

# Indisches Perm und die permische Eiszeit.

Von

**E. Koken.**

Mit 1 Karte (Taf. XIX).

Im Laufe dieses Jahres sollen die Resultate meiner wissenschaftlichen Beobachtungen in der Saltrange herausgegeben werden. In einer Serie von Abhandlungen sind die tektonischen und morphologischen Eigentümlichkeiten des bereisten Gebietes, seine Stratigraphie und die Faunen des *Productus*-Kalkes und der Trias eingehend behandelt; eine Abhandlung von Dr. DIETRICH bringt die petrographische Untersuchung der im permischen Geschiebelager gesammelten kristallinen Gesteine. Bei der Besprechung des pandschabischen Perms und der glazialen Phänomene konnte ich mich aber nicht auf die Darstellung des Beobachteten beschränken, sondern es lag nahe, weiter auszuholen und möglichst viel heranzuziehen, was auf diese merkwürdige Episode der Erdgeschichte Licht werfen kann, und Stellung zu den gerade in den letzten Jahren viel besprochenen Fragen der permischen Vereisung zu gewinnen. Der Abschnitt hat auf diese Weise einen etwas anderen Charakter angenommen und fügt sich nicht leicht in den Rahmen der übrigen, oben angedeuteten Monographien

und des allgemein geologischen Teils. So lasse ich ihn als selbständige Schrift hinausgehen in der Hoffnung, damit denjenigen, die sich weniger für die spezielle Tektonik und die Paläontologie der Saltrange interessieren, eine willkommene Übersicht zu bieten.

Vieles ist nur eine Kritik älterer Beobachtungen, ein mehr oder weniger selbständiges Referat, aber andererseits kann ich mich darauf stützen, daß ich eine der für die ganze Frage wichtigsten Gegenden monatelang durchwandert und ein Material in meiner dem Tübinger geologischen Institut einverleibten Sammlung vereinigt habe, das auch die Prüfung der aus anderen Ländern stammenden Berichte wesentlich erleichtert.

Meine Reise in das pandschabische Salzgebirge liegt jetzt vier Jahre hinter mir. Eine raschere Publikation hätte vielleicht in meinem Interesse gelegen, aber der sachlichen Darstellung konnte es nur zugute kommen, daß ich die Diskussion der letzten Jahre abgewartet habe.

Beim Schreiben dieser Zeilen tritt mir das indische Wander- und Zeltleben wieder deutlich vor die Augen mit seinen Mühen und Sorgen, seiner Ungebundenheit und der Flut belehrender und das Wissen belebender Eindrücke. Wenn ich in verhältnismäßig kurzer Zeit so vieles erreichen konnte, so liegt das wesentlich daran, daß auf Anordnung der englischen Regierung durch die Geological Survey of India der gründliche Kenner der Saltrange, FR. NOETLING, zu meiner Begleitung und Führung bestimmt wurde. Für diese Unterstützung meiner wissenschaftlichen Ziele bin ich zu großem Dank verpflichtet; mein Dank gilt aber noch ganz besonders FR. NOETLING selbst, der rastlos und selbstlos für meine Interessen tätig war und durch seine große Erfahrung unsere Expedition durch manche schwierige und kritische Situation glücklich hindurchgesteuert hat.

## I. Die glazialen Bildungen des pandschabischen Perms.

Eine eingehende Schilderung der Geschiebformation beabsichtige ich an dieser Stelle nicht. Wer Moränen und glaziale Ablagerungen kennt, wird schon durch die kurzen Reisenotizen, die wir veröffentlicht haben, überzeugt sein. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Profile und eine Besprechung der Verschiedenheiten in der Ausbildung findet man in meiner Beschreibung der Saltrange.

Das Boulder bed der Saltrange hat über eine Ausdehnung von ca. 200 km trotz der lokalen Abänderungen doch eine so gleichartige Ausbildung und ist so kontinuierlich abgelagert, daß es als eine bedeutungsvolle stratigraphische Einheit erscheint und wir seine Entstehung einer Ursache zuschreiben müssen, welche gleichzeitig und in gleicher Weise über die ganze Fläche wirksam war.

Als eine solche kann Meer oder Binneneis in Frage kommen. Wenn nun auch die Mitwirkung des Meeres durch manche Beobachtungen erhärtet wird, insbesondere dadurch, daß marine Fossilien nahe der oberen Grenze des eigentlichen Boulder bed gefunden sind, so sind doch andere Züge damit schwer, einige gar nicht vereinbar.

Das erratische Material stammt weit aus dem Süden. Malani-Porphyre und Siwana-Granite, Gesteine der Arávali, sind die charakteristischsten Geschiebe. Ihre Größe ist oft so bedeutend, daß zu ihrer Verfrachtung weder Meer noch Flüsse, höchstens driftende Eisberge angenommen werden können, was darauf hinauskommt, daß wir auch in diesem Falle Binneneis, nur weiter im Süden, voraussetzen.

Unerklärt blieben dabei die über viele Meilen anhaltende Moränenstruktur bei großem Tongehalt der Matrix, der beim Abschmelzen der Eisberge doch wohl meist als Trübe abgesondert wurde, unerklärt die Verarbeitung des Untergrundes,

die Stauchungen und Verschleppungen ganzer Schollen, die gleichsinnige Schrammung der festen Felsen, die Kritzung der Geschiebe. Normal gekritzte Geschiebe, die von solchen größerer Gletscher oder des Binneneises (Norddeutschland, Balticum) nicht zu unterscheiden sind, überwiegen aber durchaus, die facettierten treten dagegen zurück. Die Erklärung der facettierten Geschiebe bietet ein interessantes Problem, aber für die prinzipielle Deutung des Boulder bed stehen sie nicht an jener Stelle, die man ihnen zuschreiben wollte.

Wir müssen nach allen Beobachtungen annehmen, daß das Boulder bed der Moränenrückstand großer Gletscher ist.

Dieses Inlandeis fand in der jetzt durch den Rand der Saltrange markierten Zone seine nördliche Grenze, und zwar fällt diese nahe zusammen mit dem Strande eines flachen Meeres. Es entspann sich hier ein Kampf zwischen Eis und Meer, der schwankend verlief; das Eis bildete wohl oft die Steilküste, welche das südlichere Gebiet vor Überflutung schützte. Dem schwindenden Eise folgte das Meer unmittelbar, das lehren die Conularien und Eurydesmen in den tiefsten Schichten der Olive-Sandsteine. Es scheint aber auch das mit dem ungeschichteten Boulder bed wechselnde geschichtete Material, das vollkommen dem Sand und Sandstein der Olive-Serie gleicht, im Meere abgelagert zu sein.

Die facettierten Geschiebe kommen durch die ganze Mächtigkeit der Geschiebeablagerung sporadisch vor. Sie sind unter besonderen Bedingungen entstanden, konnten aber nach ihrer Entstehung wieder in die normale, bewegte Moräne aufgenommen und verschleppt werden. Nach den Beobachtungen bei Makratsch ist hier sicher die häufige Form der Reibsteine nach Art des striated pavement zustande gekommen; die Richtung der Schrammen war auf Dutzenden in einer glatt gewetzten Ebene liegender Geschiebeflächen die gleiche und übereinstimmend mit den Schliffen auf dem anstehenden

Magnesian sandstone. Sie rührt also von der allgemeinen Bewegung des Eises her. Ich will an dieser Stelle übrigens nur sehr kurz auf die Facettengeschiebe eingehen und wesentlich nur aus Rücksicht auf einige jüngst erschienene Aufsätze, in denen unsere Beobachtung und Deutung nicht verstanden zu sein scheint.

Die normalen Geschiebe sind meist fest, ohne Sprünge, während fast alle Reibsteine und viele der facettierten, soweit sie aus typischen Reibsteinen hervorgegangen sind, von Sprüngen zerteilt werden und daher leicht in Fragmente zerfallen.

Es prägt sich hierin die Wirkung eines hohen Druckes aus, dem sie während ihrer Abwetzung ausgesetzt waren. Der Gedanke an tektonische Überschiebungen ist gänzlich abzuweisen. Die Erscheinung läßt sich aber in Einklang bringen sowohl mit der Erklärung, daß die einseitig abgewetzten Reibsteine einst Teile einer Fläche waren, über welche die Last des Inlandeises langsam hinwegglitt, wie auch, daß sie in einer bewegten zähen Masse dem Felsuntergrunde direkt auflagen. Daß unter letzteren Umständen eine Zerspaltung der Geschiebe häufig vorkommt, lehren auch die analog, wenn auch, wie ich zugebe, nicht glazial entstandenen Flächengeschiebe im Ries.

Wenn späterhin die Geschiebe in andere Teile der Moräne gelangten, wo die angedeuteten mechanischen Faktoren nicht herrschten, also in eine pastose, nachgiebige Moränenmasse, so konnten die gesprengten Geschiebe in ihre Teilstücke zerfallen, die durch die Verschiebungen innerhalb der Moräne nach verschiedenen Richtungen verschleppt und wieder bearbeitet wurden. Daher die relative Häufigkeit gesprengter Reibsteine im normalen Boulder bed und die Seltenheit intakter Reibsteine und Facettengeschiebe auch bei großem Geschiebereichtum der betreffenden Lokalität.

R. D. OLDHAM<sup>1</sup> hat kurz und bündig 1877 die Ansicht zurückgewiesen, daß die faceted pebbles durch Windschliff entstanden sein möchten. Es war in der Tat nicht nötig, hierauf zurückzukommen und diese genetisch geschiedenen Sachen zu konfundieren. OLDHAM hat aber auch darauf hingewiesen, daß ähnliche Geschiebe im Boulder clay von England vorkommen; auf der Versammlung der British Association 1886 wurden von mehreren Seiten derartige Fälle angeführt. Die Konkurrenz der letzten Jahre, wer zuerst entsprechende Geschiebe im europäischen Diluvium erkannt habe, ist auch über diese älteste Anmeldung hinweggegangen.

Seine eigene Meinung drückte OLDHAM reserviert aus; er läßt die Wahl offen zwischen perennierendem Küsteneis und zwischen Gletschern, welche das Meer erreichten und Eisberge abgaben. Jedenfalls war seine Anschauung, daß die Geschiebe im Eis eingefroren waren und auf dem anstehenden Fels gewetzt wurden.

Erst 25 Jahre später konnte von NOETLING und mir in der Saltrange der Zusammenhang der Reibsteine mit abgeschliffenen Kiesschmitzen festgestellt werden. Daß sie auch auf andere Weise zustande kommen können, soll nicht in Abrede gestellt werden; ich habe dies selbst später nochmals hervor gehoben. Aber jenes zuerst beschriebene Vorkommen von Makratsch ist für die Saltrange maßgebend; nur ein Mal habe ich dort gesehen, daß die ebene Fläche eines Geschiebes dem Felsboden auflag, als sei sie auf ihm geschliffen. Da nun die typischen faceted pebbles mit den Reibsteinen durch Übergänge verbunden sind, da selbst die in der abgescheuerten Geröllbank steckenden Reibsteine z. T. noch eine zweite Fläche zeigten (vergl. Centralbl. f. Min. etc. 1903. p. 101. Fig. 5 a), so hat unsere Fragestellung über die Entstehung der Facetten-

<sup>1</sup> Geol. Mag. 1887. p. 33, vergl. auch 1886. p. 302.

geschiebe zunächst an die Beobachtungen bei Makratsch angeknüpft. Wir deuteten die auffallenden Bänke mit Reibsteinen als Entwicklungsstadien in der Ontogenie der Facettengeschiebe, welche nur durch eine Verkettung von Umständen auf dieser Stufe stehen blieben.

Wie kam es, daß die Geschiebe im Boden festgehalten wurden, während das Eis über sie, über einen Teil seiner eigenen Moräne, fortschritt, und wie kam es, daß diese Bindung wieder gelöst wurde, daß die Geschiebe sich drehen konnten oder ganz befreit wurden und wieder in die gleitende Moräne gerieten?

