ein Hochdruckgebiet gewesen, von dem, wie in der Gegenwart, kontinentale, d. h. östliche Winde ausgingen. Diese Ostwinde werden die Gegend von Polen, Schlesien, Ungarn beherrscht haben, wie noch heute, und mussten das Wasser in die germanische Wellenkalkmulde hineintreiben. Wir beobachten, dass im Pontos diese Ostwinde eine Drift hervorrufen, welche von der Krim am Ufer entlang nach dem Bosphorus läuft und dort umbiegt, so dass sie an der kleinasiatischen Küste ostwärts gerichtet ist und bei Trapezunt quer über das Meer nach Norden zurückgeht. Für das Wellenkalkmeer gilt das gleiche. Denn auch sie stieß im Westen auf Festland und muss nun umgekehrt sein. Diese Umkehr ist aber auf der nördlichen Halbkugel immer im Sinne einer Rechtsdrehung, so dass die Wasser nordöstlich abgelenkt wurden. Die Breccienstruktur der Schaumkalkbänke, die vielen Fließ- und Wellenspuren, die zahllosen zusammengefügten *Orbicularis*-Schalen im oberen Wellenkalk des Odenwaldes deuten auf solche von Osten kommende Strömung oder Wellenwirkung hin. Dazu möchte ich auch die Verbreitung von Gervillien, Myophorien und Linguliden im obersten Buntsandsteine von Elsass und Baden zählen.

Als nun das Meer dauernd von dem weiten Gebiet Besitz ergriff, stellte sich ein Beharrungszustand dieser Art ein. Daraus wird uns die plötzliche Aussaat der Keime über das Gesamtgebiet verständlich, daher versuchen im untersten Wellendolomit gleich so viele Tiere heimisch zu werden, welche sich zum Teil nachher nicht dauernd halten, z. B. *Terebratula Ecki* und *Dadocrinus gracilis*. Ich glaube, dass viele der Beneckeien verschwemmte *leere* Schalen waren, desgleichen die einzelnen *Ptychites*-Individuen, welchen wir von Rüdersdorf über Thüringen bis Heidelberg in etwas verschiedenen Horizonten des Wellenkalkes begegnen. Sie geben uns gleichsam die Hauptdrift an, gerade so wie manche Crinoiden. Wir haben im Westen im tiefsten Wellendolomit einzelne dünne *Dadocrinus*bänke, meist nur zerfallende Stiel- und Armglieder, kaum Kronen; höchst selten zeigt sich *Encrinus aculeatus*, der im Osten häufiger ist, und zwar im mittleren und oberen Wellenkalk, in Thüringen im oberen Horizonte liegt, indem er in Südwestdeutschland ganz fehlt, wenn wir nicht die isolierten Stielglieder des Schaumkalkes auf diese und andere Arten (*Encr. Brahlii*, *Carnalli*) zurück-

führen wollen. In dem Falle wäre die Verschwemmung von Osten her nicht abzuweisen, sogar ein trefflicher Beleg für die oben behauptete Meeresströmung. In Thüringen und bei Rüdersdorf haben wir nämlich Rasen von *Encrinus Carnalli* und *E. Brahlii* in höheren Schichten — alles das deutet darauf, dass vielleicht einige der westdeutschen Crinoidenhorizonte nur aus Treibmassen weiter östlich gewachsener Rasen hervorgingen. Ganz sicher ist dies im Schaumkalk des Odenwaldes der Fall, wo nie ein ganzes Exemplar vorgekommen ist und auch die beigeeselten *Pentacrinus*-glieder immer verstreut erscheinen, beide Crinoiden ausserdem mit aufgearbeiteten Mergelstücken zusammenliegen, also die starke Bewegung des Wassers sichersteht. In der Ostsee fehlen heute Seeigel, dagegen gehen Seesterne mit dem salzigen Einstrom bis nach Vorpommern. Ebenso haben wir im Wellendolomit Süddeutschlands zwar Ophiuren, aber keine Cidariten. Die Gervillien bleiben anfangs klein, gleichsamer Kümmerformen, *Lima striata* tritt ebenfalls klein und dünnchalig im untersten Wellendolomit auf, um dann zunächst wieder zu verschwinden. Reichhaltiger ist die Fauna erst im Wellenmergel, in welchem die Myophorien, Homomyen, Undularien usw. zu grösseren Individuen werden. Auch *Terebratula Ecki* erscheint gegenüber der höher liegenden *Ter. vulgaris* als verkümmert. Die südwestdeutschen Wellenkalkformen gleichen also biologisch den Typen der Litorinasee nördlich der Aalandsinseln und lebten wie diese weiter weg von den Pforten. Auffallend ist die Menge von winzigen Schnecken in der gesamten marinen deutschen Trias, von denen ich annehmen möchte, dass sie meistens auf Tangen sasssen und daher in einzelnen Schichten so massenhaft und lokal beschränkt erscheinen. Sie wären den Hydrobien und Neritinen der Ostsee zu parallelisieren, von welchen man an manchen Stellen bei einem Dredgezug viele Hunderte auf einmal erbeutet. Besonders die pseudo-oolithischen Schaumkalke stecken voll davon und stellen einen Schneckensand dar, wie ich ihn durch Abschlämmen des Schlickes im Greifswalder Bodden auf Seegrasgründen oft erhielt.

Wie die Seehunde und Tümmler von der Nordsee in das Baltikum und die Delphine in den Pontos, so wanderten die Mixosaurier in die Binnensee des unteren Muschelkalkes und kamen auch etwas später, d. h. erst im eigentlichen süddeutschen Wellenmergel vor; genau so machen es die Macruren unter den Krebsen. Die langhäusigen Schnecken und *Naticopsis* hatten zwar gleich anfangs einen weiten Vorstoss gemacht, verschwanden dann aber, um erst in der mittleren

Serie zeitweilig allgemein häufig zu werden. Die Besamung erfolgt eben eine Zeitlang immer wieder, z. B. mit *Terebratula vulgaris*, *Spiriferina hirsuta* und *Sp. fragilis*, während manche nahverwandte Arten (*Sp. Mentzeli*, *Rhynchonella decurtata*) *nicht* nach Westen vordrangen, sondern immer (auch in Spanien, in den Südalpen) auf die Ränder des *offenen* Meeres beschränkt blieben.

