

## Besprechungen.

C. Diener: Die marinen Reiche der Triasperiode. (Denkschr. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-nat. Kl. 92, 1915, S. 405—549, 1 Karte).

Verfasser kennt fast alle wichtigen triadischen Marinfraunen aus eigener Anschauung. Die stratigraphischen und zoogeographischen Einteilungen für das Mesozoikum werden mit Recht in erster Linie auf die Cephalopoden gegründet, weil nur sie sich in gleicher Weise durch große Verbreitungsfähigkeit, Häufigkeit und rasche Veränderlichkeit auszeichnen. Trotz ihrer teilweise nektonischen Lebensweise scheinen sie in ihrer Verbreitung vorwiegend an den Verlauf alter Küsten gebunden gewesen zu sein. Passive Verfrachtung der Schalen hat nur eine untergeordnete Rolle gespielt. Als in allen marinen Reichen der Trias nachgewiesen werden 15 Ammonitengattungen und das Genus *Orthoceras* aufgezählt. Weltweit verbreitete Ammonitenarten gibt es in der Trias nicht.

Neben den Cephalopoden haben die Bivalven große stratigraphische Bedeutung, eignen sich aber wegen ihrer weiten horizontalen Verbreitung weniger zur Charakterisierung tiergeographischer Regionen. Gastropoden und Echinodermen spielen wegen der zu geringen Zahl der Fundstellen für die behandelten Fragen keine Rolle. Die Brachiopoden sind zu langlebig. Korallen sind in manchen obertriadischen Ablagerungen wichtig. Die triadischen Fischfaunen sind sehr gleichförmig, während die Meeresreptilien oft für bestimmte Gebiete charakteristisch sind.

Die Triasperiode wird in drei Abteilungen gegliedert, wobei die Grenze zwischen Mittel- und Obertrias unterhalb der Zone des *Trachyc. Aon* gezogen wird. Die Meere der Trias zerfallen ganz ähnlich wie im Jura in vier Reiche, das Boreale, Mediterrane, Himamalayische und Andine.

### I. Das Boreale Reich.

Transgressionen von mäßiger Ausdehnung haben sich hier in der skythischen und karnischen Stufe geltend gemacht. Eine einigermaßen geschlossene Triasserie findet sich nur auf Spitzbergen:

1. Skythische Stufe, in direktem Zusammenhang mit dem Perm. Fossilführend auf der Axel-Insel und am Hornsund.

2. Posidonomyen-Schichten. Im unteren Teil skythisch, im oberen Teil anisisch. Viele Fischreste, marine Labyrinthodonten.

3. Unteres Saurier-Niveau.

4. Daonellen-Schichten. Hauptlager der Bivalven, Cephalopoden und Ichthyosaurier. Sie gehören sicher der anisischen, nicht der ladinischen Stufe an.

5. Ladinische Faunen sind nicht bekannt. Die Stufe ist entweder sehr reduziert oder es entspricht ihr eine stratigraphische Lücke. Weitgehende Reduktion ist in der ladinischen Stufe überhaupt besonders häufig (Nordalpen, Himalaya).

6. Karnische Stufe. Myophorien-Sandsteine der Bäreninsel, Nathorstiten-Schichten Spitzbergens. Ein pflanzenführendes Niveau.

7. Die norische Stufe führt *Pseudomonotis ochotica*.

8. Rätische Stufe. Pflanzenschichten, die eine Regression anzeigen.

Die skythische und anisische Stufe des arktischen Reiches kennen wir außerhalb von Spitzbergen nur aus dem nördlichsten Sibirien. Für die Olenek-Schichten sind die Gattungen *Olenekites*, *Keyserlingites* und *Czekanowskites* nov. gen. (Gruppe des *Ceratites decipiens*) bezeichnend. Sie gehören der oberen Untertrias an und entsprechen den Hedenstroemia beds des Himalaya. Eine jüngere, anisische Fauna führen die Magyl-Schichten im Jana-Land.

Das boreale Reich ist in der Unter- und Mitteltrias faunistisch sehr gut charakterisiert. Die Unterschiede zwischen den Fossilien von Spitzbergen und Neusibirien machen vielleicht die Aufstellung zweier besonderer Provinzen innerhalb des einen Reiches notwendig. Die karnische Transgression bringt dann eine größere Gleichförmigkeit des Tierlebens der zirkumpolaren Gebiete mit sich. Die Schichten dieser Stufe vom Heureka-Sund im Ellesmere-Land, von Werchojansk und von der Neusibirischen Insel Kotelny zeigen nahe Beziehungen zu jenen Spitzbergens. Das Hauptleitfossil ist *Halobia Zitteli*. Auf Kotelny sind drei fossilführende Horizonte zu unterscheiden, ein skythischer mit *Hedenstroemia Hedenstroemi*, ein karnischer mit *Halobia Zitteli* und ein norischer mit *Pseudomonotis ochotica*. Die karnischen Cephalopoden zeigen sehr nahe Beziehungen zum Himalaya und sind offenbar von dort eingewandert.

Die Trias von Alaska ist außerordentlich mächtig, die Erhaltung der Fossilien aber sehr ungünstig. Mehrfach ist eine obere, norische Abteilung mit *Pseudom. subcircularis* (einer Varietät der *Pseudom. ochotica*) von einer tieferen, karnischen mit *Halobia superba* trennbar. Am Iliamna-See unter 60° n. Br. kennt man eine reiche Fundstelle riffbauender Korallen, die jenen der Zlambach Schichten des Salzkammorgutes sehr nahe stehen.

Die Trias von Britisch Columbia ist außerordentlich mächtig, aber sehr fossilarm und schlecht bekannt. Auch hier sind die karnische und norische Stufe vertreten. Die Cephalopoden der ersteren haben einen echt borealen Charakter.

Auf das Boreale Reich beschränkt sind acht Cephalopodengattungen. Auffallend ist die große Seltenheit von *Orthoceras*.

## II. Das Mediterrane Reich.

Es erstreckt sich bis tief in das Innere von russisch Asien, erreichte seine Grenze gegen das Himamalayische Reich aber wenigstens zeitweise schon in Hocharmenien. Die Trennung der alpinen und mitteleuropäischen Entwicklung ist in der Trias noch viel auffallender als im Jura. Dagegen liegen noch keine genügenden Anhaltspunkte zur Abscheidung einer Kimmerokaukasischen Provinz vor.

### A. Die alpine Trias.

Die Meeresbedeckung war eine ununterbrochene, die Meerestiefe aber sehr wechselnd und die Fazieszersplitterung sehr groß. Keineswegs war das alpine Meer durchaus tiefer als das mitteleuropäische. Die Mächtigkeit der einzelnen Horizonte wechselt sehr. Die Meinung, daß bestimmte Gesteinsserien auf bestimmte Decken beschränkt sind, ist nicht mehr haltbar. Im Gegenteil bieten die fazialen Verhältnisse mancher Stufen, wie der julischen Unterstufe, Beweise gegen weitgehende Überschiebungen. In den Südalpen besteht direkter Übergang von Meeresbildungen des Perm in die der Trias. »Die überwiegende Mehrzahl der Triasschollen im Bereiche der ostalpinen Zentralzone gehört dem Niveau des Hauptdolomites an«. (Wenn sich diese Behauptung auf den Tauerndolomit und ähnliche Bildungen bezieht, kann ihr Ref. nicht beistimmen. Die *Diplopora debilis* des Tauerndolomites hat sich in letzter Zeit als spezifisch identisch mit *Diplopora annulata* erwiesen. Norische Schichten mit *Diplopora annulata* wären aber gar nicht weniger erstaunlich als etwa iadinische mit *Pseudomonotis ochotica*. Die Kalke der Neßlinger Wand bei Krimml sind ihrer Flora nach sogar mit dem Reiflinger Kalk zu parallelisieren. Ref.). Die faunistischen Unterschiede zwischen einzelnen Teilen der Alpen sind in manchen Stufen so stark, daß eine Auflösung in Provinzen nahe gelegt wird. Diese wird jedoch durch die verschiedene Zugehörigkeit derselben Gegend zu verschiedenen Zeiten unmöglich gemacht (Gailtaler Alpen. Bakony). Kalke und Dolomite spielen, besonders in den Nordalpen, unter den triadischen Sedimenten die Hauptrolle. Cephalopodenreiche Ablagerungen gehören zu den Ausnahmen, doch sind sie bereits aus allen Horizonten mit Ausnahme der unteren skythischen und

unteren anisischen Stufe bekannt. Verf. gibt eine Aufzählung der wichtigsten alpinen Cephalopodenfaunen.