Eine Annahme, die beides erklärt, ist, daß die tieferen Lagen der Moräne zeitweilig gefroren waren und zeitweilig sich wieder verflüssigten<sup>1</sup>. Jede andere Zementierung schließt die eventuelle Drehung der Geschiebe aus und doch muß an dieser Tatsache festgehalten werden. Man mag auch heranziehen, daß die permische Eiszeit unter temporär strengere klimatische Bedingungen fällt. Ein kurzer Rückgang des Eises, dem das Meer nicht sofort folgte, entblößte die Moräne, die dann gefror; die Wintertemperatur wird auch unter diesen Breiten dazu genügt haben. Bei folgender positiver Oszillation schritt der Gletscher über den gefrorenen Boden wie über Felsgrund und die Oberfläche wurde geschrammt. Sobald das Eis über dem betreffenden Orte eine bedeutende Mächtigkeit erlangte, fand durch Druck eine Verflüssigung statt, welche in den Untergrund eingriff und ihn erweichte. Die Geschiebe konnten dann einsinken oder sich drehen.

Der Prozeß der Facettierung verlangt mehrmalige, jener der polygonalen Geschiebe oft wiederholte partielle Drehung,

<sup>1</sup> Bei sehr großer Mächtigkeit des Eises kann lokal ein derartiger Druck herrschen, daß selbst bei Unterkühlung das Wasser flüssig bleibt resp. das Eis in Wasser übergeht. Auch der gefrorene Boden wird allmählich erweicht, während er bei Nachlassen des Drucks wieder gefriert.

was in Druckschwankungen oder kurzen Oszillationen seinen Grund haben mag. Man wird ihn wesentlich in die jeweiligen Randzonen zu verlegen haben.

Ich bin nie der Ansicht gewesen, daß unsere Beobachtungen bei Makratsch jede andere Deutung der Facettengeschiebe ausschließen, aber ich finde auch keine unüberwindlichen Schwierigkeiten für die einzige notwendige Annahme, daß die Geröllbänke durch Frost gehärtet waren. Die Erklärung der Facettengeschiebe schließt sich dann konsequent an. Wer sie ablehnt, wird überhaupt dem besprochenen Vorkommen der Reibsteine in situ — dem einzigen, das wir in Indien kennen — seine Bedeutung für das Problem absprechen, ohne eine andere Beobachtung an die Stelle zu setzen. Er muß dann auch die kalkige Bindung der Gerölle zu Konglomerat schon während des Stadiums der Abschleifung voraussetzen, und da hiermit eine unbewegliche Fesselung der Geschiebe bedingt ist, wenigstens diese Reibsteine und die Facettengeschiebe kategorisch trennen. Ich wiederhole aber, daß diese ganze Frage in der Beweisführung für die permische Vereisung an untergeordneter Stelle steht.

Um die Moränennatur des ungeschichteten Boulder bed möglichst klarzustellen, habe ich durch die Firma VOIGT & HOCHGESANG Schliffe anfertigen lassen, und zwar sowohl durch tektonisch unberührte<sup>1</sup> wie durch dislozierte und stark verhärtete Vorkommen. Ich erwartete in ihnen eine charakteristische, den Bewegungen in plastischen Moränenmassen entsprechende Struktur zu finden, und sah mich nicht getäuscht. Es bieten diese Strukturbilder den Beweis, daß es sich nicht um submarin verstreutes Driftmaterial, geschweige

---

<sup>1</sup> Dieses selbe Material ließ ich auch bodenanalytisch behandeln. Herr Dr. GAUB unterzog sich der insofern großen Mühe, als die feuchte, zum Schlämmen notwendige Verkleinerung doch recht schwierig war. Die Schwerbestandteile sind ganz aus dem erratischen Material ableitbar.



denn um ein normales Sediment handeln kann. Knetstruktur und gleichsam fluidale Anordnung der kleineren Fragmente um die größeren Brocken tritt deutlich heraus.

Daß die Geschiebe des Boulder beds der Saltrange möglicherweise von den Arávalis herkommen, ist zuerst von R. D. OLDHAM ausgesprochen, nachdem er den alten Gletscherboden von Pokaran entdeckt hatte. Später hat MIDDLEMISS einige charakteristische Gesteinstypen identifizieren zu können geglaubt. Meine systematische Aufsammlung der Saltrange-Geschiebe hatte den Zweck, zur Entscheidung dieser Frage die Unterlage zu geben. Nach der sorgfältigen Beschreibung und Bestimmung durch DIETRICH wird es den indischen Geologen leichter fallen, sich dieser Aufgabe zu unterziehen. Mir selbst standen keine Vergleichsstücke aus den Arávalis zu Gebote, es ließ sich aber im vollen Umfange die Angabe von MIDDLEMISS bestätigen.

Damit ist freilich noch nicht entschieden, daß in allen glazialen Gebilden Indiens ein von Süden nach Norden gerichteter Transport herrsche. Einige sehr bestimmte Angaben von BALL lassen vorläufig keine andere Deutung zu, als daß in Orissa bzw. Bengalen das Eis von Norden nach Süden strömte. So sagt er in seiner Notiz über das Kohlenfeld von Bisrampur<sup>1</sup>: „The principal proportion of the boulders are derived not from the underlying rocks, but from granitic gneisses which occur three miles to the north. One rock, a pink porphyritic granite, which is seen in situ north of Yarki, seems to have been a prolific source of these boulders.“ Und ähnlich spricht er sich in bezug auf das Mahanadi-Becken<sup>2</sup> aus; dort sollen die Geschiebe wesentlich von Nordwesten kommen.

Auch die Angaben über das Vorkommen von Geschieben

<sup>1</sup> Rec. Geol. Surv. 1873. p. 27—30.

<sup>2</sup> Rec. Geol. Surv. 1877. p. 172.

der oberen Vindhjans in den Talschers der Nerbada-Gegend bedingen eine entsprechende Transportrichtung, da hier überall die oberen Vindhjans nördlich bezw. nordwestlich vom Verbreitungsgebiet der Talschers liegen<sup>1</sup>.

**Zusammenstellung der im Boulder bed der Saltrange 1902/03 gesammelten Geschiebe.**

**Tiefengesteine**

- |                                     |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Granite                             | 1. Muscovitgranit                    |
|                                     | 2. Granitit                          |
|                                     | 3. Amphibolgranit                    |
| Rapakiwigranite<br>mit blauem Quarz | 4. Porphyrischer Rapakiwigranit      |
|                                     | 5. Grobkörniger Amphibolbiotitgranit |
|                                     | 6. Rapakiwi mit Kataklasstruktur     |
| Syenite                             | 7. Feinkörniger Glimmersyenit        |
| Gabbro, Diabas                      | 8. Zersetzter Gabbro                 |
|                                     | 9. Zersetzter Diabas                 |

**Ganggesteine**

- |                               |                                      |
|-------------------------------|--------------------------------------|
|                               | 10. Granitporphyr                    |
|                               | 11. Quarzglimmerdioritporphyr        |
|                               | 12. Perthitaplit                     |
| Quarzporphyre<br>(Granophyre) | 13. Mikrogranit                      |
|                               | 14. Mit mikrogranitischer Grundmasse |
|                               | 15. „ mikrolithischer „              |
|                               | 16. „ mikrooikilitischer „           |

**Ergußgesteine**

- |            |   |
|------------|---|
| Felsophyre | 17. Mit dynamometamorpher Struktur                              |
|            | 18. „ umgewandelter Grundmasse                                  |
|            | 19. „ Fluidalstruktur   |
| Vitrophyre | 20. Entglaster Perlit   |
| Tuffe      | 21. Quarzporphyrtuff  |
|            | 22. Kristalltuff  |
| Porphyrite | 23. Quarzglimmerporphyr   |
|            | 24. Porphyr   |
|            | 25. Labradorporphyr   |
|            | 26. Augitporphyr  |
|            | 27. Konglomerate und Breccien der Quarzporphyre und Porphyrite. |

**Kristalline Schiefer und Sedimente**

- |        |                                  |                        |
|--------|----------------------------------|------------------------|
| Gneise | 28. Streifigkörniger Biotitgneis | } Mikroklin-<br>gneise |
|        | 29. „ Zweiglimmergneis           |                        |
|        | 30. Hälleflintagneis             |                        |

<sup>1</sup> Vergl. KOKEN, Centralbl. f. Min. etc. 1904. p. 106.

Glimmerschiefer	31. Granatglimmerschiefer
	32. Granatstaurolithschiefer
Phyllitische Tonschiefer	33. Phyllitähnliche Quarzglimmergesteine
	34. Phyllitischer Tonschiefer
Kontaktmetamorphe Schiefer und Grau- wacken	35. Quarzitische Graphitschiefer
	36. Zoisitreicher Kontaktschiefer
	37. Knotenschiefer
	38. Hornfels
	39. Gefältelter phyllitischer Hornfels
	40. Hornfelsitischer Tonschiefer
	41. Knotengrauwacke
Quarzite	42. Glimmerquarzit
	43. Quarzitische Sandstein
Grauwacke	44. Druckmetamorphe, sandstein- und schiefer- artige Grauwacke
Veränderte Kalke	45. Kristalline Kalke.

Man kann das Gebiet, aus dem die Geschiebe stammen, nunmehr geologisch bestimmen; es mußte sich vor allem auszeichnen durch die Verbreitung von Erstarrungsgesteinen aus der Gruppe der Quarzporphyre. In jedem Aufschlusse des Boulder beds fallen uns die intensiv roten Granophyre und Felsophyre, die bunten Tuffe und Breccien auf.

Auch Granite und Rapakiwigesteine spielen eine große Rolle.

Neben den Sedimenten sind die phyllitischen Tonschiefer, Schiefer, Quarzite und Grauwacken am häufigsten, nächst ihnen veränderte, marmorisierte Kalke.

Gneise, Glimmerschiefer und Granatstaurolithschiefer treten zurück.

Ein Granitgang, der einen quarzitischen Schiefer durchsetzt, gibt darüber Aufschluß, daß die Granite jünger als die erwähnten alten Schiefer etc. sind. Über die Altersfolge der Eruptiva unter sich ist wenig zu sagen. Kataklasstruktur an Rapakiwis und Felsophyren könnte darauf schließen lassen, daß sie älter sind als die Granite, die keine dynamische Beeinflussung erkennen lassen.

Die Kontaktwirkungen (Knotenschiefer, Hornfels, Kalke) werden auf die intrusiven Granite zurückzuführen sein. Die

Druckmetamorphose gewisser Grauwacken ist wahrscheinlich älter und deutet an (wie auch die Kataklastenstruktur der genannten Erstarrungsgesteine), daß sie aus dislozierten Regionen stammen.

Es ist naturgemäß, daß die Heimat der Geschiebe von vornherein lieber im Süden als im Norden, in dem erst in junger Zeit aufgestauten Himalaja gesucht wurde, dessen alte Gesteine schwerlich schon zu permischer Zeit so exponiert waren, um diesen polymikten Schutt zu liefern.

Vergleichen wir die Beschreibung, die LA TOUCHE vom westlichen Radschputana gegeben hat, von den Bergen, die nordwestlich der Arávalis sich aus den sandigen Regionen erheben, so stimmt fast jeder Zug zu dem uns vorschwebenden Bilde.

Im Südosten ragen in das von LA TOUCHE besprochene Gebiet die dunklen Schiefer und Quarzite der alten Arávalis hinein, die allmählich unter dem Sand der Ebene verschwinden. Kalkreiche Schiefer, im Kontakt mit Granit in Marmor verwandelt, sind längs des Fußes der Arávalikette häufig. In einer langen, SW.—NO. streichenden Zone sind diesem System die Erinpura-Granite eingelagert, welche die Faltung der Schiefer mit durchgemacht haben, also älter, als die weiter im Westen auftretenden Siwana-Granite sind. Die Angabe, daß sie auffallend grobkörnig sind und die Feldspate oft über 3 Zoll groß werden, läßt an unsere Rapakiwis denken.

Dann folgt das große, aber zerstückelte Gebiet der Malani-Ergußgesteine, denen bei Jalor und nordöstlich davon die Jalor-Granite, weiter nach außen (SW.) die Siwana-Granite an- und eingegliedert sind. Die Granite von Jalor sind glimmerreich und enthalten keine Hornblende, die Siwana-Granite sind sehr grobkörnig und hornblendehaltig. Zersetzte (altered) Diabase und Olivindiorite werden als Gänge im Gebiet der Granite und Malanis angegeben. Die Malani-

Rhyolithe, Felsophyre, Vitrophyre, Perlite, Tuffe, Breccien, Konglomerate stimmen in allen Einzelheiten mit den von uns gesammelten Geschieben. Auch Porphyrite (igneous rock of a more basic type containing plagioclase felspar and no free quartz) werden genannt.

Etwas weiter im Norden stellen sich die Vindhyan-Sandsteine und Kalke ein, welche die Arávalis diskordant und ungestört überlagern, aber meist auch nur als kleinere, isolierte Schollen aus dem Sandgrunde aufragen.