Die Lebensbedingungen müssen damals rasch und auf weite Strecken in dem flachen Meere gewechselt haben. Dies geht aus den Dolomitlagen, Rauchwackenbänken, den eingeschalteten Mergeln, ja dunklen blätterigen Tonen hervor. Bald haben wir fast nur die kleinen Crinoidenstielglieder in spätigen Kalken, bald nur aufeinander gepackte Schalen von *Pecten discites* oder dicht beieinander liegende *Terebratula vulgaris* in schwarzen dünnstiefriegen Mergeln, Lagen, welche auf 100 km Entfernung dieselbe stratigraphische Stellung bewahren und dabei kaum ihren Fossilinhalt ändern, höchstens fossilleer werden. Die Bestreuung des ganzen Beckens mit Keimen geschah stets von Osten her. Was nicht für den Boden passte, ging ein, das andere entwickelte sich in Tausenden von Individuen nach Art der *Cardiansande* in der heutigen Ostsee und den *Scrobicularia*-schichten in der *Litorinazeit*. Dahin gehören im Wellendolomit die *Eckilagen*, die Bänke mit *Myophoria cardissoides*, die stratigraphisch so wichtigen *Spiriferinenhorizonte*, die letzten meist etwas härtere, also kalkigere Gesteine, unter und über denen man vergeblich nach diesem Fossil sucht, in denen aber regelmässig die austerartigen *Terquemien* sich einstellen.

Betrachten wir diese Fauna als Ganzes, so herrschen dem Schlammgrunde gemäss Formen vor, die entweder wie die *Myaciten*, *Anöplophoren*, *Homomyen* in demselben eingebettet leben oder *Monomyarier*, denen wir einen *Byssus* zuschreiben dürfen, womit sie sich in dem Schlick befestigten (*Lima*, *Myalina*, *Gervillia*, *Pecten*). Dazu kommen *Lingula*, *Terebratula*, *Spiriferina*, ebenfalls alle mit eingegrabenem Stiel. Eine Ausnahme machen allein die *Myophorien*, welche ich übrigens ebenfalls für Bewohner schlammiger Gründe halte, wie die *Trigonien*, die ja schliesslich verlängerte *Siphonen* und daher eine nach hinten ausgezogene Schale besitzen (*Trig. praelonga* im *Callovien*, *Trig. aliformis* im *Gault*). Hier ist ferner *Dentalium torquatum* zu nennen, das gleich in den untersten Wellendolomiten bankweise erscheint, um darauf zu verschwinden und dann bald hier, bald dort sich wieder zahlreich einzufinden. In diese Gesellschaft passen *Ophiuren* und garneelenartige Krebse,

sowie Anneliden gut hinein. Beachtenswert ist die Seltenheit von Fischen und Nothosauriern im Westen Deutschlands, während in Schlesien und Rüdersdorf es lagenweise von Knochen wimmelt und viele Gattungen dort vorkommen. Nur der tiefste Wellendolomit hat eine Art Bonebed mit Ganoidschuppen und Saurierresten, gleichsam als sei ein Schwarm mitgerissen oder versuchsweise eingebrochen und dann zugrunde gegangen. Auch heute halten sich an den Pforten von Binnenmeeren gern viel Fische auf, z. B. die Heringe im Sund, im Belt, sogar im Kaiser-Wilhelmskanal, und ihnen folgen Seehunde und Delphine; am Bosphorus ist der Tunfischfang seit dem Altertum berühmt; im finnischen Meerbusen haben wir die Menge von *Coregonus*, bei den Engen der Aalandsinseln die dichten Scharen der Strömringe. Ich denke mir, dass die Nothosauriden Oberschlesiens und Rüdersdorfs diesen Fischen folgten und in deren Zuggebiet lebten, woraus sich ihre Seltenheit in Süddeutschland zur Wellenkalkzeit zwanglos erklärt.¹⁾ Häufiger sind sie in deren mittleren und oberen Schichten (oberer Muschelsandstein der Pfalz oder die badischen Spiriferinabänke). Es ist sehr wohl möglich, dass das berühmte Rhaetbonebed von Stuttgart auch an einer solchen Strasse, einer Einbruchspforte der See entstand, wo sich kleine Haifische (*Acrodus*), Hybodonten und *Saurichthys*, *Lepidotus* und *Dapedius* in Zügen und Schaaren drängten. Diesen Tieren folgten Nothosauriden und Stegocephalen. Deren Knochen wurden schliesslich zusammengeschwemmt und mit aufgearbeiteten anderen Knochen sedimentiert. Analoga bietet das oberschwäbische marine Miocän mit den zahllosen Haifiszähnen, Rochenkauplatten, wobei auch Knochen von Landtieren miteingebettet wurden, so dass an manchen Stellen Rhinoceroten-, Hirsch-, Tapir-, Schweinereste mit den *Lamna*- und *Notidanus*-Zähnen zusammenliegen.

Der Schlick des Wellenkalkmeeres war stark bituminös, was auf abgestorbenes Plankton oder Algenrasen deutet; alle frischen Wellenkalkgesteine sind blaugrau und riechen beim Anschlagen nach Erdöl.

Seit dem Schaumkalk geht im Westen dies Wellenkalkmeer seinem Ende entgegen. Warum? ist nicht völlig klar; vielleicht verengerten sich die Pforten im Osten, aber ganz geschlossen wurden sie erst in der Zeit nach der Anhydritgruppe. Die *Orbicularis*region hat im Westen eine ganz verarmte

¹⁾ Nicht alle Knochen im süddeutschen Wellenkalk gehören den Nothosauriern an; im Wellendolomit haben wir auch Labyrinthodonten, im Wellenkalk *Mixosaurier*, auch *Saurichthys* erscheint hier und da.