Die große Schwierigkeit für die Zonengliederung der Trias liegt darin, daß für sie ein Gebiet von den Eigenschaften des mitteleuropäischen Jura fehlt. Immerhin ist die Aufgabe jetzt in den Grundzügen gelöst. Größere Lücken in der Faunenfolge sind nicht mehr vorhanden.

Die Trias der Westalpen zeigt Annäherung an die außeralpine. Cephalopodenfaunen fehlen in ihr vollständig. Die Trias der Karpathen ist echt alpin, in der Tatra und in den Beskiden weist sie Übergang zur germanischen Fazies auf.

Die westalpine Entwicklung greift auf Korsika über. Die dolomitischkalkige Trias von Umbrien und Campanien ist fossilarm. Cephalopodenführende Schichten kennt man nur aus der Basilicata. In Sizilien ist die Unter- und Mitteltrias nur durch versteinungsleere Sandsteine und Schiefer vertreten. Dagegen ist die karnische Stufe und in geringerem Maße auch die norische sehr fossilreich entwickelt. Der Gesamtcharakter der Fauna ist dem der ostalpinen Ammonitengesellschaften sehr ähnlich. Immerhin bestehen solche Unterschiede, daß die Aufteilung einer besonderen Subregion vielleicht gerechtfertigt ist.

## B. Der mediterrane Randgürtel der Binnenmeerfazies.

Seine provinzielle Selbständigkeit ist unzweifelhaft. Es gehören ihm zwei Becken, das Germanische und das Iberisch-nordafrikanische an.

Die scharfe Dreiteilung der germanischen Trias verschwindet in den nördlichen Randgebieten (Großbritannien, Schonen). Der Buntsandstein ist nach Ansicht des Verf. wahrscheinlich limnischer oder binnenmeerischer Entstehung. Dasselbe gilt auch von vielen Gesteinen des Keupers, während andere noch nicht deutbar sind. Die Fauna des Germanischen Muschelkalkmeeres stammt zweifellos von der alpinen ab, weist aber wenig gemeinsame Arten auf. Im oberen deutschen Muschelkalk ist die Gruppe des *Cerat. nodosus* allein herrschend. Die Ammoniten des unteren deutschen Muschelkalkes gehören — mit Ausnahme von *Beneckeia* — durchwegs zu auch in den Alpen vertretenen Gattungen. Vier Arten von *Balatonites* und ein Nautiloide sind mit alpinen identisch. Die Gattung *Orthoceras* fehlt. Die nächsten faunistischen Beziehungen zu den Alpen weist der Muschelkalk Schlesiens auf. Eine zonenweise, plötzliche Änderung der Fauna, wie im Jura, ist in der Germanischen Trias nicht vorhanden. Sicher zu parallelisieren sind bisher nur die folgenden germanischen und alpinen Triasgesteine:

Germanisch.	Alpin.
Unterer Muschelkalk.	Trinodosus-Zone.
Schilfsandstein Lehrberg-Stufe	{ Heiligenkreuzer Sch., Raibler Sch., Cardita Sch., Lunzer Sandstein (ju- lische Unterstufe).
Rhätische Stufe.	Kössener Schichten.

In der Provence beginnt die Trias mit dem oberen Muschelkalk. Die Trias des nordwestlichen Sardinien zeigt dieselbe Dreiteilung, wie in Deutschland, aber merkbare alpine Einflüsse. In der außeralpinen Trias der Balearen ist ein alpiner, ladinischer Ammonitenhorizont eingeschaltet. Die spanische Trias unterscheidet sich von der germanischen hauptsächlich durch geringere Einheitlichkeit der Ausbildung, die Verknüpfung des Keupers mit Ophiten und das Auftreten norisch-rhätischer Dolomite über dem eigentlichen Keuper (Carniolas). Von den drei bekanntesten Ammonitenfaunen sind zwei außeralpin, eine ladinische aber echt alpin. Die betische Fazies der Obertrias auf der Südseite der Sierra Nevada hat alpinen Charakter.

Die Trias Nordafrikas besteht aus Sandsteinen, bunten Mergeln, Gips und Salz. Stellenweise ist eine Dreigliederung zu erkennen. Der Zusammenhang mit der Trias Siziliens dürfte ein breiter sein.

### C. Das südöstliche Mittelmeer.

Die Trias von Albanien schließt sich im allgemeinen der von Dalmatien und Montenegro an. Die oberskythische Ammonitenfaunen von Këira aber zeichnet sich durch starkes Hervortreten des himamalayischen Elementes und durch ungewöhnlich viele autochthone Arten und sogar Gattungen aus. Diese Verhältnisse haben aber ihren Grund nur darin, daß Këira die einzige Stelle im mediterranen Reich ist, wo die skythische Stufe in Hallstätter Entwicklung bekannt ist.

Die griechische Mittel- und Obertrias hat eine typisch alpine Fauna.

In der Trias von Bithynien kennt man bisher die skythische, anisisch-ladinische und karnische Stufe. Die Zahl der autochthonen Arten ist, besonders in der anisischen Stufe, ziemlich groß, doch ist nur eine Gattung der Gegend eigentümlich. Die Trias von Mysien, die mit klastischen Gesteinen transgrediert, scheint der norischen Stufe anzugehören. Die Bivalven sind sehr eigenartig, die Cephalopoden dagegen haben ein alpines Gepräge.

In der Trias der Dobrudscha sind die Werfener Schiefer echt alpin entwickelt. Die roten Schreyeralmkalke der anisischen Stufe zeigen einen mäßigen indischen Fauneneinschlag. In der ladinischen und karnischen Stufe treten lokale Elemente etwas mehr hervor. Die Beziehungen zur Trias Griechenlands und Kleinasiens sind keine sehr innigen, so daß für die Aufstellung einer eigenen Provinz kein Anlaß ist.

Relativ vollständig, aber ganz ungenügend bekannt, ist die Triasserie des Kaukasus, in der alle Stufen von der skythischen bis in die norische vertreten sind. Die norische Brachiopodenfauna hat alpinen Charakter, sehr bemerkenswert ist aber das Auftreten von *Pseudom. cuncasica* aus der Gruppe der *Pseudom. ochotica*. Dieselbe Art kommt auch in der Krym vor.

Die Trias von Transkaukasien und Hocharmenien fällt schon dem himamalayischen Reich zu. Mediterran sind dagegen die skythischen Faunen des Bogdo Berges, der Provinz Darwas und des südlichen Jenisseick.

### D. Charakteristik der Cephalopodenfauna des Mittelmediterranen Reiches.

Dem Mittelmediterranen Reich eigentümlich sind neun Gattungen von Nautiloidea und sechzig von Ammonoidea, doch sind die meisten derselben teils selten, teils auf eng begrenzte Bezirke beschränkt.

### III. Das Himamalayische Reich.

Außer dem zentralen Becken dauernder Meeresbedeckung, gehören auch zu diesem Reich Regionen zeitweiliger Ueberflutung, so im nördlichen Tibet, bei Wladiwostok, in Japan, Neuseeland, der Salt Range, Madagaskar. In den Gebieten lückenloser Entwicklung, so im Himalaya und auf den Malayischen Inseln, gibt es wie in den Alpen zwei Gesteinsserien, eine normal mächtige und eine gering mächtige Hallstätter Entwicklung. Aus beiden sind viele reiche Faunen bekannt.

#### A. Himalaya und Salt Range.

Die Ausbildung der Trias wechselt im Himalaya eben so sehr von Ort zu Ort, wie in den Alpen. Doch fehlen so küstennahe Bildungen, wie der Lunzer Sandstein. Zwischen Perm und Trias herrscht vollständige Konkordanz. Die Reihenfolge der Faunen ist folgende:

a) Skythische Stufe. Hier ist der Unterschied gegenüber der mediterranen Entwicklung am größten.

##### 1. Ophiceras-Fauna.

2. Meekoceras-Fauna. Aequivalente dieser beiden Ammonitenfaunen sind in den Alpen noch nicht bekannt. Die gleichzeitigen Bivalven schließen sich aber jenen der Seiser Schichten enge an.