Ich möchte glauben, daß diese roten und weißen Sandsteine, mit einzelnen Geröllschnüren und mit problematischen Spuren auf den Schichtflächen, mit dem Purple sandstone der Saltrange ident sind, wie ja auch WAAGEN annahm. Die stark abgeschliffenen, geschrammten Geschiebe der Saltrange, die in diesen Merkmalen einen langen Transport verraten, dürften dann auch nicht lokaler Purple sandstone sein, sondern weiter aus dem Süden geholte Geschiebe. Ob man nun die Region des Purple sandstones sich weit gegen Süden oder die der Vindhyan entsprechend nach Norden ausgedehnt denkt, ist ziemlich in das subjektive Ermessen gestellt.

WAAGEN<sup>1</sup> hat einmal den Gedanken ausgesprochen, daß die alten sandigen Ablagerungen der Saltrange von den Neobolus shales aufwärts im Mündungsgebiet eines großen Flusses entstanden seien, der seine Gewässer von SO. her dem Meere zuwälzte. Auch noch in der permischen Glazialzeit bewegten sich auf diesem Strome Eisschollen flußabwärts, die zusammen mit den von den Arávalis herabsteigenden Gletschern den Schutt des Boulder beds anhäuften.

Die genaue Durchsichtung des Geschiebemergels hat mir keine Anhaltsgründe dafür gegeben, daß die Erratica aus verschiedenen Gegenden stammen, sondern überall treten sie in

---

<sup>1</sup> Carbone Eiszeit. p. 175.

fast derselben Mischung auf. Daß es sich nicht um Schollendrift, sondern wesentlich um Moräne handelt, ist schon besprochen.

Das echte Boulder bed ist seinerseits eng verbunden mit den Sandsteinen und Konglomeraten, welche als Olive sandstone bezeichnet wurden. So enthält es Einlagerungen von Sandsteinen und Konglomeraten aus geroltem Material, die man von Olive sandstone nicht unterscheiden kann. Sie sind wechselnd angeordnet, halten aber bei Khussak auch über größere Entfernungen aus, so daß hier das Boulder bed durch eine Lage Sandstein in zwei Stufen gegliedert erscheint.

Der Olive sandstone baut sich auch durchaus aus dem Material des Boulder bed auf. Die Geschiebe sind ganz frisch aus der Moräne übernommen, so daß sie noch geschliffene Flächen zeigen, allerdings ohne Glanz und Schrammen. Der Olive sandstone ist das im Wasser umgearbeitete Moränenmaterial.

Eine enge Verknüpfung wird ferner durch das Vorkommen der Conularienfauna sowohl im Boulder bed selbst (in der Nilawan, wo sie WARTH auffand<sup>1</sup>), als auf der Grenze zwischen Olive sandstone und Boulder bed (Conularienzone von Mt. Chel und Sadowal nach WAAGEN und WARTH), als auch im tieferen Olive sandstone selbst (Dandot nach MIDDLEMISS) bewiesen.

Das Inlandeis hatte sich weit nach Norden gegen das permische Meer und streckenweise wohl auch in dieses hineingeschoben. Während sich unter ihm nur Ablagerungen vom Typus der Grundmoräne bilden konnten, mußte an jeden Rückzug des Eises sich ein Nachrücken des Meeres und eine Sedimentbildung anschließen, die bei einem erneuten Vorstoß

---

<sup>1</sup> Nach den Angaben, die mir WARTH brieflich gemacht hat und die vollkommen mit meiner Kenntnis der Nilawan stimmen, möchte ich an der Tatsache nicht zweifeln.

wieder von Moränen überzogen wurde. Der endliche Rückzug des Eises brachte dieses in solche Entfernung, daß die Schmelzwasser das Meer erst nach langem Lauf erreichten und ihm daher nur noch feineren Sand und Ton zuführten, allerdings mit gelegentlichen Rekurrenzen von Geröllen (Laverder clay von Wartscha).

Selbst im *Productus*-Kalk läßt sich an den Quarzen, Feldspaten und kleinen Geröllen immer noch die Beteiligung des Moränenmaterials nachweisen, woraus man weiter schließen kann, daß das Meer nach Süden keine bedeutende Verbreitung hatte. Immerhin hatte sich die Untergrundbeschaffenheit und vor allem auch die Temperatur des Meeres so geändert, daß die an kälteres Wasser gewöhnten Conularien, daß die Eurydesmen, daß die kleine Zechsteinfauna verschwanden und der des *Productus*-Kalkes Platz machten. Im mittleren *Productus*-Kalk treffen wir riffbauende Korallen.

Der Einfluß des südlichen, in großer Ausdehnung von glazialen Schutt überzogenen Festlandes ist noch lange Zeit auch in den marinen Sedimenten der Perm- und Triaszeit spürbar, ja selbst die Gesteine des unteren Teiles der Variegated series können als Abschwemmungsprodukte der südlichen Flächen gelten. Große Flüsse bildeten sich allmählich aus den wechselnden Rinnsalen der Schmelzwasser, auf welche die grobklastischen Gesteine und die Konglomeratbänke der Olive series zurückzuführen waren.

## II. Der *Productus*-Kalk der Saltrange.

Durch WAAGEN's Werk ist die Fauna des indischen *Productus*-Kalks allgemein bekannt geworden und es schien die Paläontologie und Stratigraphie zum sicheren Abschluß gebracht. Erst durch NOETLING's erneute Reisen in der Saltrange erfuhr man, daß Lücken und schwache Stellen vorhanden waren und daß es erforderlich sei, an der Hand

besseren Materials die Fauna einer Revision zu unterziehen. NOETLING's Verdienst bleibt es auch, mit Nachdruck den engen Anschluß des Perms an die Trias betont und eine paläontologisch gestützte Zonengliederung verlangt und entworfen zu haben. Der Nachweis, daß der *Productus*-Kalk allmählich in triadische Schichten übergehe, mußte allerdings die Meinung zum Fall bringen, daß zwischen *Productus*-Kalk und Trias ein Hiatus klaffe, und daß ein Teil der Trias oder ein Teil des Perms nicht zur Entwicklung gekommen sei. In Rußland war inzwischen durch TSCHERNYSCHEW die reiche Brachiopodenfauna des Obercarbons, d. h. der Schichten zwischen der Zone des *Spirifer mosquensis* und der Artastufe einer genaueren Bearbeitung unterzogen. Die faunistische Ähnlichkeit zwischen der Schwagerinenstufe (und noch älteren Schichten) und dem *Productus*-Kalk ist in die Augen fallend und in einem glänzend geschriebenen Schlußkapitel zog TSCHERNYSCHEW die für ihn logische Konsequenz, daß auch der *Productus*-Kalk ein höheres Alter besitze, als ihm von WAAGEN zugeschrieben war, und daß, wenn man je seine oberen Lagen permisch nennen wolle, man doch gezwungen sei, die unteren in das Carbon zu stellen. Der angebliche Übergang in die Trias wurde damit seiner Beweiskraft beraubt, daß auf Beispiele absolut konkordanten Zusammenschlusses anderer, im Alter weit verschiedener Schichtengruppen verwiesen und der faunistische Kontrast zwischen Ceratitenschichten und *Productus*-Kalk in scharfer Beleuchtung in den Vordergrund geschoben wurde.

Den Versuch NOETLING's, den *Productus*-Kalk in paläontologische Zonen zu gliedern, hat TSCHERNYSCHEW etwas geringschätzig behandelt; so sagt er, daß für das Wesen der Sache wenig darauf ankomme, „ob wir unsere Synchronisation nach diesem Schema (d. h. WAAGEN's) durchführen oder nach den von NOETLING in Vorschlag gebrachten



Zonen“. Das würde unter der Voraussetzung richtig sein, daß die Zonengliederung nur eine Transskription des WAAGEN'schen Schemas sei.

Als Quintessenz der Ausführungen des russischen Forschers kann ich seine Tabelle hier wiederholen:

Saltrange	Ural und Timan
Chideru beds	Unterpermische Ablagerungen des europäischen Rußlands
Jabi beds	
Khund-ghat beds	
Kalabagh beds	Kalkdolomit-Horizont und Artinsk-Ablagerungen
Virgal beds	
Katta beds	
Amb beds	Schwagerinen-Horizont
	Cora-Horizont
	<i>Omphalotrochus</i> -Horizont
Warcha-Schichten (Speckled sandstone und Lavender clay)	Mittlere Carbon-Abteilung (Ablag. mit <i>Spirifer mosquensis</i> am Ostabhang des Urals)
Dandote-Schichten	
Talchir beds (Boulder beds)	
	Konglomerate und Breccien am Ostabhange des Urals.

Daß TSCHERNYSCHEW im Grunde für eine noch tiefere Stellung des Boulder beds eingenommen ist, geht aus der warmen Zustimmung hervor, die er BODENBENDER's ganz extremer Ansicht widmet, nach welcher die „Talchir-boulder-beds“ auch „die untere Kohlenformation umfassen“. Der Schluß seines Werkes lautet: „In meiner Arbeit habe ich auch die Blockablagerungen des Saltrange und Australiens besprochen und meine in dieser Hinsicht gewonnenen Resultate harmonieren aufs beste mit dem Ausspruche von ED. SUESS, mit dem er die allgemeine Übersicht der Carbonablagerungen von Zentralasien schließt: „Hiernach fällt auch die ganze rings um den Indischen Ozean sichtbare Ausstreuung von Blöcken in Südafrika, Indien und Australien in die Carbonzeit.“ Vielleicht wäre es nicht gar zu gewagt, wollten wir

mit FEISTMANTEL den Horizont der Blockablagerungen in die Nähe der Grenze zwischen der unteren und der mittleren Abteilung des Carbonsystems setzen.“

TSCHERNYSCHEW's Werk fand ich vor, als ich nach meiner Durchforschung der Saltrange 1903 wieder in der Heimat anlangte.

Ich habe mehrmals die Feder angesetzt, um zu der wieder angeschnittenen Frage Stellung zu nehmen, aber immer noch davon Abstand genommen, weil ich zunächst meine Sammlungen durcharbeiten und einige andere Publikationen, so die von DIENER über die permischen und anthracolithischen Faunen Spitis abwarten wollte. Eingehender werde ich mich in den Beiträgen zur Geologie der Saltrange, in der auch die Fauna des Perms und der Trias zur Darstellung kommt, aussprechen, aber auch an dieser Stelle ist eine kurze Darstellung meiner Auffassung und meiner Resultate nötig. Wie vorzüglich zu den von NOETLING und mir vertretenen Anschauungen SCHELLWIEN's Entdeckung von Richtigofenien und anderer indischen Formen im *Bellerophon*-Kalk der Ostalpen, von *Lyttonia* in den Trogkofelschichten paßt, braucht nicht unterstrichen zu werden.

Die versteinierungsführenden Schichten des *Productus*-Kalks habe ich verfolgt von ihrem ersten Auftreten in der Nilawan über Kurah, Katwaihi, Dschalar, Virgal, Dschabbi, Wartscha, Amb, Tschidru bis an den Indus bei Daod-Khel, Kheyrahad, Mari und Kalabagh. Die Transindusregion zu durchforschen, war wegen der einsetzenden unerträglichen Hitze nicht mehr möglich, indessen bieten die dort von WYNNE aufgenommenen Profile nichts neues gegenüber denen von Tschidru und anderen Orten der westlichen Saltrange, von denen sie nur durch den Einbruch des Industales getrennt sind. Wochenlang habe ich die Profile von Virgal, Tschidru, Amb und Wartscha studiert und sorgfältig nach Zonen ab-

gesammelt, so daß ich mir ein objektiv begründetes Urteil zuschreiben darf.

Den von NOETLING angegebenen Übergang zwischen permischen und triassischen Sedimenten habe ich durchaus bestätigt gefunden bei Katwaihi, Virgal, Amb, Tschidru und Wartscha. Ich kann seine Beispiele solcher kontinuierlicher Profile reichlich vermehren.