Fauna, welche in der Zusammensetzung etwa der Rötfauna entspricht; im Osten bleibt sie noch mannigfaltiger, wenn auch einförmiger geworden. Im Westen haben wir nur Myophorien, Gervillien, Spirorbis, einen Wurm, dessen Röhren vielleicht auf Algen sassen, wie heute diese Schalen massenhaft die Nordsee-Fucus bedecken, ferner das Dentalium, bisweilen eine letzte Lima. Bald beginnt, wie im Röt, die Gipsausscheidung; indessen treten über den ersten Gipsbändern noch einzelne Fossilagen auf, d. h. es hat nochmals Erneuerung des Salzwassers stattgefunden oder Strömungen haben anderswo herstammende Schalen ausgestreut. Die See muss im obersten Wellenkalk im Westen sehr flach gewesen sein, da Wellenfurchen, Fliessspuren, zusammengeschwemmte Muschelhaufen und auf den Schichtflächen verstreute Einzelklappen allgemein verbreitet sind.

Die Art der Salz- und Anhydritausscheidung im mittleren Muschelkalk ist nicht ganz sicher ermittelt. Wir wissen, dass sie nach Osten abnimmt, in Thüringen zwar noch existiert, bei Rüdersdorf und Oberschlesien fehlt; dafür breitet sie sich im Bereiche der alpinen varistischen Schwelle nach Südwesten aus. Ich halte auch die nordalpinen Salz- und Gipsschichten für Anhydritgruppe, und wir finden diese Salzmassen bis Salins im Jura, ja noch weiter südlich bis ans Plateau de la Serre. Die vindelicische Schwelle und ihr nördliches Vorland sanken, einfach als Fortsetzung der vom Buntsandstein her bekannten, gleichartigen, von NW. nach SO. vorschreitenden Einmündung. Daher zogen sich die schweren salzigen Wasser in diese breite Rinne hinein und schieden dort in der Tiefe ihren überschüssigen Salzgehalt aus. Von einer *wirklichen Trockenlegung* ist an der Basis der süddeutschen Anhydritgruppe und überhaupt innerhalb derselben *nichts* zu beobachten. Der Gips und das Salz ruhen konkordant auf dem Orbicularismergel, und zwar wieder auf weite Entfernung hin ganz gleichartig. Von Basel bis zum unteren Neckar haben wir nämlich das Steinsalz an der Basis, darüber das Calciumsulfat, dann Tone mit Salz und Gips, schliesslich helle plattige Dolomite, das Ganze fast 90 m dick. Abgesperrt war dieses Binnenmeer; sonst hätte es seinen Salzgehalt nicht so angereichert, mindestens muss die Verdunstung den Zufluss übertroffen haben.

Dies führe ich wieder auf trockene östliche Winde zurück, die, aus dem russischen Land kommend, die Feuchtigkeit aufnahmen und das Salzwasser konzentrierten. In der Nähe der schlesischen Pforten blieb das Wasser normaler, obwohl auch längs der Oder—Elbelinie Dolomitausscheidung begann.

Im Westen aber herrschte Verdunstung vor, so dass wir annähernd den Zustand haben, den heute Caspi und Karabugas zeigen. Es ist daher möglich, dass etwa vom Taunus nach dem Erzgebirge eine niedrige, subaquatische Barre bestand, die das Gesamtbecken in zwei Abschnitte zerlegte und damit die in dem unteren Teile der Anhydritgruppe enthaltenen süddeutschen Salze entstehen liess, wie heute die 70 km lange, niedrige Sandzone den Karabugas absperrt. Die mitteltriadische Schwelle hätte eine Länge von rund 230 km gehabt. Südlich derselben haben wir tatsächlich erst die Hauptmasse der salinaren Sedimente. Es mag sich um eine leichte, in varistischer Richtung erfolgte Wellung, eine Nachwirkung der karbonischen Gebirgsbildung gehandelt haben. Wir beobachteten ja in Mitteleuropa immer wieder ein Aufsteigen des fränkischen Streifens, wenn im Süden eine Einmuldung erfolgt; z. B. am Ende der Jurazeit, als sich die helvetische Kreide entwickelte, und im Miocän, als das Meer den Nordfuss der Alpen umflutete.

In der Anhydritgruppe wurden in Lothringen, in der Eifel, in Thüringen, Rüdersdorf und Oberschlesien Corbuliden, Linguliden, Myophorien, Estherien und viele Fischtrümmer gefunden, an Menge nach Osten zunehmend, indem bei Rüdersdorf *Myoph. vulgaris* direkt Bänke bildet. Die Tiefenachse der Salzregion läuft von Macon am Plateau central nach Weimar, also varistisch. Nordwestlich der genannten Achse haben wir im mittleren Muschelkalke von Lothringen und im Odenwald spärliche Fossilien, die südöstlich ganz fehlen und beweisen, dass gegen Norden hin das organische Leben im Binnensee nicht völlig erlosch, wie ja auch in Thüringen einige Fossilien auftreten. Von einem wirklichen Eindampfen analog den Zechsteinsalzen, bei denen schliesslich die Mutterlaugen auskristallierten, darf demnach keine Rede sein. Aus der Niedrigkeit der Barre ergibt sich, dass die bei Rüdersdorf und in Schlesien vorsichgehende Dolomitbildung in der oberen Anhydritgruppe selbst die südwestdeutschen Gebiete ergriff, nachdem der überschüssige Gehalt an Chloriden und Sulfaten aus dem Wasser beseitigt war und ein Dauerzustand sich hergestellt hatte. Damals müssen die schlesischen Pforten ganz geschlossen gewesen sein, wodurch eben jener Dauerzustand eintrat. Bei Berlin misst der mittlere Muschelkalk immer noch 60 m, also fast ebensoviel, wenn nicht etwas mehr, als in Südwestdeutschland ohne die Salz- und Gipseinschaltungen. Dort hielt sich auch ein verarmtes Tierleben, welches an dasjenige des oberen Buntsandsteins mit den Estherien, Gervillien und Myophorien erinnert, wozu als

Unterschied die vielen Haifische treten. Das Binnenmeer schwand also nicht; es blieb, und zwar im alten Umfange, bestehen und hatte nur seinen Salzgehalt und damit Fauna und Sedimentnatur geändert. Mir hat keine andere Deutung der Anhydritgruppe zugesagt, weil es ganz und gar an wirklich abgegrenzten Salzpfannen fehlt.