3. Hedenstroemia-Fauna. Nahe Beziehungen zur Fauna von Kōira.
4. Sibirites Fauna.
- b) Anisische Stufe.
5. Niti-Kalk mit *Rhynch. Griesbachi* im Liegenden.
6. Zone der *Spiriferina Stracheyi* mit der Fauna des *Durgaites Dieneri*.
7. Oberer Muschelkalk, entsprechend dem *Trinodosus*-Niveau. Die reichste und verbreitetste Fauna der Himalaya-Trias.
- c) Ladinische Stufe. Mächtigkeit ungemein wechselnd.
8. Schichten mit *Daonella Lommeli* und *Daonella indica*.
- d) Karnische Stufe. Ebenfalls sehr verschieden entwickelt.
9. Fauna des *Joannites cymbiformis*.
10. Fauna des *Tropites subbullatus*.
- e) Norische Stufe.
11. Unter- und Mittelnoricum. Dunkle Kalke, Quarzite mit *Spiriferina Griesbachi*.
12. Magalodontenkalke. Gehen ohne Unterbrechung bis in den Jura.
- f) Rhaetische Stufe. Ist im Magalodontenkalk faunistisch noch nicht nachgewiesen.

Abweichend von der bisher besprochenen Entwicklung von Spit und Painkhanda ist jene in Byans. Besonders bemerkenswert ist hier der Tropiten-Kalk von Kalapani, der in nur 1 m Mächtigkeit eine vollständige Mischung oberkarnischer und norischer Fossilien enthält. Diese Erscheinung beruht wahrscheinlich auf ungenügender Sedimentzufuhr.

Die Trias des Himalaya kann keineswegs in ihrer Gänze als Cephalopodenfazies angesprochen werden. Besonders in der Obertrias sind Ammonitenhänke recht selten.

Ganz abweichend ist die Triasentwicklung der Klippen von Malla Johar. Man kennt aus ihnen bisher Untertrias, mittleren Muschelkalk (Zone der *Spiriferina Stracheyi*) und die karnische Stufe (Aonoides- und Subbullatus-Fauna). Verf. hält die Klippen für autochthon.

Man kennt in Indien 15 Cephalopodenhorizonte der Trias, von denen 12, die bereits genügend charakterisiert sind, sich folgendermaßen auf die Stufen verteilen:

	Himalaya	Alpen
Rbätisch	0	1
Norisch	2	5
Karnisch	3	3
Ladinisch	1	3
Anisisch	2	2
Skythisch	4	1

Die faunistische Differenz zwischen Mediterranem und Himalayischem Reich ist in der skythischen Stufe am größten, obwohl sie durch die Auffindung der Ammoniten von Kōira erheblich gemildert wurde. Acht Ammonitengattungen sind auch jetzt noch der Untertrias des Himalaya eigentümlich. Die Verbindung der beiden Meeresbecken war zwar sicher nicht ganz unterbrochen, aber sehr unvollkommen.

Eine ausgesprochene Annäherung beider Reiche entwickelt sich in der oberanisischen Zone des *Cerat. trinodosus*. 16 Cephalopodenarten sind ihnen gemeinsam. Die leitenden Genera sind in beiden Gebieten dieselben. Diese engen Beziehungen dauern während der ladinischen Stufe an. Es fehlt jedoch im Himalaya ein Äquivalent der Marmolata-Fauna, an deren Stelle teilweise anisische Superstiten, teilweise Formen des Wengener Niveaus treten. Die anisische Fauna scheint hier länger gelebt zu haben und wurde erst durch eine Einwanderung der Wengener Fauna aus den Alpen abgelöst. Auch die Cassianer Fauna ist im Himalaya nur spärlich angedeutet. Dagegen sind die julische und tuvalische Unterstufe sehr gut charakterisiert. Die Zahl der identischen Arten ist erheblich, die der eigentümlichen Genera ganz gering. Trotzdem ist der Gesamthabitus auch dieser Faunen kein

mediterraner. Schon das starke Ueberwiegen trachyostraker über leiostroake Formen ist auffallend. Viel größer ist die Annäherung an mediterrane Verhältnisse im Hallstätter Kalk der Klippen von Malla Johar. Die schwach skulpturierten Arcesten und Cladisciten sind hier herrschend. Von 40 Cephalopodenarten sind 16 mit mediterranen identisch. Nur eine Gattung ist rein himalayisch. Die faunistische Aehnlichkeit ist hier infolge der vollkommen übereinstimmenden Fazies am größten. (Diese Uebereinstimmung in der Fazies der verglichenen Faunen ist für die Beurteilung der zoo- und paläogeographischen Einheiten erster Ordnung wohl überhaupt ein wichtiges Erfordernis. Denn da wir nun einmal nicht imstande sind, die Gesamtheit der Faunen zweier Reiche der Vorzeit zu vergleichen, weil wir sie nicht kennen, müssen wir wenigstens trachten, daß die verglichenen Ausschnitte aus den Faunen homolog sind, und das wird nur bei identischer Fazies der Fall sein. Ref.)

In der norischen Stufe ist die Selbständigkeit der indischen Fauna wieder viel größer. Am nächsten sind die Beziehungen zum Mittelmeergebiet noch in Byans. Die Differenzierung der Fauna innerhalb des Himalaya ist zu dieser Zeit so groß, daß man mehrere Provinzen in ihm unterscheiden kann. Im Obenorikum herrschen wieder einheitlichere, dabei aber von der alpinen Region sehr verschiedene Verhältnisse.

Zwischen dem Himalaya und Hinterindien kennt man nur spärliche Spuren der Trias. Im Pamir sind norische Schichten, im Semenow-Gebirge in Tibet Untertrias in himalayischer Entwicklung bekannt.

Eine Region neritischer Ausbreitung des himalayischen Triasmeeres reicht während der skythischen Stufe in die Salt Range. Die Mächtigkeit beträgt 50 bis 70 m, die Gesteinsentwicklung und dem entsprechend auch die Fauna ist von der des Himalaya sehr verschieden. Bisher sind nur 13 beiden Gebieten gemeinsame Cephalopodenarten bekannt. Die Parallelisierung der sechs Ammonitenhorizonte der Salt Range mit den vier des Himalaya ist bisher noch nicht sicher gelungen.

#### B) Himamalayische Spuren in Vorderasien.

In der Araxes-Enge bei Djulfa kennt man eine wahrscheinlich den Meekoceras beds entsprechende, untertriadische Fauna von echt himalayischer Zusammensetzung und in einem höheren Niveau eine Bivalvenschicht vom Habitus der Werfener Schichten. Darüber liegen noch 700 m fossilisere, dunkle Kalke und Zellendolomite, die der Mittel- oder Obertrias entsprechen. Eine ähnliche Schichtfolge mit skythischen Ammoniten kennt man auch aus kaukasischem Gebiet.

Das Auftreten von Trias in Afghanistan hat sich nicht bestätigt. Die Verbindung der armenischen und indischen Trias dürfte in den Zagros-Ketten zu suchen sein,

#### C) Hinterindien und Südchina.

Zwischen dem Himalaya und Hinterindien muß während der ganzen Trias eine Verbindung bestanden haben, doch sind ihre Ablagerungen bisher nicht bekannt. Am größten ist die Verschiedenheit beider Gebiete in der Obertrias.

Der rhätischen Stufe gehören die Napeng beds von Burma mit *Avicula contorta* und einer Fauna von Bivalven, Gastropoden, Brachiopoden, und Korallen an. Die Zahl eigentümlicher Bivalvengattungen ist groß, die Verschiedenheit von der Mediterranafauna sehr auffallend. Die Napeng-Schichten sind in Hinterindien ziemlich verbreitet. Sie sind eine ganz küstennahe Bildung.

Eine mächtige und sehr vollständige Triasserie findet sich in Annam und Tonkin. Die Untertrias besteht aus Schiefern und Konglomeraten. Ein höherer Kalkzug hat anisische Cephalopoden und Gastropoden geliefert, deren Beziehungen aber noch wenig klar sind. Darüber folgen Kalke, Mergel

und Sandsteine, die in der ladinischen Stufe vorherrschen; Geratiten aus der Gruppe des *Cerat. trinodosus*. Vereinzelte Funde von Wengener-Fossilien sind in Tonkin gemacht worden. Viel verbreiteter und gleichmäßiger entwickelt ist die karnische Stufe (Schichten mit *Myophoria inaequicostata*), die enge Beziehungen zu den mediterranen Faunen von Raibl und St. Cassian aufweist. Sandsteine halten durch die ganze Obertrias an. Julische und tuvalische Faunen sind angedeutet, dagegen ist die Vertretung der norischen Stufe weniger gesichert.

Die Beziehungen der hinterindischen Trias zu jener des Himalaya sind auf jeden Fall sehr eng und es ist noch zweifelhaft, ob man von einer besonderen Hinterindischen Subregion sprechen kann.