Rein stratigraphisch ist die Grenze zwischen Perm und Trias oft sehr schwer abzustecken, wenn auch an manchen Punkten die klingenden Platten der untersten Trias ziemlich scharf gegen die mürben, rostfarbigen und sandigen Schichten des oberen *Productus*-Kalkes kontrastieren. Dies sind Unterschiede, die in jedem geschlossenen Juraprofil auftreten könnten, und nichts an der Tatsache ändern, daß überall strikte Konkordanz, an vielen Stellen ein ganz allmählicher petrographischer Übergang stattfindet. Die petrographische Gleichheit oder Ähnlichkeit ist nun aber kein Punkt, den man aus der Diskussion entfernen kann, denn er beweist zunächst, daß an den physikalischen Bedingungen der Sedi-mentierung sich nichts geändert hatte, eine Erscheinung, die schwer verständlich bleibt, wenn ein versteckter Hiatus von großer zeitlicher Amplitude, eine Trockenlegung des Meeres während der obersten Permzeit einzuschalten wäre.

Es ist in diesem Zusammenhange zu erwähnen, daß die *Bellerophon*-Schichten der Ostalpen nicht nur Arten des *Productus*-Kalkes führen, sondern auch mit den unteren Werfener Schichten durch Wechsellagerung verbunden sind. Der Übergang existiert also hier ebenso wie in der Saltrange.

Der faunistische Hiatus, auf den sich TSCHERNYSCHEW besonders stützt, ist demgegenüber kein sehr gewichtiges Moment. Wenn er sich darauf beruft, daß man erst durch den faunistischen Hiatus versteckte Diskordanzen erkannt habe, so kann ich ihm entgegenhalten, daß der umgekehrte Fall

zweifellos der häufigere ist, daß unsere ganze Zonengliederung, ja unser ganze geologische Chronologie schließlich darauf beruht, daß die Faunen selten exakt aneinanderschließen und in höherem oder geringerem Grade Diskontinuitäten der Entwicklung sich verraten. Die Faunen sind nicht allein abhängig von den Bedingungen, welche die Sedimentierung regeln, den Meeresboden geologisch gestalten, sondern noch von vielen klimatologischen, ozeanologischen und biologischen Einflüssen, die sich in ihrer Gesamtheit nur schwer erkennen lassen. So gleiten und transgredieren Familien, Gattungen und Arten in oft sehr merkwürdiger, scheinbar rätselhafter Weise. Ich darf hier an die Trilobitenzonen der Alaunschiefer, an die Clymenien des Oberdevons, an den Macrocephalenhorizont im braunen Jura, an den faunistischen Abstand zwischen marinem Obersenon und tiefstem Tertiär erinnern.

Es ist anziehend, diesen Gleitbewegungen der Faunen in der Saltrange nachzugehen, die Transgression der Faunen, wie ich es früher bezeichnet habe, zu studieren. Die Conularien-, die Eurydesmen-, die Lavender clay-Fauna lösen sich ab, ohne irgendwelche Berührungspunkte zu bekommen. Im obersten Lavender clay erscheint die Fauna des *Productus*-Kalks, verstärkt und differenziert sich in den anschließenden Zeiträumen und verschwindet aus dem Gesichtskreis, sobald die Triaszeit einsetzt. Das Überspringen der Medicottien und Xenodiscen vom Perm in die Triasmergel beweist die enge zeitliche Verknüpfung, auch Bellerophoniten erhalten sich, wahrscheinlich auch einige Zweischaler, aber die große, geschlossene Masse der Fauna ist entwichen und neue Ansiedler nehmen die leer gewordenen Plätze ein. Die Schwankungen wiederholen sich in kleinerem Maße auch in der Trias, wo die Ammoniten gleichsam nach Stockwerken einquartiert sind, unten die *Prionolobus*, *Koninckites* und *Pseudosageceras*, in der Mitte die *Flemmingites* und *Hedenstroemia*, oben die *Stephanites*,

*Prionites*, *Sibirites* und *Acrochordiceras*. Einige Geschlechter wie *Celtites*, vielleicht auch Arten von *Celtites*, halten aus von den tiefsten Horizonten bis oben zu den *Sibirites*-Schichten, aber bezeichnender ist der Wechsel. Die Unruhe, welche durch die klimatischen Umwälzungen der Permzeit in die Meere getragen ist (man beachte, daß mehrfach im Süden die Vereisungsgebiete erst am Meeresstrande enden), zittert noch lange nach.

Als die nordischen Länder im Beginn der Quartärzeit vereisten, begannen Wanderungen der Meeresbewohner, die sich bis in das Mittelmeer verfolgen lassen. Die Vereisung der Südkontinente schuf in Indien und Australien eine noch längere Berührungslinie von Eis und Meer, und entsprechend groß ist die Einwirkung auf die Faunen.

Die Zonengliederung NOETLING's habe ich im ganzen bestätigt gefunden. Wahrscheinlich läßt sich der untere *Productus*-Kalk noch teilen, während ich im oberen *Productus*-Kalk etwas anders gliedern möchte. Immerhin bleibt das Grundgerüst bestehen.

Die WAAGEN'sche Gliederung enthält Irrtümer, die nicht ohne Einwirkung auf die Ausführungen späterer Autoren geblieben sind.

Kalabagh-Schichten nannte WAAGEN die obere Abteilung des mittleren *Productus*-Kalks; der Name ist nicht glücklich gewählt, weil bei Kalabagh die Zerrüttung und tektonische Komplikation der Schichten die richtige Horizontierung der Fossilien sehr erschwert und die Verhältnisse bei Virgal und Tschidru zweifellos klarer sind. Daß außerdem der größere Teil der von WAAGEN aus den Kalabagh beds von Kafir-Kot angeführten Fossilien dem oberen *Productus*-Kalk entstammt, geht u. a. aus SCHWAGER's Bemerkungen über die den Kalabagh-Fossilien anhaftenden Foraminiferen hervor. Diese sind höchst bezeichnend für die *Bellerophon*-reichen Lagen der allerobersten *Euphemus*-Zone. Die einzige Stelle, welche in

der Umgebung von Dschabi (Jabi) eine reiche Ausbeute an Fossilien geliefert hat, gehört demselben Horizonte, den obersten Lagen des mittleren *Productus*-Kalks an. Die Dschabi beds, die TSCHERNYSCHEW noch etwas über die Artinsk-Stufe setzt, sind dasselbe wie die Kalabagh beds, die er dem Schwagerinen-Horizont parallelisiert. Es ist aber auch die Fauna der Tschidru beds, so wie sie WAAGEN zusammenstellt, keine einheitliche und zum allergrößten Teil wiederum derselben Oberstufe des mittleren *Productus*-Kalks entnommen. Diese ist bei Tschidru in weiten Flächen, die mit Fossilien übersät sind, entblößt, während der obere *Productus*-Kalk stark überrollt und nur an den Schichtenköpfen mit einigem Erfolg abzusammeln ist. Von den Platten des mittleren *Productus*-Kalks stammen überwiegend die NOETLING'schen Aufsammlungen, hier ist das Hauptlager des *Xenodiscus carbonarius*, den WAAGEN von Dschabi und Tschidru anführt, während seine Cephalopoda-beds insofern gar nicht existieren, als im oberen *Productus*-Kalk zwar eine Schicht relativ reich an Nautilen ist, die Ammoniten aber zu den allergrößten Seltenheiten gehören. Die Dschabi-Schichten sind also nur dann äquivalent den Cephalopoda-beds, wenn man diese mit der Zone des *Xenodiscus carbonarius* identifiziert, und dann wiederum sind die Dschabi-Schichten = Tschidru-Schichten = Kalabagh-Schichten. Nach TSCHERNYSCHEW's Parallellisierung könnte man dann setzen: Schwagerinen-Horizont = Artinsk = Unterperm des europäischen Rußlands! Ich will diese Unklarheiten — die aus der Kürze der auf die einzelnen Profile verwandten Zeit und aus der Erkrankung WAAGEN's sich völlig erklären — nicht aufbauschen, aber das sei doch nochmals betont, daß wir nur mit einer neuen paläontologischen Zonengliederung aus diesen Mißverständnissen herauskommen und daß es NOETLING's Verdienst immer bleiben wird, dazu den Grund gelegt zu haben.

Nach meinen Aufsammlungen kann ich eine neue Statistik der Fauna geben und auch paläontologisch mit größerer Sicherheit vorgehen, da mir von den meisten Arten nicht wenige Exemplare oder gar nur schlecht erhaltene Fragmente vorlagen, sondern Dutzende und Hunderte von Stücken, deren beste Auswahl im Tübinger Geologischen Institut niedergelegt ist. Ich stütze mich hier ausschließlich auf meine eigenen, genau kontrollierten Aufsammlungen, ohne Rücksicht auf abweichende Angaben bei WAAGEN<sup>1</sup>.

### Unterer *Productus*-Kalk.

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| * <i>Dielasma itaitubense</i> DERBY       | * <i>Streptorhynchus pelargona-</i>  |
| <i>Hemiptychina sublaevis</i> W.          | <i>tus</i> SCHL.                     |
| — <i>sparsicosta</i> W.                   | * <i>Meekella uralensis</i> TSCHERN. |
| — <i>himalayensis</i> W.                  | * <i>Orthis Pecosii</i> MARC.        |
| <i>Spirifer Marcoui</i> W.                | — <i>indica</i> W.                   |
| — <i>striatus</i> MART. bei W.            | <i>Richthofenia sinensis</i> KAYS.   |
| — <i>Ravanah</i> DIEN.                    | *— <i>ambiensis</i> KO.              |
| *— <i>alatus</i> SCHL.                    | — <i>Lawrenciana</i> DE KON.         |
| *— <i>niger</i> W.                        | * <i>Aulosteges Medicottianus</i> W. |
| *— <i>lissariensis</i> DIEN.              | * <i>Productus spiralis</i> W.       |
| — <i>musakheylensis (fasciger)</i> DAV.   | *— cf. <i>brachythaerus</i> SOW.     |
| <i>Spiriferina cristata</i> SCHL.         | <i>Marginifera ovalis</i> W.         |
| <i>Martiniopsis subpentagonalis</i> W.    | *— <i>transversa</i> W.              |
| <i>Reticularia lineata</i> bei W.         | — <i>typica</i> W.                   |
| <i>Athyris subexpansa</i> W.              | <i>Chonetes ambiensis</i> W.         |
| *— <i>semiconcava</i> W.                  | * <i>Strophalosia costata</i> W.     |
| *— <i>acutomarginalis</i> W.              | — <i>plicosa</i> W.                  |
| — <i>capillata</i> W.                     | *— <i>spinosa</i> W.                 |
| <i>Spirigerella</i> cf. <i>hybrida</i> W. | *— <i>tenuispina</i> W.              |
| <i>Eumetria grandicosta</i> DAV.          | <i>Hexagonella tortuosa</i> W.       |
| <i>Derbyia regularis</i> W.               | — <i>ramosa</i> W.                   |
| — <i>grandis</i> W.                       | <i>Fenestella perelegans</i> W.      |

<sup>1</sup> Die wichtigsten Arbeiten sind gesperrt gedruckt. Ein Stern bedeutet, daß die betreffende Art nach meiner gegenwärtigen Kenntnis auf eine der 3 Stufen des *Productus*-Kalks beschränkt ist. Ich will noch bemerken, daß nach der Durcharbeitung des Restes meiner Sammlung noch einige Nachträge zu erwarten sind, die sich auf die Foraminiferen, Bryozoen, Zweischaler und Gastropoden beziehen.

<i>Polypora ornata</i> W.	Ostracoden
* <i>Pleurophorus complanatus</i> W.	<i>Dybowskiella</i> sp.
* <i>Edmondia</i> n. sp.	<i>Cyathocrinus</i> sp.
* <i>Aclisina ambiensis</i> KO.	* <i>Fusulina kattaensis</i> W.