Als das Meer im Hauptmuschelkalk wiederkam, vollzieht sich dies ohne ausgesprochene Diskordanz, gleichsam, als wenn ein nicht wesentlich tieferliegendes Becken durch Schwinden einer niedrigen Barre dem Meere angegliedert wäre. Die neuen Pforten öffneten sich aber diesmal im Süden, entweder im Gebiet der Alpen oder im Bereich des Rhonetales, d. h. von dem zweiten, dem spanischen Binnensee her.

Auf diese Ansicht bin ich dadurch gekommen, dass im Osten bei Rüdersdorf und in Oberschlesien der Hauptmuschelkalk so kümmerlich entwickelt ist, während er in Süddeutschland insgesamt rund 100 m misst. Die beiden Gebiete haben gegenüber dem Wellenkalk ihre Rollen vertauscht. War früher die mächtigere Kalksteinserie an die östliche Pforte geknüpft, so haben wir eine gewisse Berechtigung, das jüngere Eingangstor auch in der Nähe der neuen Hauptkalksteine zu suchen, d. h. im Südwesten. Damit stimmt, dass sich im süddeutschen Trochitenkalk *Retzia trigonella*, in Lothringen Gyroporellen einstellen, dass in den tiefsten Kieseloolithen der Schwarzwaldgegend Kieselspongien, kleine alpine (?) Schnecken und ein *Arcestes* beobachtet sind, dass bei Donaueschingen im Hauptmuschelkalk Korallen, obgleich nur selten, sich angesiedelt haben und dass im Trochitenkalk des Kraichgaus allerlei Foraminiferen liegen. Auf die letzten Tierformen der südwestdeutschen unteren, dicken Kalkbänke führe ich den einst vorhandenen Glaukonit zurück, der in manchen Lagen noch nachweisbar ist und seinerseits auf rein marines Wasser, also Nähe der Eingangstore hinweist, somit gut in das Gesamtbild hineinpasst.

Die Parallele zu Oberschlesien während des Wellenkalkes ist also im Trochitenkalk Süddeutschlands klar vorhanden, nämlich das Wiederauftauchen der Retzien, der Kalkalgen, einzelner fremder Ammoniten. Dazu kommen dann an Stelle der *Dadocrinus* die *Encrinus liliiformis* — Bänke, in denen ausserdem viele Nothosauridenknochen stecken. Wiedér findet sich sofort *Lima striata* ein. Wir beobachten ähnliches im sardo-spanischen Becken, nämlich *Diploporen*, *Ceratites Münsteri* und *Protrachyceras longobardicum* im sardischen Muschelkalk, in welchem ebenfalls Bänke mit *Encrinus lili-*

formis und *Lima striata* sich zeigen. Im Gegensatz zu *Lima lineata* scheint *L. striata* salzigeres Wasser geliebt zu haben; denn sie tritt im untersten Wellendolomit in SW. Deutschland auf, in der Spiriferinabank unter der Orbicularis-Region und dann endgültig allgemein und mit stattlicheren Individuen im Hauptmuschelkalk; sie ist ferner in dem sardo-spanischen Becken häufiger als die andere Art, was auf den Zustrom aus der offenen See sich ebenso erklären würde.

Ging die Senke der vindelicischen Schwelle weiter, so kann ein erster Einstrom über diese Barre von Süden her erfolgt sein; denn *Retzia trigonella* zeigt sich sowohl in der Klippentrias der Schweiz zusammen mit Siphoneen als auch im transgredierenden Muschelkalk am Luganer See und in Piemont. Dies Niedergehen der alpinen Triasbarre und eine entsprechende Vertiefung der nördlichen vorgelagerten Mulde erklärt das weite Übergreifen des Hauptmuschelkalkes im Schweizer Jura und seine Ausbreitung nach Südwesten gegen das Plateau central und gegen das mittlere Rhonetal. Es war diese Senke abermals varistisch orientiert, und eine schärfere Ausbildung derselben gerade im Südwesten musste das deutsche Becken mit dem sardo-spanischen in Verbindung bringen. Von dort her wanderten die meisten Meerestiere in das germanische Becken wieder ein, falls man nicht eine Strasse nördlich von Schottland annimmt, die ganz hypothetisch ist. Einzelne in der mittleren Abteilung des östlichen Abschnitts erhalten gebliebene Arten z. B., *Myoph. vulgaris*, mögen sich auch von dort aus erneut ausgebreitet haben; freilich sind dies nach unseren bisherigen Kenntnissen nur sehr wenige Spezies. Im spanisch-sardinischen Gebiete haben wir die deutsche Muschelkalkfauna mit *Hoernesia socialis*, *Myophoria vulgaris*, *Encrinus liliiformis*, *Nautilus bidorsatus* und nodosen Ceratiten, also eine Litoralfauna der nach Westen langsam vorrückenden offenen See. Korsika hat alpine Facies, Sardinien, die Balearen und manche Teile Kataloniens besitzen alpinen Einschlag durch Auftreten von Gyroporellen, Daonellen, Protrachyceraten, Cassianellen usw.

Aus den ostalpinen und helvetischen Meeresteilen wird die deutsche Hauptmuschelkalkfauna kaum herzuleiten sein, weil alle Formen darin fehlen. Aber aus einem solchen Litoralbezirk, wie er damals im westlichen Mittelmeer bestand, lässt sich die Reihe schön ableiten. Dabei ist anzunehmen, dass in dem wieder erschlossenen germanischen Becken gerade die Typen üppig gediehen, welche durch die freie See im südlichen mehr und mehr verdrängt wurden. Nach den *Tornquist*'schen Arbeiten

hätten wir am Rande der Tethys eine Gruppe von Ammoniten, die sich dem *Cer. nodosus* sehr nähern, nämlich in Asien *Cer. subrobustus*, in der Dobrudscha *Cer. subnodosus*, im Vicentin *Cer. Münsteri*, in Sardinien *C. cf. evolutus*, in NO. Spanien *Cer. nodosus*. In Ligurien kommt auch *Retzia trigonella* mit *Enocrinus liliiformis* vor, auf den Balearen haben wir Daonellenlagen, welche nach *Tornquist* *Daon. franconica* enthalten, also dieselbe Form, welche in der Nähe der *Terebr. cycloides*-Bank bei Würzburg und Coburg vereinzelt in einem Kalkschiefer beobachtet wurde. *Terebratula cycloides* ist auch eine westdeutsche Form, die nicht weit nach Osten geht und besonders vom Odenwald bis Thüringen einen bestimmten Horizont charakterisiert, also im Hauptmuschelkalk die Rolle der gleich grossen *Terebr. Ecki* übernommen hatte.