Vorwiegend litoral ist der Charakter der Trias von Südchina. Die untertriadischen Sandsteine führen keine marinen Fossilien. In der Mitteltrias tritt eine 200 m mächtige Diploporenkalkmasse auf, doch fehlen auch hier terrestrische Einschaltungen nicht. Die mittel- und obertriadischen Myophorienfaunen der Region zeigen die allerengsten Beziehungen zur alpinen und germanischen Trias. Dagegen weisen die karnischen und norischen Cephalopoden viele eigentümliche Typen und Beziehungen zum Himalaya auf. Der rhätischen Stufe entspricht eine Festlandsperiode. Südchina gehört der einzige bisher bekannte Fund von *Beneckeia* außerhalb der germanischen Trias an.

#### D) Japan und die Ussuri-Bucht.

Die Beziehungen zum Himalaya sind eng, solche zum Borealeu Reich fehlen. Die Schichtfolge bei Wladiwostok ist überstürzt. Sie enthält Flachseebildungen der skythischen und anisischen Stufe. Die Cephalopoden der Untertrias zeigen ein deutliches Lokalkolorit, die Brachiopoden und Bivalven dagegen nur enge Beziehungen zum mediterranen Gebiet und Himalaya. 9 (? 12) von 20 Arten sind mit den Werfener Schichten gemeinsam. Es bestätigt sich darin wieder eine außerordentlich weite Verbreitung der Werfener Fauna.

Die räumliche Verbreitung der Trias in Japan (Nipon und Shikoku) ist sehr beschränkt. Die Fauna von Inai ist anisisch und echt himalayisch. Boreale und lokale Typen fehlen vollständig. Die Fauna mit *Daonella Sakawana* ist arm. Die Schichten mit *Pseudomonotis ochotica* enthalten nur solche Formen, die in der ganzen pazifischen und arktischen Trias weit verbreitet sind. Die Einwanderung erfolgte wahrscheinlich aus einem Meer im O oder SO. Die rhätische Stufe ist durch pflanzenführende Schichten vertreten.

#### E) Der Malayische Archipel.

Die Obertrias transgrediert in Westborneo und Nordsumatra (hier die karnischen Kwalu-Schichten mit *Halobia styriaca* und *Daonella cassiana*). Die Padang-Fauna von Westsumatra enthält viele eigentümliche Arten. Ein norisches Alter ist sehr wahrscheinlich.

Auf Rotli kennt man einen karnischen und einen norischen Bivalvenkalk. Die Lamellibranchiaten sind fast durchwegs autochthone Formen. Die Ammoniten zeigen Beziehungen zum Himalaya und zur Mediterranregion.

Auf Timor sind zahlreiche Triashorizonte in der Fazies weißer oder blaßroter Hallstätter Kalke entwickelt, die nur in einzelnen Blöcken anstehen. Die Gesamtmächtigkeit der Obertrias scheint nur 2 m zu betragen. Eine Trennung der karnischen und norischen Blöcke ist nicht möglich. Die Hauptmasse der Fauna besteht aus Cephalopoden, unter denen glattschalige Formen herrschen. Unter 205 Ammoniten- und Nautiloideen-Arten von Timor sind:

identisch mit Arten aus dem Himalaya- und dem Mediterrangebiet . . .	8
>    >    >    >    > Himalaya . . . . .	5
>    >    >    >    > Mediterrangebiet . . . . .	15



## Die Weltstellung des Himamalayischen Reiches.

Die himamalayische Fauna schließt sich am nächsten an die mediterrane an. Die Verknüpfung ist während der anisischen und besonders karnischen Stufe am engsten, während der skythischen nur lose. 15 Gattungen von Nautiloideen und 89 von Ammonoideen sind beiden Reichen gemeinsam. Von diesen sind jedoch *Dinarites* und *Tirolites* in der himamalayischen *Xenodiscus Ophiceras* und die Meekoceratiden in der mediterranen Untertrias sehr selten. Zwei Gattungen von Nautilen und 38 Ammonitengenera sind auf das Himamalayische Reich beschränkt. Unter diesen sind *Buddhaites*, *Kashmirites*, *Parajuwavites*, *Tibetites* die wichtigsten, zu denen sich noch die mit den Andinen Reich gemeinsame Gattung *Flemingites* gesellt. Ein wichtiges negatives Merkmal ist das Fehlen mehrerer sonst häufiger Genera, wie *Balatonites*, *Judicarites*, *Norites* etc. etc. Das Himamalayische Reich ist die Heimat der Meekoceratiden und Ceratitiden. Von der Gattung *Xenodiscus* als Abnenform, haben sich hier mehrere der wichtigsten Stämme entwickelt.

Auch etliche Bivalvengenera, wie *Lilangina*, *Pomarangina*, *Fogiella* u. a. und Brachiopodengruppen, wie die Gruppe der *Spirigera Wreyi* und die Gattung *Misotia*, scheinen für das Himamalayische Reich bezeichnend zu sein.

Das Reich zerfällt in zwei Hauptteile, die Indische und Malayische Provinz. Zwischen ihnen vermittelt die Chinesisch-Hinterindische Subregion. Bis zu einem gewissen Grad selbständig ist ferner die Punjabische Subregion (Salt Range), die Madagassische Subregion und die Japanische Subregion. Einen höheren Rang nimmt die Maorische Provinz ein, obwohl deren Zugehörigkeit zum Himamalayischen Reich feststeht.

### IV. Das Andine Reich.

Die Entwicklung der Trias ist lückenhaft, ein zusammenhängendes Profil der ganzen Formation ist nirgends vorhanden. Die Untertrias pflegt scheinbar konkordant auf ihrer Unterlage zu ruhen. Dagegen ist die Transgression der Mitteltrias in Nevada sichergestellt.

In den vollständigen Untertrias-Profilen des Paris Canyon in Süd-Idaho treten drei Cephalopodenhorizonte auf:

1. Meekoceras beds. Die Fauna ist zum ganz überwiegenden Teil himamalayischen Ursprungs. 18 Genera sind beiden Gebieten gemeinsam. Es sind aber auch einige spezifisch andine Formen vorhanden, wie *Aspenites*, *Cordillerites* etc. *Paralecanites* geht nur hier über das Perm hinaus. Eine Parallisierung mit einer bestimmten Zone des Himalaya ist nicht möglich, da (vielleicht infolge der bei verschiedenen Arten verschieden langen Dauer der weiten Wanderung) Elemente aller skythischen Zonen des Himalaya zusammen vorkommen und in Asien fast gar keine anderen Stämme auftreten. Direkte Beziehungen zum Mediterranen Reich bestehen nicht, die zum Borealen Reich sind wenig entwickelt.

2. Tirolites beds. Die Fauna ist eine echt mediterrane und hat die engsten Beziehungen zu jener der Campiler-Schichten. Eine direkte Verbindung über das Antillenmeer muß unbedingt angenommen werden.

3. Columbites beds. Beziehungen zum Mediterranen und Himamalayischen Reich sind ungefähr gleich deutlich. Ein behaupteter naher Anschluß an die boreale Fauna hält der Kritik nicht Stand.

In White Pine County im östlichen Nevada liegen 260 m über den mit den oben besprochenen sehr gut übereinstimmenden Meekoceras beds. die tief anisischen Parapopanoceras beds. Die Beziehungen der Fauna derselben sind noch nicht genügend geklärt, nur jene zum Borealen Reich sind schon jetzt deutlich.

Die oberanisischen Trinodosus-Schichten sind an mehreren Stellen in der West-Humboldt-Range fossilführend entwickelt. Die Verwandtschaft mit der Fauna des bosnischen Muschelkalkes ist eine sehr große, doch ist auch diejenige zum Himamalayischen und Borealen Reich unverkennbar.

Lokale Formen spielen keine besonders große Rolle. Ein auffallender ladinischer Einschlag kommt in die anisische Fauna durch das Auftreten verschiedener Trachyceraten.

Das vollständigste Triasprofil des Andinen Reiches ist das von Shasta County. Die wichtigsten Glieder desselben sind folgende:

1. Kieselschiefer und Konglomerate mit einer dürtligen mitteltriadischen Faunula.

2. Schiefer mit *Protrachyceras Homfrayi*. Ladinisch oder karnisch?

3. Hosselkus Limestone.

a) Kalkschiefer mit *Halobia superba* und Ammoniten.

b) Dunkle Schieferkalle mit einer reichen oberkarnischen Cephalopodenfauna. Die Uebereinstimmung mit dem Mediterrangebiet, speziell mit der Zone des *Tropites subbullatus*, ist so groß, daß eine direkte Meeresverbindung wahrscheinlich gemacht wird. Auffallend ist die Vergesellschaftung dieser Fauna mit Trachyceraten, die sonst nicht über die julische Unterstufe hinausgehen. J. P. Smith schließt daraus, daß die *Tropites*-Fauna in Kalifornien ihre Heimat habe und dort älter sei, als in den Alpen und im Himalaya. Die faunistischen Beziehungen zu diesem sind weniger deutlich. Lokale Typen spielen eine ziemliche Rolle.

c) Kieselkalle.

d) Juvavites beds. Oberkarnisch oder norisch.

e) Spiriferina beds. Norisch?