### Crinoidenkalk des mittleren *Productus*-Kalks.

* <i>Notothyris</i> cf. <i>minuta</i> W.	<i>Acanthocladia anceps</i> SCHL. sp.
— sp.	<i>Protoretepora</i> sp.
* <i>Camarophoria Purdoni</i> W.	<i>Hexagonella tortuosa</i> W.
<i>Spiriferina cristata</i> SCHL.	<i>Synocladia virgulacea</i> W.
* <i>Martinia gigantea</i> W.	<i>Dybowskiella grandis</i> W.
* <i>Reticularia indica</i> W.	<i>Aviculopecten morahensis</i> W.
* <i>Athyris Roissyi</i> LEV.	<i>Nautilus ophioneus</i> W.
— <i>subexpansa</i> W.	* <i>Cyathocrinus goliathus</i> W.
<i>Eumetria grandicosta</i> W.	*— <i>virgalensis</i> W.
* <i>Enteles pentameroides</i> W.	*— <i>indicus</i> W.
<i>Streptorhynchus pectiniformis</i> W.	Echinidenstachel
— sp.	<i>Lonsdaleia indica</i> W.
<i>Richthofenia Lawrenceana</i>	— <i>virgalensis</i> W.
DE KON.	<i>Amplexus cristatus</i> W.
<i>Lyttonia nobilis</i> W.	<i>Amblysiphonella socialis</i> W.
— <i>tenuis</i> W.	— <i>vesiculosa</i> W.
* <i>Productus graciosus</i> W.	*— <i>multilamellosa</i> W.
*— <i>mytiloides</i> W.	<i>Spongia</i> .
Fenestellae	

### Zone des *Xenodiscus carbonarius*.

#### a) Brachiopodenkalk von Virgal.

* <i>Dielasma acutangulum</i> W.	* <i>Notothyris Warthi</i> W. var. (= <i>triplicata</i> DIEN.)
*— <i>plica</i> KUT.	*— <i>djulfensis</i> ABICH
*— <i>problematicum</i> W.	*— <i>multiplicata</i> W.
*— <i>biplex</i> W.	*— <i>sculpta</i> KO.
*— n. sp.	*— <i>applanata</i> KO.
* <i>Dielasmia difformis</i> KO.	*— <i>compressa</i> KO. (cf. <i>Walkerii</i> DIEN.)
*— <i>robusta</i> KO.	*— <i>inflata</i> KO.
*— <i>crebriplicata</i> KO.	*— <i>piriformis</i> KO.
*— <i>plicatula</i> W.	*— <i>convexa</i> KO.
* <i>Hemiptychina inflata</i> W.	*— <i>simplex</i> W. (cf. <i>nucleolus</i> KUT.)
*— <i>normalis</i> KO.	*— <i>bullata</i> KO.
*— n. sp.	*— <i>lenticularis</i> KO.
* <i>Notothyris minuta</i> W.	*— <i>media</i> KO.
*— <i>mediterranea</i> GEMM.	
*— <i>subvesicularis</i> W.	



- \**Camerophoria Purdoni* DAV.  
 \*— *humbletonensis* (W.)  
 \*— *pinguis* W.  
 \**Terebratuloidea depressa* W.  
 \*— *Davidsoni* W.  
 \*— n. sp.  
 \**Rhynchonella morahensis* W.  
 \*— *Hofmanni* KROT.  
 \*— *Wynnei* W.  
 \*— n. sp.  
 \*— n. sp.  
 \**Ucinulus Theobaldi* W.  
 \*— *posterus* W.  
 \*— n. sp.  
*Spirifer musakheylensis* (fasciger) W.  
 \*— *Wynnei* W.  
 \**Spiriferina ornata* W.  
 — *cristata* SCHL.  
 — *multiplicata* SOW.  
 \*— *nasuta* W.  
 \**Martinia Warthi* W.  
 \*— *chidruensis* W.  
 — cf. *glabra* bei W.  
 \**Martiniopsis virgalensis* KO.  
 \**Reticularia elegantula* W.  
 \**Spirigerella numismalis* W.  
 \*— *media* W.

- \**Spirigerella fusiformis* W.  
 \**Athyris Roissy* LEV.  
*capillata* W.  
 \*— *ambiguaeformis* W.  
*Streptorhynchus pectiniformis* W.  
*Enteles Derbyi* W.  
 \*— *Oehlerti* GEMM.  
 \*— *sublaevis* GEMM. (DIEN.)  
 \*— *Kayseri* W.  
 \*— *latesinuatus* W.  
 \*— *pentameroides* W.  
 \*— *sublaevis* W.  
 \*— *Waageni* KO. var. *depressa*  
 \*— *laevissimus* W. (*carniolicus* SCHELLW.)  
 \*— *multiplicatus* KO.  
 \**Productus graciosus* W.  
 \*— *tumidus* W.  
*Marginifera* cf. *ornata* W.  
 \**Cardinocrania indica* W.  
 \**Macrodon geminum* W.  
 \**Pecten subgranosus* W.  
*Schizodus dubiiformis* W.  
 \**Myophoria cardissa* W.  
*Macrochilina avellanoides* W.  
 \**Worthenia conjungens* W.  
 \**Michelinia indica* W.

a') Brachiopodenkalk von Warcha (Mohra).

- \**Dielasma plica* KUT.  
 \*— *biplex* W.  
 \*— *problematicum* W.  
 \**Dielasmina plicata* W.  
 \*— *difformis* W.  
 \**Hemiptychina crebriplicata* W.  
 \*— *difformis* W.  
 \*— *inflata* W.  
 \**Notothyris lenticularis* W.  
 \*— *inflata* KO.  
 \*— *djulfensis* AB.  
 \*— *Warthi* W.  
 \*— *simplex* W.  
 \*— *minuta* W.  
 \*— *multiplicata* W.  
 \*— *subvesicularis* W.

- Rhynchonella* sp.  
 \**Ucinulus Theobaldi* W.  
 \**Camerophoria Purdoni* W.  
*Spiriferina ornata* W.  
 \*— *nasuta* W.  
 \**Martinia chidruensis* W.  
 \**Reticularia indica* W.  
*Spirigerella hybrida* W.  
 \**Athyris Roissy* LEV.  
 — *capillata* W.  
*Spirifer musakheylensis* W.  
 \*— *Wynnei* W.  
 — *striatus* MART. (WAAG.)  
 \**Enteles elegans* GEMM.  
 \*— *laevissimus* W. (*carniolicus* SCHELLW.)

- |   |  |
|---|--|
| * <i>Enteles Oehlerti</i> GEMM.         | <i>Oxytoma atavum</i> W.                 |
| *— <i>sublaevis</i> GEMM.               | <i>Pseudomonotis deplanata</i> W.        |
| *— <i>pentameroides</i> W.              | <i>Naticopsis</i> sp.                    |
| * <i>Rhipidomella uralica</i> TSCHERN.  | <i>Platystoma indicum</i> W.             |
| <i>Lyttonia nobilis</i> W.              | <i>Macrodilina avellanoides</i> W.       |
| — <i>tenuis</i> W.                      | <i>Pleurotomaria durga</i> W.            |
| <i>Richthofenia Lawrenceana</i> DE KON. | <i>Orthoceras cyclophorum</i> W.         |
| <i>Productus graciosus</i> W.           | * <i>Xenodiscus carbonarius</i> W.       |
| — <i>tumidus</i> W.                     | Fischreste                               |
| — <i>compressus</i> W.                  | * <i>Cyathocrinus goliathus</i> W.       |
| Bryozoen div. sp.                       | * <i>Amblysiphonella radiciformis</i> W. |
| * <i>Macrodon geminum</i> W.            | * <i>Steinmannia salinaria</i> W.        |

### Zone des *Xenodiscus carbonarius*.

#### b) Oldhaminenführende Fazies mit Verkieselungen bei Dschabi.

- |   |   |
|---|---|
| * <i>Dielasma biplex</i> W.   | <i>Productus Vishnu</i> W.                              |
| <i>Hemiptychina himalayensis</i><br>DAV.                            | — <i>lineatus</i> W.                                    |
| * <i>Camerophoria superstes</i> W.                                  | — <i>Abichi</i> W.                                      |
| * <i>Ucinulus Theobaldi</i> W.                                      | *— <i>cylindricus</i> W.                                |
| *— <i>jabiensis</i> W.  | *— <i>tumidus</i> W.                                    |
| <i>Spirifer musakheylensis (fasciger)</i><br>DAV.                   | *— <i>asperulus</i> W.                                  |
| *— <i>Oldhamianus</i> W.  | — <i>opuntia</i> W.                                     |
| — <i>Ravanah</i> DIEN.  | *— <i>graciosus</i> W.                                  |
| * <i>Spiriferina ornata</i> W.                                      | — aff. <i>Purdoni</i> W. (= <i>punctatus</i><br>MART.?) |
| — <i>cristata</i> SCHL.   | <i>Marginifera typica</i> W.                            |
| *— <i>Vercheri</i> W.   | * <i>Strophalosia excavata</i> W.                       |
| <i>Eumetria grandicosta</i> W.                                      | — <i>indica</i> W.                                      |
| — — var. <i>plicata</i> KO.   | *— <i>rarispina</i> W.                                  |
| *— <i>indica</i> W.   | <i>Chonetes grandicosta</i> W.                          |
| <i>Athyris capillata</i> W.   | <i>Chonetella nasuta</i> W.                             |
| — <i>subexpansa</i> W.  | * <i>Cardinocrania indica</i> W.                        |
| <i>Streptorhynchus pectini-</i><br><i>formis</i> DAV.               | <i>Hexagonella tortuosa</i> W.                          |
| * <i>Orthotethes semiplanus</i> W.                                  | — <i>ramosa</i> W.                                      |
| <i>Derbyia grandis</i> W. (inkl. <i>alte-</i><br><i>striata</i> W.) | <i>Fistulipora parasitica</i> W.                        |
| * <i>Enteles</i> cf. <i>carnicus</i> SCHELLW.                       | <i>Dybowskiella grandis</i> W.                          |
| <i>Oldhamina decipiens</i><br>DE KON. sp.                           | <i>Oxytoma atavum</i> W.                                |
| <i>Productus indicus</i> W.   | — n. sp.  |
| — <i>aratus</i> W.  | * <i>Pecten subgranosus</i> W.                          |
|   | *— <i>morahensis</i> W.                                 |
|   | <i>Euomphalus parvus</i> W.                             |
|   | <i>Amplexus cristatus</i> W.                            |
|   | <i>Michelinia indica</i> W.                             |

## b') Oldhaminenfazies von Tschidru.

- |   |                                    |
|---|------------------------------------|
| * <i>Dielasma acutangulum</i> W.                                  | <i>Lyttonia tenuis</i> W.          |
| * <i>Notothyris djulfensis</i> AB.                                | <i>Productus lineatus</i> W.       |
| *— <i>lenticularis</i> W.   | *— <i>cora</i> W.                  |
| *— <i>simplex</i> W.  | — <i>Abichi</i> W.                 |
| *— <i>subvesicularis</i> W.                                       | — <i>serialis</i> W.               |
| * <i>Camerophoria superstes</i> W.                                | — <i>indicus</i> W.                |
| *— n. sp.   | — <i>subcostatus</i> W.            |
| * <i>Rhynchonella Wynnei</i> W.                                   | — <i>Vishnu</i> W.                 |
| * <i>Uncinulus Theobaldi</i> W.                                   | — <i>aratus</i> W.                 |
| *— <i>jabiensis</i> W.  | *— <i>compressus</i> W.            |
| * <i>Terebratuloidea</i> n. sp.                                   | *— cf. <i>tumidus</i> W.           |
| <i>Spirifer musakheylensis</i> DAV.                               | *— <i>gratiosus</i> W.             |
| <i>Spiriferina cristata</i> SCHL.                                 | *— <i>asperulus</i> W.             |
| *— <i>multiplicata</i> bei W.                                     | <i>Marginifera typica</i> W.       |
| — cf. <i>ornata</i> W.  | <i>Chonetes grandicosta</i> W.     |
| <i>Eumetria grandicosta</i> W.                                    | <i>Chonetella nasuta</i> W.        |
| *— <i>indica</i> W.   | <i>Strophalosia indica</i> W.      |
| * <i>Athyris Roissyi</i> LEV.                                     | — cf. <i>plicosa</i> W.            |
| — <i>capillata</i> W.   | <i>Araeopora ramosa</i> W.         |
| *— <i>protea</i> var. <i>alata</i> AB. (DIEN.)                    | <i>Polypora gigantea</i> W.        |
| * <i>Spirigerella minuta</i> W.                                   | — <i>ornata</i> W.                 |
| *— <i>fusiformis</i> W.   | * <i>Pecten protextorius</i> W.    |
| — aff. <i>Derbyi</i> W.   | *— <i>Wynnei</i> W.                |
| * <i>Orthotethes semiplanus</i> W.                                | * <i>Pleurotomaria dura</i> W.     |
| <i>Derbyia grandis</i> W. (inkl. <i>al-</i><br><i>striata</i> W.) | — <i>regina</i> KO.                |
| — <i>hemisphaerica</i> W.   | * <i>Murchisonia conjungens</i> W. |
| <i>Streptorhynchus pectini-</i><br><i>formis</i> DAV.             | <i>Bellerophon triangularis</i> W. |
| <i>Ridthofenia Lawrenciana</i> DEKON.                             | <i>Nautilus</i> n. sp.             |
| — <i>sinensis</i> W.  | * <i>Xenodiscus carbonarius</i> W. |
| <i>Oldhamina decipiens</i>  | * <i>Xenaspis plicata</i> W.       |
| <i>Lyttonia nobilis</i> W.  | * <i>Helicoprion</i> sp.           |
|   | <i>Amplexus cristatus</i> W.       |
|   | <i>Michelinia indica</i> W.        |