Tornquist meint, dass südlich von Grenoble bis Korsika ein Eindringen der Tethys in die spanische See erfolgte; ausgeschlossen ist dies nicht, aber es kann die Pforte auch bei den Balearen gelegen haben. Ähnlich äussert sich *Wurm*, der mit *Arthaber* annimmt, es habe im südlichen Mittelmeer eine Verbindung der Tethys mit dem sardo-spanischen Muschelkalkmeer bestanden und über Toulon sei eine solche auch mit dem germanischen Binnensee erfolgt. Er lehnt die *Tornquist'sche* Meinung einer Strasse von der Lombardei über Grenoble ins Rhonetal und nach Norden hin ab, weil in der Basse Provence der Muschelkalk durchaus in der deutschen Facies entwickelt sei, und hat damit wohl Recht. Jedenfalls scheint die Mehrzahl unserer Hauptmuschelkalkformen von Südwesten eingewandert zu sein. Dann brauchen aber die Schichten im westlichen Mittelmeer und bei uns nicht völlig gleichaltrig zu sein, wenn darin dieselben Arten vorkommen. In SW.-Europa waren die Tiere wahrscheinlich schon etwas vorher heimisch, ehe sie in das germanische Becken gelangten. Dies erklärt auch die bisher schwierige Frage, warum der deutsche *Nodosuskalk* erst den unteren Wengener Schichten gleichaltrig sein soll. *Daonella franconica* in der *Cycloides*-Region bei Würzburg kommt auf den Balearen mit *Protrachyceras Curionii* vor, einem Ammoniten der *Reitzi* Schichten. Zwei andere Arten gleichen Alters (*Ceratites Münsteri* und *Protrachyceras longobardicum*) haben wir auf Sardinien mit *Hörnasia socialis*, *Lima striata*, *Terebratula vulgaris* zusammen. *Ceratites Münsteri* ist eine der deutschen *Nodosenarten* über dem *Trochitenkalk*. Aus dem oberen Rüdersdorfer Schaumkalk beschrieb *Jäkel* einen *Cer. trinodosus* und meinte damals schon, dass der alpine obere Muschelkalk, der durch diesen Ammoniten bezeichnet wird, noch

dem obersten deutschen Wellenkalk parallelisiert werden müsse. Die Anhydritgruppe und der germanische Hauptmuschelkalk gehören dann in den unteren alpinen Keuper. *Ceratites antecedens*, der tiefer und bei Freudenstadt an der Grenze von Wellendolomit und Wellenmergel liegt, soll eine Parallelförmigkeit von *Cer. binodosus* sein. Beide Ammoniten wären in der germanischen Trias typische Vertreter der von *Neumayr* „unvermittelt auftretend“ genannten Cephalopoden und deshalb als Leitformen brauchbar.

Die tektonische Phase, welche die schlesische Pforte verengte, das süddeutsche Becken vertiefte, fällt also zusammen mit der Transgression der Tethys nach Westen über den Comer See hinaus mit dem Einsetzen der mächtigen Dolomite in den lombardischen Alpen und wurde dort gefolgt von den Eruptionen, welche die „*pietra verde*“ lieferten. Sind die Hauptmuschelkalkschichten jünger als der alpine Muschelkalk, wäre es möglich, dass sich die im offenen Meere verdrängten Ceratiten als Relikte in die Binnenmeere gerettet haben und dort eine Art selbständiger Entwicklung erlangten. Deshalb wird es kaum angehen, die einzelnen Muschelkalkhorizonte Deutschlands mit den alpinen Schichten genau zu parallelisieren. Dasselbe betonten schon *Frech-Philippi* in der *Lethaea* und meinten, dass der deutsche Nodosenkalk dem Komplex zwischen Buchensteiner und Wengener Schichten oder sogar noch höheren Schichten gleichaltrig zu setzen wäre. Diese Binnenmeer-Entfaltung der Ceratiten entspricht etwa der Umwandlung der Cardien und der Congerien in dem abgesperrten oder anfangs nur noch durch enge Kanäle mit der offenen See verbundenen Pontischen osteuropäischen Meere. Man könnte auch an die Paludinen Slavoniens denken, welche ebenfalls in solchem Becken stark knotig werden und Analoga zu *Cer. nodosus* und *Cer. spinosus* wären.

Die durch Strömungen wie im Wellenkalkmeer immer neu erfolgte Besamung ergibt sich aus den Bänken mit *Ter. cycloides*, *Daonella franconica*, aus den Pemphix-Schichten und den auch über dem Trochitenkalk in Süddeutschland immer wieder einsetzenden Lagen mit grossen Encriniten, welche den Eindruck von eingeschwemmten Fremdlingen machen und nicht wie im Trochitenkalk wirklich rasenbildend erscheinen, so dass sie biologisch den Schaumkalklagen entsprechen würden. Am Mte. S. Giusta auf Sardinien erscheint *Encrinus liliiformis* in Schichten, die *Tornquist* in den Nodosenkalk setzt. Zu solchen Einwanderern gehören *Cerat. semipartitus* und *Trigonodus Sandbergeri* in den obersten Muschelkalkhorizonten; für *Trigonodus* haben wir alpine Verwandte, aber nicht für den Ammoniten. In

Südwestdeutschland ist oben der Glaukonitkalk wieder bezeichnend als Beweis für starken Salzwassereinstrom, eine Bildung, die je weiter nach NW. fehlt. Mit diesem vergesellschaftet sich im schwäbischen Becken das massenhafte Auftreten einer auch alpinen Kalkalge, des *Sphärocodium*, welche genau so gewiss aus der Tethys herstammt wie die Gyroporellen, nur auf weitere Flächen zu echter Rasenentwicklung gelangt.