Dem obersten Hosselkus-Kalk sind an mehreren Stellen Korallenkalle eingelagert, deren Fauna mit der der Zlambachschichten außerordentlich nahe übereinstimmt. Auch dies ist ein Beweis für eine direkte Wanderstraße durch den Atlantischen Ozean.

Sonst ist die norische Stufe im westlichen Nordamerika mehrfach durch Kalkschiefer mit *Pseudomonotis subcircularis* vertreten. Die rhätische Stufe ist nirgends marin vertreten.

In Mexiko kennt man karnische Schichten mit einer Bivalven- und Ammonitenfauna von ungünstiger Erhaltung und ausgeprägtem Lokalcharakter.

In Südamerika sind hauptsächlich *Pseudomonotis*-Schichten bekannt. Die Unterschiede gegenüber der kalifornischen Entwicklung dürften genügend groß sein, um die Aufstellung dieser besonderen Peruanischen Provinz zu rechtfertigen. Der rhätischen Stufe scheint auch in Südamerika eine Regression zu entsprechen.

Die Beziehungen des Andinen Reiches zu den anderen Reichen sind ziemlich eng. Immerhin sind ihm 16 Ammonitengattungen eigentümlich. Gemeinsam sind:

Zwei Gattungen nur mit dem Borealen Reich.

Sechs Gattungen nur mit dem Mediterranen Reich.

Fünf Gattungen nur mit dem Himamalayischen Reich.

Mit den beiden zuletzt genannten Reichen sind 46 Genera gemeinsam.

Ein auffallendes negatives Merkmal des Andinen Reiches ist das Fehlen der *Gladiscitiden*. Auch andere wichtige Gattungen der Tethys, wie *Pinacoceras*, *Sturia* etc. scheinen nicht vertreten zu sein. Sehr gering ist der Formenreichtum der Nautiloidea und Dibranchiaten.

Reich entwickelt sind in der Kalifornischen Provinz die Ichthyosaurier und eigentümlich ist ihr die isolierte Reptilgruppe der *Thalattosauria*.

## V. Die Meere und Kontinente der Triasperiode.

Die Schwierigkeiten der paläogeographischen Rekonstruktion sind bekannt. Wir müssen uns im wesentlichen auf die Ermittlung der Ausbreitung der Epikontinentalmeere beschränken, innerhalb deren Geosynklinalen als Gebiete dauernder Meeresbedeckung von den neritischen Regionen gelegentlicher Transgressionen zu unterscheiden sind. So wird es möglich sein, Mittelwerte für die Verteilung von Land und Meer im Bereich der heutigen Festlandsfläche während der einzelnen Hauptabschnitte der Trias festzu-

stellen. Wegeners Hypothese der freien Beweglichkeit der salischen Kontinentalblöcke wird unter Anführung verschiedener Gegen Gründe (Gleichartigkeit der Sedimente am Nordrand der Tethys und an der Küste des angeblich damals um mehr als 40° südlicher gelegenen Gondwanalandes. Wanderung der mesozoischen Landwirbeltiere, geringes Alter der Hauptfaltung des Himalaya, Verbreitung der Pseudomonotis-Fauna usw.) abgelehnt.

Die Hauptlandmassen der triadischen Zeit sind:

1. Das verschmolzene Angaraland und Fenoskandia in N der Tethys.
2. Indoafrika und
3. Australien im S des großen Mittelmeeres.
4. Laurentia, dem auch das Missisippigebiet bereits angegliedert ist.
5. Brasilia.

Meeresbecken lassen sich folgende unterscheiden:

1. Das Arktische Meer.
2. Die Tethys von der Iberischen Halbinsel bis zum Malayischen Archipel.
3. Das Pazifische Randmeer.
4. Die Kalifornische See im westlichen Teil der Vereinigten Staaten.
5. Der Poseidon im Gebiet des heutigen Atlantischen Ozeans, von dem wir zwar keine Sedimente kennen, der aber aus tiergeographischen Gründen erschlossen werden kann.
6. Der Indische-Ozean, der sicher auch in der Trias bestand, obwohl wir Sedimente desselben nur aus dem oberen Perm an der West- und Südküste Australiens kennen.

## I. Das Arktische Meer.

Es stand mit dem Pazifischen Randmeer während der Obertrias durch eine mindestens 400 km breite Meeresstraße in Verbindung, die das ganze nordöstlichste Asien bedeckte. In der Unter- und Mitteltrias war die Verbindung zwar sicher auch vorhanden, aber offenbar weniger ungehindert. Für die von Schuchert angenommene Meeresstraße über das Flußgebiet des Mackenzie und oberen Yukon liegen genügende Beweise nicht vor. Dagegen ist es möglich, daß in der skythischen Zeit am Ostabhang des Ural noch ein schmaler Meeresskanal vorhanden war. Möglich wäre auch eine Verbindung der Untertrias Spitzbergens mit der Tethys über den Poseidon. Die größte Ausbreitung des nordischen Meeres fällt in die Obertrias, doch war Grönland während der ganzen Trias ein Teil von Laurentia. Die Triasablagerungen des Arktischen Meeres sind durchwegs Seichtwasserbildungen. In den Obertrias fanden an verschiedenen Punkten große vulkanische Ausbrüche statt.

## II. Die Tethys.

Sie beginnt im W mit zwei vorgelagerten Binnenmeeren, dem Germanischen, das etwa von der Größe des Schwarzen Meeres war, und dem noch größeren Iberisch-Nordafrikanischen. Das Germanische Muschelkalkmeer glich faziell etwa der heutigen Ostsee. Mit der alpinen Region bestanden zwei Verbindungen, eine über die Tatra und die Beskiden, die zweite über das Rhonetal und die Gegend von Grenoble. Der ganze Raum zwischen ihnen war von der Vindelizischen Insel eingenommen. In der Provence bestand ein unmittelbarer Zusammenhang mit dem Iberischen Binnenmeer. Am Südrand der Ardennen ist der Uebergang der Muschelkalkfazies in die nordwesteuropäische Kontinentalentwicklung der Mitteltrias Schritt für Schritt zu verfolgen.

Die rhätische Stufe ist im Gebiet der germanischen Trias überall nur durch Litoralbildungen vertreten. Im W und N greift sie über den Muschelkalk weit hinaus, bleibt aber im O erheblich hinter ihm zurück.

Zwischen dem alpinen Triasmeer und dem Iberisch-Nordafrikanischen Randmeer lag der Korsisch-Sardinische Inselrücken. Eine offene Meeres-

straße bestand — wenigstens zeitweise — im S der Insel Sardinien. In der Obertrias scheint die alpine Tethys durch das südliche Spanien mit dem Poseidon in Verbindung getreten zu sein. Auch im Iberisch-Nordafrikanischen Randmeer greift die rhätische Stufe über den Muschelkalk erheblich hinaus.

Auch die alpine Tethys war kein weites, offenes Meer, sondern gleich eher einem Gebiet stark wechselnder Meerestiefe, wie heute die Küste Neu-Guineas. Andeutungen von Inseln finden wir in der Zone des Mt. Blanc, in der ostalpinen Zentralzone und in der Karnischen Kette. Wahrscheinlich bestand auch eine Adriatische Insel, die sich aus der Gegend südlich von Recoaro über den Mt. Gargano bis Apulien erstreckte. Sicherlich waren auch ausgedehnte Teile der Balkanhalbinsel Festland

Südlich der Indusmündung ging von der Tethys ein langer Golf aus, der zwischen Afrika und dem Madagassisch-Indischen Kontinent eingriff, das Aethiopische Mittelmeer Neumayrs.