## b'') Oldhaminenfazies von Wartscha (Mohra).

- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| * <i>Spirifer striatus</i> MART. (W.) | <i>Athyris capillata</i> W.           |
| — <i>musakheylensis</i> DAV.          | <i>Lyttonia nobilis</i> W.            |
| <i>Spiriferina cristata</i> SCHL.     | <i>Ridthofenia Lawrenciana</i> DEKON. |
| *— <i>ornata</i> SCHL.                | <i>Oldhamina decipiens</i> W.         |
| *— <i>nasuta</i> W.                   | <i>Productus lineatus</i> W.          |
| <i>Martinia</i> cf. <i>glabra</i> W.  | *— <i>cora</i> (W.)                   |
| <i>Eumetria grandicosta</i> W.        | — <i>indicus</i> W.                   |
| *— <i>indica</i> W.                   | — <i>Abichi</i> W.                    |

- |                                  |                                      |
|----------------------------------|--------------------------------------|
| * <i>Productus compressus</i> W. | * <i>Cyathocrinus goliathus</i> W.   |
| * <i>Aulosteges Dalhousi</i> W.  | *— <i>virgalensis</i> W.             |
| <i>Chonetes grandicosta</i> W.   | <i>Michelinia indica</i> W.          |
| <i>Oxytoma atavum</i> W.         | <i>Lonsdaleia virgalensis</i> W.     |
| Bryozoen var. sp.                | * <i>Amblysiphonella socialis</i> W. |
| <i>Dybowskiella grandis</i> W.   | *— <i>vesiculosa</i> W.              |
| <i>Araeopora ramosa</i> W.       | *— <i>radiciformis</i> W.            |
| <i>Hexagonella ramosa</i> W.     |                                      |

### Oberer *Productus*-Kalk von Virgal.

- |  |   |
|--|---|
| <i>Dielasma</i> sp.                                | * <i>Chonetes morahensis</i> W.                         |
| <i>Hemiptychina</i> sp.                            | <i>Strophalosia indica</i> W.                           |
| <i>Spirifer musakheylensis</i> DAV.                | <i>Hexagonella laevigata</i> W.                         |
| <i>Spiriferina cristata</i> W. (SCHL.)             | Fenestellae   |
| * <i>Martinia indica</i> W.                        | <i>Acanthocladia anceps</i> SCHL.                       |
| <i>Eumetria subcostata</i> W.                      | <i>Araeopora ramosa</i> W.                              |
| * <i>Spirigerella grandis</i> W.                   | <i>Dybowskiella grandis</i> W.                          |
| — <i>Derbyi</i> W.                                 | <i>Gervillia ceratophaga</i> SCHL.                      |
| <i>Athyris capillata</i> W.                        | <i>Pseudomonotis gigantea</i> W.                        |
| <i>Streptorhynchus pectiniformis</i> DAV.          | *— <i>garforthensis</i> bei W.                          |
| <i>Derbyia grandis</i> (n. <i>altestriata</i> ) W. | *— <i>kazanensis</i> bei W.                             |
| — <i>hemisphaerica</i> W.                          | <i>Oxytoma atavum</i> W. ( <i>latecostatum</i> NETSCH.) |
| <i>Enteles Derbyi</i> W.                           | * <i>Lima Footei</i> W.                                 |
| <i>Orthis</i> sp.                                  | <i>Pecten Flemingianus</i> W.                           |
| <i>Lyttonia nobilis</i> W. (Amb)                   | *— <i>praecox</i> W.                                    |
| — <i>tenuis</i> W. (Amb)                           | * <i>Nuculana subacuta</i> W.                           |
| <i>Richtofenia Lawrenceana</i> DEKON.              | <i>Pleurophorus imbricatus</i> W.                       |
| <i>Aulosteges Dalhousi</i> W.                      | *— <i>acuteplicatus</i> W.                              |
| <i>Productus indicus</i> W.                        | * <i>Astarte permocarbonica</i> TSCHERN.                |
| — <i>lineatus</i> W.                               | *— <i>ambiensis</i> W.                                  |
| *— <i>Purdoni</i> W.                               | * <i>Gouldia primaeva</i> W.                            |
| — <i>opuntia</i> W. (?)                            | <i>Schizodus dubiiformis</i> W.                         |
| <i>Marginifera typica</i> W.                       | — <i>pinguis</i> W.                                     |
| — <i>ornata</i> W.                                 | * <i>Myophoria subelegans</i> W.                        |
| <i>Chonetella nasuta</i> W.                        | * <i>Lucina progenetrix</i> W.                          |
| <i>Chonetes grandicosta</i> W.                     | *— <i>bombifrons</i> W.                                 |
| *— <i>deplanata</i> W.                             | * <i>Sphaeriola primaeva</i> W.                         |
| *— <i>bipartita</i> W.                             | <i>Dolastra corbina</i> W.                              |
| — n. sp.   | * <i>Allorisma perelegans</i> W.                        |
| *— <i>aequicosta</i> W.                            | *— <i>pleuromyoides</i>                                 |
| *— <i>semiovalis</i> W.                            | * <i>Worthenia Waageni</i> KO.                          |
| *— <i>dichotoma</i> W.                             | <i>Pleurotomaria durga</i> W.                           |
| *— <i>squamulifera</i> W.                          | <i>Euomphalus parvus</i> W.                             |
| *— <i>compressa</i> W.                             | * <i>Naticopsis Arthaberi</i> ENDERLE                   |
| *— <i>strophomenoides</i> W.                       |   |

- |                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| <i>Macrohilina avellanoides</i> W. | * <i>Nautilus sphaericus</i> KO.      |
| * <i>Galerus dyadicus</i> KO.      | * — <i>Wynnei</i> W.                  |
| <i>Holopella trimorpha</i> W.      | * — <i>Flemingianus</i> DE KON.       |
| * <i>Bellerophon Jonesi</i> W.     | * — <i>Frechi</i> KO.                 |
| * — <i>impressus</i> W.            | * <i>Popanoceras antiquum</i> W.      |
| * — <i>triangularis</i> W.         | * <i>Cyclolobus Oldhamianus</i> W.    |
| * — <i>Blanfordianus</i> W.        | * <i>Medlicottia primas</i> W.        |
| * <i>Euphemus indicus</i> W.       | <i>Xystracanthus giganteus</i> W.     |
| * — <i>apertus</i> W.              | <i>Psephodus indicus</i> W.           |
| * <i>Bucania kattaënsis</i> W.     | <i>Poecilodus problematicus</i> W.    |
| * — <i>ornatissima</i> W.          | <i>Lonsdaleia</i> n. sp.              |
| * <i>Entalis herculea</i> DE KON.  | * <i>Margaritina Steinmanni</i> ZITT. |
| <i>Orthoceras cyclophorum</i> W.   | <i>Trochammia</i> sp. sp.             |
| — <i>obliqueannulatum</i> W.       | <i>Endothyra</i> sp. sp.              |
| * <i>Nautilus goliathus</i> W.     | <i>Lingulina</i> sp.                  |
| — <i>ophioneus</i> W.              |                                       |

Eine paläontologische Gliederung des unteren *Productus*-Kalks ist von NOETLING nur angedeutet; sie kann sich auch bisher nur auf wenige gute Profile stützen, die alle voneinander etwas abweichen und es ist abzuwarten, ob bei weiterer Vertiefung der Untersuchungen die zunächst lokal beobachteten Zonen Stich halten. Dabei ist zu beachten, daß östlich der Nilawan der *Productus*-Kalk in der Fazies des Speckled sandstone bzw. der Olive series aufgeht und erst nach Westen hin sich klar entwickelt. Dort läßt sich bei Amb eine untere Region mit zahlreichen Marginiferen und ohne große *Productus* und Spiriferen wohl unterscheiden von einer höheren, in der *Productus spiralis*, *Spirifer Marcoui* und die geflügelten Spiriferen neben *Aulosteges Medlicottianus* überwiegen. Auch die große *Derbyia* stellt sich erst oben ein. Die Fusulinenzone kann man als Abschluß dem unteren *Productus*-Kalk noch anhängen, da sie vom Crinoidenkalk des mittleren *Productus*-Kalks petrographisch scharf absticht.

Die Abgliederung des mittleren *Productus*-Kalks ist deutlich und scharf. Der steile Abstürze bildende plumpe Kalk, der lokal reich an *Lonsdaleia*, an anderen Stellen ein echter Crinoidenkalk ist, wird durch *Lyttonia nobilis* charakterisiert,

obwohl diese auch in den oberen Lagen noch häufig ist und bei Amb von mir auch noch im oberen *Productus*-Kalk gesammelt wurde.

Die obere, dünner geschichtete oder plattige Abteilung ist NOETLING's Zone des *Xenodiscus carbonarius*; man kann aber zwei Fazies unterscheiden, die lokal auch übereinander sich entwickeln. Dann liegt die rein kalkige mit zahllosen Dielasma, Terebratuloideen, Rhynchonellen, Spiriferen, *Enteles* und kleineren *Productus*-Arten, wie *Pr. graciosus*, *tumidus* und *compressus* unten, die sandigere, durch Verkieselung der Fossilien ausgezeichnete mit vielen Oldhaminen, Hemiptychinen, Eumetriem, Spiriferinen und großen *Productus*-Arten stets oben. Die genaue Abgrenzung der letzteren gegen den oberen *Productus*-Kalk ist schwer.

Im oberen *Productus*-Kalk ist von den NOETLING'schen Zonen am besten die Zone des *Euphemus indicus* zu erkennen. In bezug auf die Zone des *Productus lineatus* ist natürlich zu beachten, daß nicht das Vorkommen an sich, sondern das Überwiegen gegenüber anderen Arten maßgebend ist, aber dieses Hervortreten setzt schon in der *Xenodiscus*-Zone ein. Mit den Cephalopodenzonen ist es eine eigene Sache. Eine in vielen Profilen erkennbare harte, kalksandige Schicht fällt auf durch die vielen, meist recht großen Nautilen; die Ammoniten, die zu den größten Seltenheiten gehören, wurden, mit Ausnahme von *Xenodiscus*, alle über diesem Horizont gesammelt, und zwar *Cyclolobus Oldhami* und *Medlicottia primas* (1 Stück von Mohra) in den an *Endothyra* etc. reichen Schichten mit *Entalis* und *Euphemus*, *Popanoceras* (4 Stücke von Virgal) etwas tiefer. Als Zonenfossilien möchte ich die Ammoniten vorläufig nicht benutzen.

So ergibt sich vielleicht naturgemäß zunächst eine Dreiteilung, die allerdings nicht mit der von WAAGEN eingeführten identifiziert werden darf.

Obere Zone mit *Euphemus indicus* und *Entalis herculea* und zahlreichen Fischresten. Foraminiferen. *Medlicottia*, *Cyclolobus*.

Mittlere Zone. Lager der großen Nautilen. *Strophalosia indica*, *Chonetes*, *Margaritina*.

Untere Zone. Lager des *Productus lineatus*. *Spirigerella grandis*.

Im Osten der Saltrange gibt es keinen *Productus*-Kalk, sondern nur eine Sandstein- und Konglomeratfolge, welche sich über dem Geschiebelager aufbaut und aus ihm hervorgeht (die früher als Kreide gedeutete Olive series). Weiter nach Westen wird die Olive series allmählich absorbiert von den gesprenkelten, rötlichen Sandsteinen (Speckled sandstone) und Lavender clay-Einschaltungen. In deren hangendem Teile erscheinen erstmals in der Gegend der Nilawan Versteinerungen und allmählich vervollständigt sich das Profil des *Productus*-Kalks, so daß bei Virgal und Amb alle 3 Stufen unterschieden werden können. Was wir aber bei Amb unteren *Productus*-Kalk nennen, entspricht nicht den ersten fossilführenden Bänken in der Nilawan, sondern viel tieferen Lagen des Lavender clay und des Speckled sandstone, oder mit anderen Worten, die Fauna des *Productus*-Kalk-Meeres transgrediert langsam gegen Osten, und die fossilführenden Bänke in der Nilawan sind nicht dem untersten *Productus*-Kalk im Westen homotax, sondern höheren Lagen. So gehören auch die Fusulinenlager von der Nilawan, von Pail und Katta, die ich alle für denselben Horizont halte, nicht in den eigentlichen unteren *Productus*-Kalk, sondern an die Basis des mittleren; bis in die Transindus-Berge halten sie diesen Horizont inne.