Wir haben uns die Strasse im Rhonetal recht schmal nach Art des Bosphorus oder der Enge von Gibraltar vorzustellen. Wir kennen ihre Lage nicht genau, weil in der Tiefenlinie zwischen der Basse Provence und der Gegend von Lyon Aufschlüsse fehlen. Wo wir aber am Rande im Süden bei Toulon und im Norden am Morvan die Trias sehen, haben wir unten sandig-conglomeratische Gesteine, welche bis in das Niveau mit *Cer. nodosus* hinaufreichen. *Haug* betont in seinem „*Traité de Géologie*“, dass das Alter der unter diesem marinen Fossilhorizont liegenden Schichten zweifelhaft sei, und auch ich bin der Ansicht, dass keineswegs Buntsandstein vorhanden sein muss, wenn wir dort irgendwo in der unteren Trias klastische Sedimente beobachten. Selbst das Vorkommen von *Voltzia heterophylla* beweist nichts, weil solche Pflanzen recht langlebig sind z. B. *Glyptostrobus europäus* in Oligocän und Miocän oder *Taxodium distichum* vom Miocän bis zur Gegenwart. Zu solcher Ansicht über *Voltzia heterophylla* gelangte ebenfalls *Wurm* nach deren Auftreten bei Montserrat in Katalonien. Ausserdem kommt *Encrinus liliiformis* in der Provence in Sandsteinen vor, gerade so, wie am Ardennenrande bei Diekirch (Luxemburg) die Muschelkalkarten mit conglomeratischen Kalksandsteinen verknüpft sind. Diese litoralen Gesteine und das Übergreifen der Lettenkohle über den Granit bei Valence lassen die Rhonestrasse als ein Äquivalent von Sund oder Bosphorus vermuten.

Als sich diese enge Pforte auftat, war die germanische See ein übersalzenes Wasser; daher geschah zunächst ein Austausch, und es wird eine nicht unbedeutende Zeit gedauert haben, bis der Ausgleich erreicht war. Diese Zeit ist nach meiner Ansicht die Entstehungsperiode der Plattigen Dolomite in der Anhydritgruppe. Während dieser kann aber in Sardinien und in der sardospanischen Provinz die Hauptmuschelkalkfauna schon gelebt haben; denn im Mittelmeer war die marine Tierwelt während des mittleren und oberen Pliocäns auch schon vorhanden, die im Quartär durch den Bosphorus in das Schwarze Meer einwanderte. Wir sehen in Süddeutschland, wie sich über der Anhydritgruppe zunächst in den Kieseloolithen nur eine kümmerfauna ansiedelt

mit vielen kleinen Schnecken, kleinen Muscheln usw., weil das Wasser noch zu salzig war; darauf erst wandert die Hauptmasse ein und vermehrt sich gewaltig. Es gab dort ja keine Konkurrenten, keinen Kampf um den Platz. Abermals zeigen sich vorherrschend fest geheftete (*Encrinus*, *Gervillia*, *Lima*, *Pecten*, *Terebratula*, *Ostrea*) oder im Schlamm sitzende Formen (*Dentalium*, *Myophoria*). Abgesehen von wenigen eingeschwemmten Stücken (*Arcestes*?) erscheinen die Ammoniten erst später reichlich, nämlich im oberen Trochitenkalk und Nodosenhorizont. Dagegen sind in Süddeutschland im unteren Hauptmuschelkalk auf einmal die Nothosauriden reichlich vorhanden, verbreiten sich nun an den Rändern entlang über das ganze Becken und gelangen an der NW-Ecke der Böhmisches Insel zu reicher Blüte (Bayreuth). Dass sie in den litoralen Gebieten der alpinen Trias lebten, also von dort durch die Rhonestrasse einziehen *konnten*, wissen wir aus den Funden von Perledo am Comer See. Da es aber in der germanischen See damals wenig Fische gab, haben wir allgemeiner verbreitet nur die *Placodus*, die sich von Muscheln, Crinoiden oder Terebrateln nährten, wozu sie durch ihre Pflasterzähne besonders befähigt waren. Die geringe Zahl von Fischschuppen und Zähnen in dem süddeutschen oberen Muschelkalk ist auffallend. Nur die obersten Bänke der Odenwaldabdachung und in Franken sind reich und liefern eine Art Bonebed, in welchem Saurierreste nie fehlen.

Bemerkenswert ist, dass wir in Deutschland in diesen Schichten die Gattungen *Astarte*, *Nucula*, *Leda*, *Opis*, *Cardita*, ferner die Arcaceen so spärlich und immer in kümmerlichen Individuen antreffen.

Betrachten wir den Einstrom des Nordseewassers durch den Sund in die Ostsee, so lässt sich derselbe bis Rügen glatt nachweisen. So ähnlich stelle ich mir die Strömung vor, welche durch die Rhonestrasse etwa nordöstlich gerichtet bis an die Untiefen der Böhmisches Masse ging, so dass wir über den Kraichgau nach Franken die deutlichste Einwirkung des offenen Meeres haben. Dies blieb später bestehen, weshalb in der fränkischen Lettenkohle ein *Temnocheilus* und im Gipskeuper des Kraichgaus und bei Würzburg *Myophoria Raibliana* erscheinen, im Aargau bei Gansingen die nach diesem Orte benannte Bank im mittleren Keuper das typische Fossil der Raibler Schichten, die *Myophoria Whatlyae* umschliesst. Auch das Auftreten von *Gervillia exilis*, der Leitform des Hauptdolomits im Keuperdolomit des Morvan weist auf Wanderungen alpiner Arten längs des Rhonetales nach Norden hin.