Die größte Ausbreitung des Meeres fällt in der westlichen Tethys in die rhätische, in der östlichen aber schon in die skythische Stufe. Ueber die Lage des Verbindungsstückes zwischen Mediterranem und Himmalayischem Triasmeer herrscht keine rechte Klarheit (Hocharmenien, Pamir). Ein Faunenaustausch war meist in einem gewissen Ausmaß möglich. Große Teile von Persien und Afghanistan mögen aber während der ganzen Triaszeit Festland gewesen sein. Das Triasmeer reichte nicht bis in das Ganges-tiefland, denn die südöstlichsten Ketten des Himalaya enthalten teilweise schon eine kontinentale Triasentwicklung. Das nördliche und mittlere China war dauernd Festland, nur im S drang ein Epikontinentalmeer ein. In Hinterindien war die Tethys durch die große Insel von Cambodscha in zwei Arme geteilt. Es ist jedoch noch unsicher, ob der burmanische Arm während der Unter- und Mitteltrias schon bestand. Die Sundasee nahm in der Trias ein ähnlicher Archipel wie heute ein. Besonders waren größere Teile Borneos wohl nie überflutet.

Die Breite der Tethys überschritt kaum irgendwo 2000 km und sank auf große Strecken unter 1000. Sie war durchaus kein Ozean, sondern eine Kette von Ingressionsmeeren mit vielen Inseln und stellenweise wahrscheinlich zu schmalen Meeresstraßen eingengt. Daß zeitweise auch zusammenhängende Landbrücken dieselbe teilten, beweist die Verbreitung der großen Landwirbeltiere der Trias.

Die Sedimente der Tethys sind zum überwiegenden Teil Flachseebildungen (Werfener Schiefer, Raibler Schichten, ladinische Tuffe oder Dolomite, Dachsteinkalk, Wettersteinkalk, Schlierdolomit, deutscher Muschelkalk). Eigentliche Tiefseebildungen sind überhaupt nicht bekannt. Mächtigere Radiolariengesteine fehlen. Eine bathyale Entstehung der ladinischen Knollenkalke des Bakony ist durchaus nicht erwiesen. Aber auch die Hallstätter Kalke, die von vielen Autoren für echte Tiefseebildungen gehalten wurden, denkt sich Verfasser als ein Foraminiferensediment, das in sehr verschiedener Tiefe gebildet werden konnte, wenn nur die Zufuhr terrigenen Materials ausgeschlossen war. Aus recht großer Tiefe dürften, besonders mit Rücksicht auf die außerordentlich geringe Mächtigkeit, die Hallstätter Kalke von Timor und Malla Johar stammen. Dagegen sind die ostalpinen Hallstätter Kalke teilweise nur Ausfüllungen von Spalten im Dachsteinkalk. Die dünnschaligen Bivalven zeigen nur einen schlammigen Grund an. Globigerinenreiche Sedimente können sich auch in seichten Lagunen bilden. Teilweise stammen die Hallstätter Kalke des Salzkammergutes entsprechend der Hypothese von Mojsisovics aus tieferen Kanälen zwischen den Rifffalkmassen. Im ganzen war die Tiefe der Tethys in der Trias jedenfalls geringer als im Jura. Die Mächtigkeit der triadischen Meeressedimente erreicht in der Mediterranregion 2000 m, im Himalaya 1800 m. Die kontinentale Trias der Gondwanas ist stellenweise noch mächtiger, bis gegen 3000 m. Die Geosynklinale vertiefte sich in diesem Festlandsgebiet also sehr rasch und nur die starke Sedimentzufuhr verhinderte ein Eindringen des Meeres.

Die ostwestliche Erstreckung der Tethys war für die Wanderung der Faunen jedenfalls von hervorragender Wichtigkeit, obwohl Meeresströmungen dabei kaum jene Rolle spielten, die Sörgel annimmt (Hemmung derselben durch die Gestalt der Tethys, Wanderung der Tiere nach beiden Richtungen).

### III. Das Pazifische Randmeer.

Die größte Transgression beginnt mit der karnischen Stufe und erreicht ihren Höhepunkt in der norischen. Australien war dauernd Festland. Die Sedimente sind durchwegs küstennah, vielfach sogar grobklastisch. In der Obertrias war ähnlich wie heute ein Kranz von Vulkanen vorhanden.

Die Annahme eines ausgedehnten, die Mitte des heutigen Stillen Ozeans einnehmenden Kontinentes hat viele Anhänger. Exakt nachgewiesen ist nur die Existenz einer der chilenischen Küste vorgelagerten Insel zwischen 25° und 40° s. Br. im Oberjura. In der Trias scheint ihr eine Erweiterung von Brasilia gegen W entsprochen zu haben. Alles andere beruht auf theoretischen Erwägungen ohne jede Beweiskraft.

### IV. Die Kalifornische See.

Sie ist eine Erweiterung des Pazifischen Meeres, die durch dauernde Wasserbedeckung ausgezeichnet ist. Das Maximum der Meeresausdehnung fällt in die skythische Stufe. Die Ostgrenze des Meeres wird durch die Red beds deutlich bezeichnet, die nach Ansicht des Verfassers eine Kontinentalbildung sind, aber auch, wenn sie marin wären, aus unmittelbarer Küstennähe stammen müßten.

### V. Der Poseidon.

Triasbildungen sind an der heutigen Küste des Atlantischen Ozeans fast nirgends vorhanden (Ausnahme Nordafrika). Die Existenz einer direkten Meeresverbindung zwischen dem Mediterranen und Andinen Triasmeer geht jedoch aus faunistischen Gründen deutlich hervor (siehe oben). Allerdings ist die Tethys im W von Flachseebildungen umkränzt. Der Ring derselben scheint aber nicht vollständig geschlossen zu sein. Es war wohl zwischen ihnen ein ähnlicher schmaler Kanal vorhanden wie die heutige Straße von Gibraltar. Die Verbindung des Poseidon mit dem Kalifornischen Meer erfolgte über die Gegend von Zacatecas in Mexiko. Ob eine zweite direkte Verbindung mit dem Triasgebiet von Columbien und Peru bestand, ist nicht bekannt. Das südliche und nordwestliche Mexiko sowie Zentralamerika waren während der Trias unzweifelhaft Festland.

Eine obertriadische Landverbindung zwischen Eurasien und Amerika steht fest. Der Charakter der permischen Landwirbeltiere der Red beds von Texas spricht dafür, daß die Nordatlantische Landbrücke zu ihrer Zeit unterbrochen war. Dagegen stimmen die Landwirbeltiere der amerikanischen Obertrias mit jenen des europäischen Keuper fast durchwegs generisch überein. Wo die dadurch angezeigte Landbrücke lag, ist nicht bekannt. In der skythischen Stufe kann immerhin ein Zusammenhang zwischen dem Arktischen Meere und dem Poseidon bestanden haben, wie er durch die nahe Uebereinstimmung der Werfener Schichten der Axel Insel und der Alpen nahegelegt wird.

Viel schwächer sind die Beweise zugunsten einer Landverbindung Südamerikas und Afrikas in der Trias. Daß ganz Süd- und Mittelafrica ebenso wie der ganze O und S Brasiliens während des ganzen Triasperiode Festland war, steht fest. In Zentralafrika ist am oberen Kongo (Lualaba) ein zweifelhaftes Vorkommen marinen älteren Mesozoikums bekannt, dessen Transgression wohl nur von W her erfolgt sein kann. Die aus der triadischen Landfauna ableitbaren Beweise für eine Südatlantische Landbrücke sind sehr schwach. Ein stärkeres Argument für ihre Existenz während der Unterkreide bildet die Verbreitung der Trigonien-Fauna der Uitenhageformation, doch kann man sie auch mittels einer Verbindung der afrikani-

schen und südamerikanischen Küstengebiete entlang der Antarktis erklären. Diese war während des Mesozoikums Festland. Mit Afrika wäre sie durch eine Inselkette verbunden gewesen. Ein fester Zusammenhang mit Australien könnte nicht bestanden haben.

Der Poseidon erhält so eine ganz ähnliche Gestalt wie der heutige Atlantische Ozean, nur daß er im N, vielleicht in der Nähe der Grenze gegen den Saandik, zeitweise überbrückt war. Die Annahme der Existenz einer solchen Landbrücke oder doch einer Inselkette wird auch dadurch notwendig gemacht, daß die Wanderung der mediterranen benthonischen Fauna über eine weite abyssische Region nicht hätte erfolgen können.

## VI. Der Indische Ozean.

Während marines Perm in Australien sehr verbreitet ist, so daß die Fläche des Kontinents damals wesentlich geringer erscheint, als heute, fehlen marine Triasablagerungen vollständig. Die obertriadische Fischfauna von Gosford ist wahrscheinlich fluvial. Die Fische der Wianamatta series von St. Peter bei Sidney scheinen permisch zu sein. Die Landwirbeltierfauna Australiens dürfte schon primär arm gewesen sein, beweist aber doch einen zeitweiligen Zusammenhang mit dem indischen Gondwana-Festland während des Perm und der Trias. Es mag sich dabei jedoch nur um eine schmale, zeitweise zerstückelte Landbrücke parallel dem Außenrand der großen Sundainseln gehandelt haben. Zur Zeit der Obertrias dürfte die Tethys hier mit dem Indischen Ozean in direkte Verbindung getreten sein. Vom Äthiopischen Mittelmeer war der Indische Ozean durch die Gondwana-Halbinsel geschieden, die Vorderindien, Madagaskar und Südafrika verband.