Das WAAGEN'sche Diagramm, in welchem er die Stratigraphie der Saltrange übersichtlich zusammenfaßt, muß zu der Annahme führen, daß die permischen Formationen, die im Westen regelmäßig übereinander lagern, im Osten durch

Abrasion bis auf das Boulder bed abgetragen sind. Der Nummulitenkalk liegt danach, von Westen nach Osten, über mittlerem *Productus*-Kalk, unterem *Productus*-Kalk, Speckled sandstone und Boulder group. Dies entspricht aber nicht ganz der Beobachtung, sondern es gehen diese Gruppen z. T. seitlich auseinander hervor. Einige andere Angaben sind hier nicht zu erörtern, doch mag darauf hingedeutet werden, daß die Existenz einer unteren Purple sandstone group und einer Grey gypsum group noch unter der Rock-Salt and Red gypsum group auf tektonische Überschiebungen zurückzuführen ist, die besonders im Indus-Gebiet den Gebirgsbau komplizieren.

Zahlreiche Arten sind mehreren Abteilungen des *Productus*-Kalks gemeinsam, einige gehen durch von unten bis oben. Dennoch hält es nicht schwer, an der Hand der gegebenen Statistik Unterschiede hervorzuheben, durch welche die Faunen sich voneinander sondern.

Im unteren *Productus*-Kalk wird der Charakter der Fauna bestimmt durch Hemiptychinen, Spiriferen aus der *Fasciger*- und *Alatus*-Gruppe, *Reticularia lineata*, *Athyris*, Derbyien, *Streptorhynchus pelargonatus*, *Orthis*, *Aulosteges*, *Productus spiralis*, Marginiferen, *Chonetes* und Strophalosien. Etwa 16 Arten sind auf die Stufe beschränkt<sup>1</sup>. Es fehlen noch vollkommen die Lyttonien, Oldhaminen, die Rhynchonelliden, Centronelliden (*Notothyris*), die meisten Productiden, die Cephalopoden, die meisten Gastropoden und Zweischaler, ferner die Korallen. Die Fusulinenschichten können wir auch hierher rechnen, aber als selbständige Grenzschicht.

<sup>1</sup> Dagegen gehen folgende wichtige Arten in die oberen Stufen über: *Hemiptychina himalayensis*, *sublaevis*, *Spirifer striatus* (W.), *musakheyensis* DAV., *Spiriferina cristata*, *Reticularia lineata*, *Martiniopsis subpentagonalis*, *Athyris capillata*, *Eumetria grandicosta*, *Orthis indica*, *Derbyia grandis*, *regularis*, *Streptorhynchus pelargonatus*, *Marginifera typica*, *ovalis*, *Strophalosia spinosa*, *Richthofenia sinensis*, *Lawrenciana*, *Hexagonella tortuosa*, *ramosa*.



In den massigen Kalken des mittleren *Productus*-Kalks reißt zunächst der Zusammenhang etwas ab, da die Fazies eine ganz andere ist. Meist sind nur Spuren von Korallen und Crinoiden zu sehen. In weicheren Zwischenbänken, wie bei Virgal, sind dann wichtig:

*Martinia gigantea*, *Reticularia indica*, Richthofenien, *Lyttonia nobilis*, Cyathocriniden, Lonsdaleien und Amblysiphonellen. Verschwunden sind viele der älteren Formen, von neuen sind besonders wichtig *Lyttonia* und die Korallen.

Die oberen Lagen des mittleren *Productus*-Kalks schließen sich, als weniger ausgesprochene Riffbildung, wieder enger an den unteren *Productus*-Kalk an.

In der reinen Brachiopodenfazies (*Enteles*-Lager) ist das plötzliche Anschwellen der Gattungen *Dielasma*, *Dielasmina*, *Hemiptychina*, *Notothyris*, *Camerophoria*, *Terebratuloidea* und *Enteles* ganz besonders charakteristisch. In der Oldhaminenschicht treten diese alle wieder zurück, während die Spiriferinen, Eumetrien, *Athyris*, *Streptorhynchus* und zahlreiche große *Productus* sich mehr ausbreiten. *Michelinia* tritt lokal massenhaft auf, *Xenodiscus* ist häufiger als im *Enteles*-Lager.

Der obere *Productus*-Kalk im ganzen weicht von den tieferen Stufen ab durch das Hervortreten der Spirigerellen und der *Chonetes* unter den Brachiopoden, der Aviculiden (*Pseudomonotis gigantea*!), *Schizodus*, Gastropoden (Bellerophoniten, *Entalis*), Nautilen, Ammoneen und der cochlodonten Fische. Die extrem spezialisierten Brachiopoden (*Lyttonia*, *Oldhamia*, *Richthofenia*) werden seltener und sterben aus, ebenso die Terebratuliden und Rhynchonelliden. Ganz oben verbreitet sich eine Foraminiferenfauna, die sehr an die des alpinen *Bellerophon*-Kalks erinnert.

Über die enge Beziehung des *Productus*-Kalks zu den tieferen Schichten einschließlich des diskordant dem Cambrium

aufgelagerten Boulder beds herrscht Übereinstimmung. WAAGEN hat den unteren *Productus*-Kalk noch in die Gruppe des Speckled sandstone gestellt; daß Speckled sandstone und Lavender clay im Westen und die Olive series im Osten äquivalent, nur faziell geschiedene Bildungen sind, ist von WARTH und NOETLING ausgesprochen und von mir bestätigt gefunden. Die Olive series steht aber in so innigem Verband mit der Geschiebformation, daß die Abgrenzung gar nicht leicht ist. Bei Wartscha schieben sich auch dem Lavender clay Lagen von Gerölln ein, die an die Konglomerate der Olive series östlich von Kjurah etc. erinnern.

Bei Makratsch habe ich die ersten Spuren von Versteinerungen in typischem Speckled sandstone gesehen. In der Nilawan ist auf der einen Seite der Speckled sandstone noch fossilleer, auf der anderen, unterhalb Bhal besonders, aber so reich an Productiden und Fusuliniden, daß man hier zuerst von *Productus*-Kalk reden kann.

So steht die ganze Serie in organischem Zusammenhang, und wenn man die obersten Schichten, welche in die Trias übergehen, oberstes Perm nennen muß, so fällt es schwer, die Ansicht zu akzeptieren, daß das Geschiebelager in das mittlere oder gar in das untere Carbon gehöre. Eine derartige Streckung der Serie ist gewaltsam, wie aus den engen Beziehungen des unteren *Productus*-Kalks zum mittleren und oberen hervorgeht.

Es sei ferner daran erinnert, daß ich im Lavender clay unterhalb des unteren *Productus*-Kalks bei Mohra (Wartscha) eine dolomitische Lage mit *Pleurophorus*, *Holopella* etc. nachwies, die zwar vorläufig nicht genügend gekennzeichnet werden kann, aber mehr den Eindruck einer Zechsteinfauna als einer carbonischen macht.

Die tiefsten Lagen der Olive series, die Geröllbänke und Sandsteine der Umgegend von Dandot, Khussak, dem Berge

Tschel etc., enthalten Eurydesmen, Conularien<sup>1</sup> und andere Formen, über deren Identität bezw. nahe Verwandtschaft mit australischen Arten schon WAAGEN sich bestimmt ausgesprochen hat. Die Verquickung der australischen Faunen wiederum mit *Glossopteris* und *Gangamopteris*-führenden Sedimenten eröffnet die Möglichkeit, eine andere Serie von Beweisgründen, die sich auf die Gondwana-Schichten stützen, hier anzureihen.

In Kaschmir schalten sich die unteren Gondwanas unter das marine Perm, wie NOETLING von Khonmu nachwies. Das ist genau der Platz, wo wir sie vermuten müssen, wenn wir das Boulder bed der Saltrange den tiefsten Lagen der Gondwana-Serie gleichsetzen. Auch in der Saltrange sind gelegentlich Pflanzenreste in der oberen Olive series beobachtet — leider von allzu schlechter Erhaltung, um Bestimmungen zu erlauben.

Die Fauna des *Productus*-Kalks wird in einer anderen Schrift paläontologisch besprochen werden. Mit Rücksicht auf meinen Versuch, eine Kartenskizze der damaligen Meere und Festländer zu entwerfen, sei nur auf einige zoogeographisch wichtige Momente hingewiesen, welche den Gedanken über frühere Meeresverbindungen, Strömungen und Küstenlinie eine bestimmte Führung geben.

Als russische Elemente dürfen wir z. B. die *Enteles* und Ammonoidea bezeichnen. Sie treten dort früher auf und die Richtung ihrer Wanderungen geht gegen Süden. Denselben Zug verraten die Spiriferen aus der *Fasciger*-Gruppe, die Spiriferinen und viele Productiden.

Nach der Mittelmeerregion verweisen einige mit Sizilien übereinstimmende Arten von *Enteles*, *Notothyris* u. ä., wobei

<sup>1</sup> Nach briefl. Mitteilungen von Herrn WARTH ist, wie schon erwähnt, nicht daran zu zweifeln, daß Conularienknollen auch im Boulder bed selbst, wenigstens in der Nilawan, vorkommen. Das wiederholte Auftreten stände in Parallele zu den Verhältnissen in Australien.

aber unentschieden bleiben muß, ob die Wanderung von Westen nach Osten oder umgekehrt verlief. Für letzteres spricht die Verbreitung der Lyttonien und Richthofenien, deren Entstehungsgebiet mit größter Wahrscheinlichkeit im fernen Ostasien lag und deren Ausbreitung wir von Japan über Indien nach Sizilien und in das ostalpine Gebiet verfolgen können. Ihr Auftauchen im Transpecos-Gebiet von Nordamerika kann besser mit einer Wanderung an den Rändern des Pazifischen Ozeans in Zusammenhang gebracht werden, für die aber die Etappen bisher fehlen, so daß eine Einwanderung aus dem Mittelmeer immer noch möglich bleibt.

Die Beziehungen zu den südamerikanischen Gewässern erklären sich wohl am einfachsten durch die vermittelnde Stellung der texanischen Meeresprovinz. Es sind auch nur wenige Formen, die in Betracht kommen.

Während in der ersten Zeit der indischen Permperiode die nordindischen Gewässer aus dem Australischen Meer eine sehr charakteristische Fauna empfangen (die Eurydesmen- und Conularien-Fauna), scheinen sie später auch ausgeteilt zu haben. *Helicoprion* könnte zwar aus der japanischen Provinz nach Australien gewandert sein, aber einige Brachiopoden, welche der Saltrange und Australien gemeinsam sind, mögen von Westen nach Osten gezogen sein.

Eigentlich autochthone oder autohaline Formen sind in Indien nicht vorhanden, da der Unterbau des Carbons dem Perm vollkommen fehlt. Es muß schließlich jede Art aus ferneren Meeren eingewandert sein oder von eingewanderten ihre Ableitung finden. Am wichtigsten sind für die paläogeographischen Erwägungen die extrem spezialisierten Formen, weil deren Lebensdauer nach aller Erfahrung nicht allzu groß zu sein pflegt, so daß man außer den räumlichen Beziehungen auch die zeitlichen erhält, auf einen zeitlichen Hintergrund projizieren kann. Dahin gehören *Richthofenia*,

*Lyttonia*, *Oldhamina*, dann *Helicoprion*. Die Scachinellen SCHELLWIEN's sind von *Aulosteges* nicht wesentlich verschieden.

Über die Fusulinen können wir uns nicht aussprechen, bis SCHELLWIEN's posthumes Werk erschienen ist. Er hat durch mich Fusulinen der Saltrange erhalten, aber keine Bestimmungen mehr an mich gesandt. Auffallend bleibt das Fehlen der Schwagerinen und Doliolinen, deren Wanderstraßen wohl nördlicher verliefen.