Zu Beginn des Hauptmuschelkalkes müssen wir in dieser Strasse zwei Strömungen annehmen, eine salzige, untere ausgehende

und eine obere eingehende, welche das normale Meerwasser und damit die organischen Keime und viel treibende Reste zuführte. So erkläre ich mir die im süddeutschen Hauptmuschelkalk auftretenden, vielleicht als leere Gehäuse eingeschwemmten, vereinzelt vorkommenden alpinen Ammoniten, entsprechend den im Wellenkalk von Osten her verbreiteten einzelnen Ptychiten. Im unteren Muschelkalk dauert es eine gewisse Zeit, bis die Beckeneien allgemein im germanischen Becken sich einstellen; genau so sind Ceratiten im oberen Muschelkalk reichlich erst von der Mitte des Trochitenkalkes oder gar erst über diesem vorhanden. Die Macruren liegen zahlreicher erst im Wellenmergel, *Pemphix Sueurii* demgemäss über dem Trochitenkalk; in beiden Fällen geht eine Blüte der Muscheln und Terebrateln voran. Wie schon früher macht *Spiriferina* den Versuch, heimisch zu werden, taucht daher in der Mitte in wenigen Bänken auf und verschwindet wieder.

Wurm hält auch den sardo-spanischen Muschelkalk für ein Binnenmeer mit enger östlicher, im südlichen Mittelmeer gelegener Pforte. Wir können eigentlich das hier angewandte Prinzip auch auf diesen zweiten triadischen Binnensee anwenden und mit *Wurm* dadurch den alpinen Einschlag auf den Balearen und in Katalonien erklären. Die Richtung des Salzwassers wäre gegen NW., also hercynisch gerichtet gewesen, wie noch heute das Ebrotal verläuft. Wir hätten damit eine Parallele zu der Wellenkalkströmung von Oberschlesien nach Rüdersdorf und abermals Einschwemmungen leerer Ammonitengehäuse; solche Driften hätten die lokale Verbreitung alpiner Formen mit *Myophoriopsis*, *Cassianella*, *Megalodon*, *Spiriferina Mentzeli* erzeugt. Diese Wanderungen so im einzelnen zu verfolgen, wie in der germanischen Trias, hindert einerseits die heutige Meeresbedeckung, andererseits die noch immer lückenhafte Kenntnis der iberischen Trias. Wie *Retzia trigonella* und *Spiriferina hirsuta* im schlesischen Wellengebirge liegen und in Süddeutschland bis in den Hauptmuschelkalk reichen, so kommt *Spirif. Mentzeli* in Katalonien noch in den Schichten vor, welche *Wurm* mit den *Nodosusschichten* parallelisiert.

Für Tierwanderungen in horizontaler und vertikaler Richtung bietet also die mittlere Trias mehrere hübsche Beispiele. Das sardo-spanische Becken wäre gleichsam ein vergrössertes Marmara-Meer gewesen; die südmediterrane Pforte hätte die Funktion der Dardanellen, die Rhonestrasse die des Bosphorus gehabt. In diesem riesigen Zwischenbecken lebte eine Litoral- und Seichtwasserfauna, die in das deutsche sich entsalzende Binnenmeer eindrang.

In der Zeitspanne des obersten Muschelkalkes und in der Lettenkohle müssen wir innerhalb der vindelizischen Barre wieder ein Aufsteigen vermuten. Im Schwarzwalde ist der untere Keuper dünn;

Lettenkohlsandsteine, die Estheriensichten, die Bonebeds, die Landpflanzen, die Labyrinthodonten deuten ein Sumpfgelände in Süddeutschland an, das freilich vor allem im Grenzdolomit noch einmal eine weitgreifende Bedeckung mit Salzwasser erfuhr. Dagegen scheint im Nordosten des germanischen Beckens tieferes Wasser bestanden zu haben, und durch ein Vorgreifen des Strandess gegen die skandinavische Masse sich schon damals die spätere dortige Rhättransgression anzukündigen. In diesem Horizont wiederholen die Myophorien (*M. pes anseris* und *Struckmanni*) die Erscheinung einer plötzlichen Verbreitung über weite Teile des neubelebten Meeresbeckens und gleichen darin durchaus den Wellenkalkformen. Als alpiner Gast stellt sich *Trigonodus Sandbergeri* ein, welcher ebenfalls vom Oberrhein bis zur Ostsee vorkommt. In Vorpommern dürfte schon der *Trigonodusdolomit* in sandiger Facies übergegriffen haben, und es scheint die hercynische Oder-Elbe-Linie abermals von Bedeutung geworden zu sein, womit stimmt, dass das Rhät längs eines so gerichteten Streifens in Schonen das Grundgebirge bedeckt. Deshalb sei darauf hingewiesen, dass die Verbreitung der Trias von den Balearen durch das Ebroggebiet nach Nordwesten ebenfalls *ausgeprägt hercynisch* orientiert ist und ein Vordringen der alpinen Facies in dieser Richtung zeigt. Denselben Charakter besitzt die Transgression des Keupers von Lothringen nach dem südwestlichen England und seine Uferlinie an den Ardennen. Ja, man darf die Aufwölbung von Südwestdeutschland in der Lettenkohle auch in dies Schema hineinziehen, da die für die Lettenkohle charakteristischen Sümpfe vom Odenwald noch 50 km gegen SO. bis Gaildorf und darüber hinaus sich ausbreiteten. Nichts hindert, im südlichen Schwarzwald eine gleichgerichtete Schwelle anzunehmen, die später sogar noch höher aufstieg.