In dieser Art nähert sich das Kartenbild der triadischen Meere und Festländer in den Grundzügen bedeutend mehr, als bisher meist angenommen wurde, dem heutigen. Wie in der Gegenwart überwog die Wasserbedeckung auf der südlichen, die Landmasse auf der nördlichen Halbkugel, waren die Gebiete um den Nordpol Meer, die um den Südpol Festland.

Die Küsten des triadischen Indischen Ozeans scheinen heute durchwegs vom Meere bedeckt zu sein. Sie können als Entwicklungsgebiete für kryptogene Ammonitenstämme, wie die in der karnischen Stufe plötzlich auftretenden Tropitidae und Haloritidae in betracht kommen, denen durch die Eröffnung einer Verbindung zwischen Indischem Ozean und Tethys während der Obertrias der Zugang in diese möglich gemacht worden wäre.

## Schlußbetrachtungen.

Als wesentlichen Fortschritt seiner Karte der triadischen Meere und Kontinente betrachtet Verf. namentlich den Wegfall eines großen Südkontinents und die bedeutende Annäherung an die Verhältnisse der Gegenwart in Übereinstimmung mit einer relativen Permanenz der Kontinente und Ozeane.

Im Vergleich zum Perm zeigt die Tethys sich in der skythischen Stufe wesentlich eingeeengt. Das Arktische Meer hielt sich im Perm ungefähr in denselben Grenzen, wie in der Trias, die Verbindung mit dem Stillen Ozean lag aber in Alaska, nicht in Ostasien. Außerdem war ein breiter Meeresarm im östlichen und nördlichen Rußland vorhanden. Die Transgressionen des Pazifischen Randmeeres sind bedeutend größer als in der Trias. Das südamerikanische Festland war durch ein ausgedehntes Flachmeer in zwei Inseln zerlegt. Die triadischen Transgressionen bleiben hinter den permischen und oberjurassischen beträchtlich zurück. Sie halten sich im wesentlichen innerhalb der Geosynklinalen (= säkular sinkende Räume dauernder Sedimentation). Im Rät entspricht dem Übergreifen des Meeres auf die Kontinentalscholle in Westeuropa eine Regression in Teilen des Geosynkinalgürtels (China, Japan, Californische See). Größere gebirgsbildende Bewegungen sind während der Trias nicht erfolgt. Die vulkanische Tätigkeit dagegen war in der Obertrias recht bedeutend.

Die tiergeographischen Verhältnisse gleichen im wesentlichen jenen des Jura. Der Gegensatz zwischen einem Borealen und einem Äquatorial-Subtropischen Hauptreich besteht in beiden Formationen.

Der Annahme klimatischer Zonen in der Trias sind verschiedene Tatsachen entschieden ungünstig, so die karnische Ammonitenfauna der Neusibirischen Inseln, das Auftreten riffbildender Korallen der Zlambachschichten in Alaska. Die triadischen Floren, besonders die weit verbreitete rhätische, zeigen eine auffallende Gleichförmigkeit. Auch die Verbreitung der großen Landwirbeltiere, die doch von der Außentemperatur wegen ihrer veränderlichen Blutwärme sicher sehr abhängig waren, zeigt keine deutlichen Hinweise auf klimatische Zonen. Vielfach wird für den Übergang vom Perm zur Trias eine merkliche Temperatursteigerung angenommen. Doch läßt sich nicht beweisen, daß das Aussterben der Productus-Fauna an der Schwelle der Trias mit einer Änderung der Meerestemperatur zusammenhängt. Überhaupt scheint die Bedeutung klimatischer Faktoren für die Umprägung der Faunen eine ziemlich geringe zu sein. Die palaeozoische Eiszeit fällt zudem in das untere Perm, nicht an die Grenze zwischen Palaeozoikum und Mesozoikum. Im oberen Perm scheint schon wieder eine gleichmäßige, warme Temperatur, wie im Karbon, geherrscht zu haben.

Für den Zusammenhang hoher Durchschnittstemperaturen auf der Erde mit bedeutenden vulkanischen Ausbrüchen im Sinne von Arrhenius und Frech bieten die Verhältnisse vom Perm bis zum Lias keine Anhaltspunkte.

Die Angaben von Bull und Shaler über triadische Glazialgebiete im Kongobecken bedürfen noch sehr der Bestätigung.

Übrigens stimmt Verf. der Auffassung Kerners zu, daß die klimatischen Zonen auch in der Trias aus physikalischen Gründen vorhanden gewesen sein müssen, nur daß der Einfluß der geographischen Breite auf die Temperatur durch noch unbekannte Ursachen unterdrückt und verschleiert war und aus den bisher untersuchten Faunen nicht erkennbar ist. (Ref. möchte die Frage nicht unterdrücken, ob Kerners Formulierung des Problems wohl ganz unanfechtbar ist. Ist es bereits erwiesen, daß die heutigen Klimaverhältnisse tatsächlich nur der Ausdruck der verschiedenen Intensität der Sonnenstrahlung in verschiedenen Breiten, der gegenwärtig bestehenden Verteilung von Meer und Land etc. sind? Wäre es nicht möglich, daß sie zum guten Teil nur auf der Nachwirkung der diluvialen Eiszeit beruhen? Wäre es nicht vielleicht richtiger, anstatt nach der Ursache der Verschleierung der klimatischen Gegensätze in der Vergangenheit nach der Ursache ihrer Übertreibung in der Gegenwart zu fragen? Haben wir genügend Beweise, den heutigen Zustand als einen Gleichgewichtszustand zu betrachten, als den unverfälschten Ausdruck der Sonnenstrahlung? Ref.)

Unsere Kenntnis von Triasfossilien auf der südlichen Halbkugel ist noch sehr ungenügend. Triadische Floren kennen wir bisher nur aus der Nähe der Küste, nicht aus dem Inneren der Kontinente. Durch das Auftreten einer großen ostwestlichen Meerestraße mit einem weit gegen S ausgreifenden Golf, dem Äthiopischen Mittelmeer, wurden die klimatischen Gegensätze notwendig gemildert. Für das nördliche Polarmeer waren die Verhältnisse im ganzen jedoch nicht besonders günstig, auf der pazifischen Seite wohl besser, auf der atlantischen aber wahrscheinlich ungünstiger als in der Gegenwart. Die größte Schwierigkeit bietet die Übereinstimmung der rhätischen Flora Ostgrönlands mit der von Schonen.

Die Verteilung von Meer und Land und die Meeresströmungen, so weit wir sie zu rekonstruieren vermögen, reichen zur Erklärung der klimatischen Verhältnisse der Trias nicht hin, es ist aber doch notwendig, sie zu berücksichtigen.

J. v. Pfa.

**H. Hoefler v. Heimhalt:** Die Verwerfungen (Paraklase, exokinetische Spalten). Für Geologen, Bergingenieure und Geographen. F. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1917. 8. 128 SS. 95 Abbildungen.

Verfasser betont in der Vorrede, daß die moderne Geotektonik die Verwerfungen dem Faltungsprozeß gegenüber in ungebührlicher Weise vernachlässigt habe, daß aber nur das Zusammenfassen aller Störungen eines Gebietes zu einem Bilde einen richtigen Einblick in die vielfach noch unbekannte Mechanik der Gebirgsbildung gestatte. Er verwahrt sich gegen den Versuch, den Terminus »Verwerfung« auf Absenkungen (Sprünge) zu beschränken, faßt vielmehr unter diesem Namen jede Verschiebung eines Gebirgsstückes gegen das benachbarte längs einer exokinetischen Spalte (Paraklase Daubrées) zusammen. Die vorliegende Schrift, die kein erschöpfendes Lehrbuch sein soll, ist dazu bestimmt, »die Elemente der Kenntnis von den Verwerfern systematisch zu bieten.« Daß sie dieser Aufgabe durchaus gerecht wird, mag die nachfolgende, gedrängte Uebersicht des reichen Inhalts zeigen. In dem letzteren erscheint, der konzisen, jedes überflüssige Detail vermeidenden Schreibweise des Autors entsprechend, eine Fülle von Tatsachen auf einen engen Raum zusammengedrängt. Auch von einer übermäßigen Häufung der Zitate ist abgesehen worden. Ein aufmerksamer Leser wird sich ohne Schwierigkeit überzeugen, daß der Verfasser die Literatur noch viel ausgiebiger benützt hat, als man aus den Quellenangaben allein vermuten könnte.

Das Buch beginnt mit einer Uebersicht der Verwerfungen, die sich als exokinetische Spalten im Gestein darstellen. Es werden unterschieden Parallelspalten und Drehspalten. Die ersteren gliedern sich in die folgenden Unterarten: 1. Sprung, 2. Wechsel, 3. Saigersprung, 4. Horizontalverwurf, 5. Liegendsprung, 6. Schräger oder diagonaler Sprung, 7. Schräger oder diagonaler Wechsel, 8. Schräger (diagonaler) Liegendsprung.

Das zweite Kapitel handelt von der Entstehung und Einteilung der Spalten. Verfasser unterscheidet: 1. Zugspalten die wieder in Einbruchs- und Zerrungsspalten zerfallen, 2. Druckspalten, die sich bald als Aufbruchspalten, bald als Faltenspalten, bald als Pressungsspalten dokumentieren (Hinweis auf Daubrées Druckversuche!). Es folgen Angaben über die Längenerstreckung von Spalten (Bayrischer Pfahl 150 km, Sahgadribruch in Ostindien 13.000 km), über die Tiefe, in die die Spaltenbildung hinabreicht, über das Abschneiden und Auskeilen von Spalten, über deren Zertrümmerung, über ihre Beziehungen zum Schichtstreichen, ihre Mächtigkeit und Ausfüllung (Gänge).

Der dritte Abschnitt bringt eine Beschreibung der einzelnen Arten der Verwerfungen. Bei der Beschreibung der Wechsel wird dem deutsch-belgischen Kohlengebiet eine ausführliche Betrachtung gewidmet, da in diesem klassischen Gebiet die Längswechsel vielfach bergmännisch aufgeschlossen und in ihren Einzelheiten untersucht worden sind. Zwischen Längswechseln und Faltenwechseln wird scharf unterschieden. Die ersteren leiteten den Faltungsprozeß ein, konnte sich allerdings auch während dessen Entwicklung noch bilden, die letzteren hingegen sind späterer Entstehung als die Längswechsel desselben Gebietes, aus den Falten selbst durch Zerreißen hervorgegangen und das Produkt der höchsten Potenz der Faltung. Beachtenswert ist das Gewicht, das Verfasser in Uebereinstimmung mit I. Cremer auf die zeitliche, genetische und geometrische Verschiedenheit der Längs- und Faltenwechsel legt. Den Fernwechseln — mit diesem sehr passenden Terminus werden Wechsel mit flacher Schubhöhe von vielen Kilometern Länge belegt, wie sie die Deckentheorie fordert — steht er skeptisch gegenüber. Für die Ostalpen lehnt er sie mit aller Entschiedenheit ab. Der von E. Sueß für die Horizontalverschiebungen einer Scholle gegen die benachbarte eingeführte Terminus »Blatt« wird nicht angenommen, da der Bergmann den Ausdruck »Blatt« in einem anderen Sinne gebraucht. Quirings Einteilung und Heims Beschreibung der Horizontalverschiebungen finden eine eingehende Würdigung. Für die schrägen oder Diagonalverwerfungen wird als typisches Beispiel der Sandgewand bei Aachen (nach Holzappel)

geschildert. Im Anhang zu den Drehspalten werden die Oberharzer Ruscheln besprochen. Für das Faltengebirge wird die nachstehende Reihenfolge der Verwürfe aufgestellt:

1. Vor der Faltung oder zu Beginn derselben: Längswechsel und (?) Horizontalverwürfe.

2. Während der Faltung: Längswechsel, Horizontalverwerfer, Faltenwechsel, Längs- und Querbrüche in den Antiklinalen.

3. Nach der Faltung: Quer zu den Falten verlaufende, posthume Horizontalverwerfungen, Sprünge und Querwechsel.

Die Bewegungsrichtung der Verwerfungen wird bestimmt durch die Rutschstreifen und Schleppungen. Mit Nachdruck wird die Bedeutung der ersteren als der verkörperten oder versteinerten Spuren der Bewegungsrichtung betont, aber auch auf die Schwierigkeiten hingewiesen, die einer eindeutigen Bestimmung in der Praxis in manchen Fällen entgegenstehen. Bei der Fülle eigener Studien und Erfahrungen, die dem Verfasser auf diesem Arbeitsgebiet zu Gebote standen, verdienen seine diesbezüglichen Ausführungen volle Beachtung. Sie gewinnen eine gewisse Pikanterie durch den Zusatz (p. 86), daß den meisten Geotektonikern, die mit Vorliebe nur »in großen Zügen« zu arbeiten pflegen, derartige Detailstudien nebensächlich zu sein schienen und noch scheinen.

Aus der gegenseitigen Lage der Verwerfungen in einem Gebiete zu einander ergeben sich Verwurffzonen, wenn alle Verwerfungen nahezu parallel verlaufen, oder Verwurffnetze, in denen sich zwei oder mehrere Verwurffzüge kreuzen. In den Verwurffzonen kann sich die relative Bewegung der einzelnen Schollen zu Staffelbrüchen, Horsten oder Gräben gruppieren. Bei der Diskussion der Möglichkeit einer aufwärts gerichteten Bewegung (Hebung) in Horsten hätten auch die diesbezüglichen Arbeiten Löwls mit Vorteil herangezogen werden können. Den horizontalen Rutschstreifen an den Rheingrabenspalten mißt Verfasser mit Recht ein großes Gewicht für eine zutreffende Auffassung der Entstehung der Gräben bei, die in den meisten Fällen kein einfacher tektonischer Vorgang gewesen sein dürfte. Verwurffnetze, deren Verwerfungen ein ganz unregelmäßiges Streichen haben bezeichnet der Verfasser als Bruchfelder. Zu ihnen rechnet er die Senkungsfelder und Kesselbrüche. Schollengebirge definiert er als Bruchfelder, deren Verwerfer durchwegs Sprünge sind, wobei die Morphologie der Erdoberfläche ganz nebensächlich erscheint. Als Ursache wird ungleichmäßige Senkung der Schollen durch Zerrung angesehen. Verfasser bekennt sich hier als überzeugten Anhänger der Kontraktionstheorie. »Alle größeren tektonischen Störungen« — sagt er (p. 87) — »sind auf dieselbe Ursache zu beziehen, auf die Abkühlung der Erde. Auch die tektonischen Erdbeben sind nicht so sehr als Reaktion des Erdinneren auf die Erdkruste, sondern als Folge der Abkühlung der Erdhaut aufzufassen. Sie haben ja zumeist ihren Sitz in den Zerrsprüngen«.

In den folgenden Abschnitten werden die Bilder erörtert, die Falten und Verwerfungen im Horizontalschnitt liefern, die Mineralquellen und Erzgänge besprochen, die sich an Verwerfungen knüpfen. Weitere Kapitel handeln von den späteren Störungen der Verwerfer und von deren gegenseitigem Verhältnis, von dem geologischen Alter und von der Bildungsdauer der Verwerfungen. Auch werden die Beziehungen der Verwerfer zu Erruptivmassen, zur Tektonik und zu Erdbeben kurz besprochen.

Das Interesse des Praktikers beanspruchen jene Abschnitte, die von dem Erkennen eines Verwerfers obertags, seiner bildlichen Darstellung, seiner Bedeutung für den Bergbau und von dem Ausrichten der Verwerfungen handeln. Im Anschluß daran gibt der Verfasser eine Anleitung für die geometrische Konstruktion behufs des Ausrichtens der Verwerfungen, die bisher in den Marktscheidejhrbüchern, der Schmidt-Zimmermannschen Regel entsprechend, fast nur für Sprünge existierte.

Den Schluß des Buches bildet eine Darstellung der geschichtlichen Entwicklung unserer Kenntnis der Verwerfungen, die allerdings nur in ihren wesentlichsten Zügen vorgeführt wird, aber wohl verdienen würde,

von dem Verfasser in einem besonderen Werk ausführlicher behandelt zu werden.

Für seine fleißige und mühevollen Arbeit muß dem Autor der verdiente Dank ausgesprochen werden. Besondere Anerkennung verdient die klare, von jeder beabsichtigten und unbeabsichtigten Undeutlichkeit freie Art der Darstellung. So kann das Buch nach jeder Richtung warm empfohlen werden. Es enthält eine solche Fülle wissenswerter Daten, daß es dem Leser reiche Belehrung gewähren wird.

C. Diener