Durch solche zum varistischen System quer verlaufenden Bewegungen wurde die Rhonestrasse erst zeitweilig und schliesslich ganz ungangbar, so dass die Gips- und Salzpfannen des germanischen Keupers entstanden. Wie im mittleren Muschelkalk geschah die Ausscheidung der salinaren Keupermassen unter Wasser und in Löchern, in denen sich die gesättigten Solen anreicherten. Sonst wäre die hangende mächtige Tonablagerung des mittleren Keupers, die ja bis 200 m messen kann, einfach unerklärlich. Die tektonischen Bewegungen in der Keuperzeit schufen Löcher und Einsenkungen, welche langsam erst mit chemischen, darauf mit tonigen Sedimenten zugefüllt wurden. Ausserdem spielten Wasserversetzungen in diesem abgeschlossenen Becken eine grosse Rolle, bis schliesslich vom Schilfsandstein an eine von der Axe des Böhmer und Thüringer Waldes ausgehende Hebung nach SW. fortschrei-

tende Trockenlegung und Ausfüllung schufen und ein terrestrischer Sumpf sich immer weiter westwärts ausbreitete. Verbinden wir die Stellen der mächtigen, dem Keuper eingeschalteten Salz- und Gipsausscheidungen, nämlich Franken-Kraichgau-Lothringen miteinander, so erhalten wir wieder eine südlich des rheinischen Schiefergebirges laufende varistische Linie als Hauptaxe dieser Keupereindellung in Süddeutschland. Mit anderen Worten, wir sehen abermals die karbonische Struktur des Untergrundes hervortreten. In dieser Richtung greift der Keuper am Nordrande des Plateau central über, wie einst die Anhydritgruppe in der südlicheren vindelizischen Zone. Überhaupt ist die Verbreitung des Keupers von der unteren Weichsel bis nach Valencia in Spanien im grossen und ganzen varistisch beeinflusst.

Seit der grossen tertiären Alpenfaltung beobachten wir ein wiederholtes Auf und Ab in deren nördlichem Vorlande bis nach Skandinavien hinein; das mitteloligocäne norddeutsche Meer, die zentraleuropäische Hebung im Miocän, die baltische Senkung im Mitteldiluvium (Eiszeit), die süddeutsche Hebung im Oberdiluvium, die skandinavische Yoldia-Ancylussee, das Litorina-Meer sind derartige Phasen. Vor den kleinasiatischen kaukasischen Falten liegen heute die beiden Löcher der osteuropäischen Binnenmeere. Gerade so stellt sich die germanische Triassee und ihre wechselnde Gestalt als eine Nachwirkung des karbonischen Faltenwurfs und der vorzugsweise permischen hercynischen Bruchbildung dar. Beide tektonischen Systeme halte ich für uralte, aber während des Paläozoikums in Mitteleuropa besonders belebt, so dass sie sich erst nach längerer Zeit gegenseitig ausgeglichen hatten. Im allgemeinen haben wir ein Niedergehen des Landes erst im Zechstein, dann in der Trias, endlich im Lias und Dogger, unterbrochen von lokalen Hebungen, die das Becken vorübergehend absperrten; nämlich im oberen Zechstein bis oberen Buntsandstein, in der Anhydritgruppe und im Keuper. Im untersten Dogger scheint das Maximum der Senkung erreicht zu sein. Dann steigt umgekehrt die hercynische Oolithzone (Jura—Lothringen—Ardennenrand—England) auf und teilt das Meeresbecken in zwei Teile. Im oberen Jura hebt sich der im Muschelkalk gesunkene Streifen Plateau central—Schwarzwald—Erzgebirge wieder, während der damit parallele Hannover—Pommern—Kurland absinkt und die baltische Jurastrasse liefert. Während der Juraformation gewinnt die Bewegung von SO. nach NW. und von SW. nach NO. den Charakter einer weiten Faltenwellung; in dem Zechstein und der Trias besitzt sie mehr den Charakter einer Lochbildung. Durch solche allerdings ausgedehnte Lochentstehung erhält der germanische Keuper seinen Charakter gerade wie der Caspi-See und

kam sein Niveau unter den Meeresspiegel, so dass der Lias weithin als Meer transgredierte. Ein solches Loch war eigentlich schon das Buntsandsteinareal, dessen Tiefe Cassel mit rund 1000 m gleichsam den Mittelpunkt bildet und andererseits einen Vorläufer des Lias-Loches bei Göttingen, also des Leinegrabens, darstellt.

Wie jetzt die Kaukasusfalten nach der Krim zu schräg zwischen Caspi und Pontos durchziehen, so schieden Barren das germanische und sardo-spanische Binnenmeer anfangs voneinander und waren Nachwirkungen der karbonischen Faltungsperiode. Karabugas und Aralsee stellen uns rezente Analoga der Anhydritgruppe- und oberen Keuperbildungen dar, das Asow'sche Meer besitzt die Facies des Schonen'schen Rhäts mit einer Brackwasserfauna und bedeutendem fluviatilen Einschlag. Caspi und Pontos befinden sich an der Scharungsstelle der europäischen und asiatischen tertiären Falten; germanisches und sardo-spanisches Becken lagen im Bereich des Zusammentreffens von varistischen und armorikanischen karbonischen Faltenzügen. Die dänischen Strassen des Quartärs und Bosporus mit Dardanellen müssen mit der schlesischen und Rhonepforte funktionell verglichen werden, ausserdem scheinen die letzten ebenso mit tektonischen Linien zusammenzuhängen, wie Sund und Kattegat mit dem schonen'schen Bruchsystem und die holsteinischen Quartärstrasse mit dem hercynischen Bau des Unterelbgebietes. Die Süduferlinie in der Ostsee wird von Lübeck bis Danzig durch einen Wechsel von hercynischen und varistischen Strecken bestimmt, das Gebiet von Smaland bis Gotland ist in gleicher Weise durch den in Vestergötland, Vetterensee, Kalmarsung, Oeland vorwaltenden NNO.-Bruchspaltenzug beherrscht. Beides wären Analoga zu dem von mir hier betonten Einflusse einer älteren Tektonik auf die Form der deutschen Triassee. Schliesslich ein letzter gemeinsamer Zug: weder am Pontus, noch am Caspi, noch an der Ostsee haben wir mit diesen Löchern genetisch verbundene vulkanische Erscheinungen, und auch im deutschen Triasbinnenmeer fehlen sie absolut. Nur in dem Bereich der sich stetig erweiternden Tethys haben wir in Spanien die dem Keuper angehörigen Ophite, welche durchaus zu den Melaphyren, Augitporphyriten und Dioritporphyriten der Südalpen passen und in ihrer Gesamtheit eine vulkanische Zone darstellen, deren Länge, Allgemeinheit und Förderung unterschätzt zu werden pflegt.

So gewinnt die deutsche Muschelkalksee allgemeinere Bedeutung und fügt sich zwanglos in den tektonischen Rahmen und in die Morphologie Europas und im besonderen seiner Binnenmeere ein.