### Über Talscher- und Gondwana-Schichten.

Selten ist eine Schichtengruppe mehr besprochen als die Gondwanas Indiens. Die Frage aber, wo der Schnitt zu führen ist, welcher den paläozoischen Teil der Gondwanas vom mesozoischen scheidet, und welches Alter den tiefsten Schichten zukommt, ist noch immer nicht endgültig beantwortet, und der Leser der verschiedenen Monographien und Zusammenfassungen hat unter mehreren mit gleicher Entschiedenheit vorgetragenen Schulmeinungen zu wählen. Wo nun derartig gewaltige Vorgänge in Frage stehen, wie die Ausbreitung von Eisfeldern über Gegenden, die heute zu den heißesten der Erde gehören, wo Erklärungen des anscheinend paradoxen Zustandes aus allen Winkeln der Astronomie und physikalischen Erdkunde herausgekrant werden, kann es durchaus nicht gleichgültig sein, in welche Stufen des geologischen Systems die Gondwana-Schichten einzustellen sind. Man sollte vielmehr meinen, daß eine befriedigende Erörterung überhaupt erst beginnt, wenn man mit innerer Überzeugung zusammenstellen kann, was als gleichzeitig — wenn auch nur innerhalb des breiteren Spielraums geologischer Zeitrechnung — bezeichnet werden darf. Insofern sind die Differenzen, welche in der folgenden Übersicht zum Ausdruck kommen, durchaus nicht belanglos, sie lehren vielmehr, daß bisher noch von schwankendem Boden aus diskutiert wird.

	R. B. OLDHAM	ARBER	WAAGEN	SEWARD	TSCHERNYSCHEW	FRECH	KOKEN
Radschmahal	Lias		Jura und ? Rhät			Lias—Rhät <sup>1</sup>	Keuper—Rhät
Mahadeva	Rhät						
Panschet	Trias	Trias—Rhät	Trias (? unterste)		Zechstein (Dwina)		Trias
Ranigansch	Perm			Perm		Trias	Unt. Trias
Barakar	Permocarbon	Permocarbon	Perm		Artinsk		Oberes Perm
Karharbari			Obercarbon	Obercarbon z. T. Untercarbon	Obercarbon		
Talscher	Obercarbon					Dyas	Mittl. Rotliegendes

<sup>1</sup> Kota-Maleri als Jura—Lias.

Ich maße mir nicht an, die Sache zur Entscheidung zu bringen, aber ich denke, daß die Zeit zu einer erneuten kritischen Überprüfung nach der erfolgreichen Durchforschung der paläozoischen Glazialablagerungen reif ist.

Von der Bildung der Vindhjans an und über die Einbrüche des Jura- und Kreidemeeres in die Ränder der Halbinsel hinaus ist Indien Festland gewesen. In der langen Zeit, welche zwischen Carbon und Kreide liegt, haben sich limnische, fluviatile und kontinentale Ablagerungen gebildet, und in alle diese Gesteine mußten Abfälle der Pflanzendecke geraten. Bis zu den cretaceischen Umia-Schichten hin ist der Name der Gondwanas auf sie angewendet, der infolgedessen zunächst nur die Bedeutung einer lithologischen und faziellen Zusammengehörigkeit haben kann und sich auch durchaus nicht deckt mit der öfter gehörten Bezeichnung *Glossopteris*-Schichten.

Die sogen. *Glossopteris*-Flora charakterisiert nur einen Teil der Schichten. Weiter nach oben wandelt sie sich in eine jüngere Triasflora, wie sie ähnlich in unseren Breiten bekannt ist und schließlich, indem die wenigen auf die Trias beschränkten Gattungen sich auch ändern oder verlieren, in eine jurassische.

Während wir mit den ältesten Schichten das Phänomen der permischen Eiszeit verbunden sehen, liefern die höchsten Gondwana-Schichten der Ostküste Kelloway- und noch jüngere Ammoniten.

Die Diskordanzen, welche das Schichtengebäude durchziehen, wechseln und geben keinen zuverlässigen Anhalt für die Führung der großen, notwendigen Schnitte<sup>1</sup>. Der

<sup>1</sup> TH. OLDHAM hebt mehrfach hervor, daß im Talscher Coal Field die Damuda-Gruppe diskordant den eigentlichen Talschers aufgelagert ist. Noch schärfer setzt die obere Abteilung, die Mahadeva-Gruppe, gegen die mittlere ab, und lange Zeiten der Denudation sind zwischen diese drei,

Mangel an Fossilien in ausgedehnten Gebieten verhindert eine exakte paläontologische Vergleichung, und so ist die Unsicherheit über die Gondwanas vollauf begreiflich. Sie nimmt zu in den höheren Lagen, während über die Teilung der unteren Gondwanas im ganzen Übereinstimmung herrscht.

Für die lokale Ausbildung kann noch immer die Tabelle gelten, welche OLDHAM im Manual p. 156 gegeben hat.

Die Zweiteilung ist allgemein anerkannt. Ich möchte an ihr nur ändern, daß ich die Kota-Maléri-Gruppe auflöse und sowohl die Maleri- wie die Denwa-Schichten weiter nach unten versetze.

Innerhalb der unteren Gondwanas, mit denen wir es hier ausschließlich zu tun haben, sind dann drei floristische Abschnitte erkennbar:

- Ein ältester mit *Gangamopteris* in größter Entfaltung (Talscher—Karharbari),
- ein mittlerer mit *Glossopteris* in größter Entfaltung (Damudas, d. h. Barakar—Ranigansch),
- ein oberer mit *Thinnfeldia*, seltener mit *Glossopteris* (Panschet).

Die Kenntnis der Gondwanas ging aus von den Vorkommen mit abbauwürdigen Flözen, in Bengalen im Dámodar-Tale, in den Radschmahal-Bergen und in Orissa. Hier begegnen uns die Namen Talscher, Karharbari, Barakar, Ranigansch, Panschet und Radschmahals als Bezeichnungen von Bergen, Flüssen, Ansiedlungen, und von hier

---

nur anscheinend zusammenhängenden Abteilungen einzuschalten. Später ist aber diese Auffassung von verschiedener Seite bestritten und jedenfalls sind für andere Regionen entgegengesetzt lautende Angaben gemacht. So berichtet MEDLICOTT 1875 (Records. VIII.) über die Abgrenzung der Talschers und Barákars im Shapur-Revier: „The characters of the two deposits are not only blended vertically by interstratification but it would appear as if this also occurred horizontally — beds of decided Barakar type in one place being represented by as decided Talchir rock elsewhere.“





stammt ihre Anwendung auf die in gleicher Ordnung übereinanderliegenden Schichten, deren jüngste die Radschmahals sind. Die zahlreichen *Pterophyllum*-Arten geben selbst diesen noch ein triassisches Gepräge, obwohl Juratypen sich schon beimischen.

Der floristische Unterschied gegenüber den Panschets, deren Flora nur aus wenigen Arten besteht, liegt im Erlöschen von *Glossopteris* (inkl. *Vertebraria*) und in der Entfaltung der Cycadeen. Außerdem sind die Radschmahals durch basaltische Laven charakterisiert und den älteren Gondwanas gegenüber deutlich diskordant gelagert.

Immerhin werden sie noch von rhätischem Alter sein; das kann man auch von dem Vorkommen des Golapilli-Sandsteins in der Gegend von Radschamahndry und Ellur sagen, während die anscheinend konkordant angeschlossenen Sandsteine von Ragavapuram nach dem Vorkommen von *Macrocephalites* etc. uns plötzlich ins Kelloway versetzen. Hier existiert eine versteckte, aber zeitlich bedeutende Diskordanz.

Gehen wir 12 Längengrade nach Westen hinüber, so ist in der Gegend der Satpura-Berge die Basis der Gondwanas durch die Entwicklung von Talschers, Karharbaris und Barakars ebenso charakterisiert wie in Bengalen. Statt der dreiteiligen Damudas treten zwei, in ihren gegenseitigen Beziehungen noch nicht ganz geklärte Formationsglieder über den Barakars auf, die Motur und die Bijori, beide vorwiegend Sandsteine. Über ihnen folgen in den Mahadeva-Bergen mächtige Sandsteine, deren Vergleichung wegen des Fehlens von Fossilien sehr unsicher ist. Die tiefsten nennt man Almod, die oberen, nochmals in drei Teile zerlegten, werden als Mahadevas zusammengefaßt<sup>1</sup>. Nur in den mittleren sogen. Denwa-Schichten sind in den Satpura-Bergen und südlich von

<sup>1</sup> Fossilleere Sandsteine der oberen Gondwanas werden allgemein und so auch im Damodar-Tal als Mahadeva bezeichnet.

Rewa Reste von Reptilien und Labyrinthodonten gefunden (*Parasuchus*, *Hyperodapedon* und *Mastodonsaurus*), die ihr triassisches Alter beweisen und ihre Gleichstellung mit der von Maleri bekannten Gruppe rechtfertigen.

In der Nähe von Nagpur lagern bei Kamthi über den Barakars Sandsteine, die sich von den typischen Damudas im Nordosten lithologisch durch den Mangel an kohligem Material unterscheiden. Nach dem genannten Orte werden sie als Kamthis bezeichnet, in anderen Gegenden auch als Hingir. Die Flora ist von anderen Lokalitäten besser bekannt als von den namengebenden; sie enthält neben zahlreichen *Glossopteris* auch noch *Gangamopteris*.

Im Tal des Godavari folgen, durch eine Diskordanz getrennt, die Schichten der sogen. Kota-Maleri-Gruppe. In den tieferen Maleri überwiegen rote Tone, in der anscheinend eng verbundenen Kota-Gruppe die Sandsteine. Man hat aber den Zusammenhang beider stark überschätzt, und jedenfalls ist es irrig, von einer einheitlichen Kota-Maleri-Gruppe zu sprechen. Das erhellt aus der Tatsache, daß in den Kota-Sandsteinen *Lepidotus*, *Tetragonolepis* und *Dapedius* — typische Liasgattungen — sich fanden, während die Maleri-Tone *Ceratodus*, *Belodon*, *Parasuchus*, *Pachygonia*, *Massospondylus* und *Hyperodapedon* — alles Triasformen — führen. Die Flora ist spärlich und wird mit der der Radschmahals verglichen. *Angiopteridium spathulatum*, *Ptilophyllum acutifolium*, *Pallissya conferta*, *jabalpurensis*, *indica*, *Cheirolepis* cf. *Münsteri*, *Araucarites cutchensis* deuten auf Lias; soweit mir bekannt, sind diese Pflanzenreste aber in den Kota-Schichten gefunden.

Es ist hier nicht der Ort, in eine ausführliche phytopaläontologische Besprechung der *Glossopteris* und assoziierte Arten führenden Schichten einzutreten, aber einige Bemerkungen sind doch am Platze, weil so häufig mit dem Schlagwort *Glossopteris*-Flora bei klimatologischen und allgemein geo-

logischen Erörterungen operiert wird, ohne daß ein scharf umschriebener Begriff vorliegt und ohne daß die Bedingungen, die wir notwendig bei der Anwendung der Bezeichnung verlangen dürfen, erfüllt sind.

Damit wird aber willkürlichen paläogeographischen Spekulationen das Tor aufgestoßen. Selbst die typischen *Glossopteris*-Schichten umschließen eine an sich heterogene Flora mit nur wenigen Gattungen, die für die Assoziation leitend genannt werden können. Wenn aber z. B. über das Ursprungsgebiet einer Flora debattiert wird, muß die Forderung aufgestellt werden, daß die Standorte nicht nur durch eine Art oder durch einige, nicht charakteristische Arten, sondern durch die gleichsam wirtschaftliche Gemeinschaft mehrerer häufiger Arten belegt werden.

Ob nun der Nachweis von *Phyllothea* genügt, um für einen Ort eine Vegetation von der Tönung der *Glossopteris*-Flora voraussetzen zu dürfen, erscheint mir sehr zweifelhaft, zumal *Phyllothea* und ihr ähnliche Reste auch zeitlich eine sehr weite Verbreitung haben. In Indien tritt *Phyllothea* später auf als *Gangamopteris* und *Glossopteris*, in Südafrika soll sie nach SEWARD noch in der Uitenhage-Formation vorkommen. Durch den Fund einer *Phyllothea* auf der Ostseite von Süd-Falkland ist weder stratigraphisch noch floristisch eine genügende Basis geschaffen, um diese Inseln in die Diskussion über das Entstehungszentrum der „*Glossopteris*-Flora“ ziehen zu können, zumal die Erhaltung so mäßig ist, daß selbst NATHORST den Rest zuerst als *Asterocalamites* deutete. Die auch von PENCK in seinem ideenreichen Aufsatz über die Eiszeiten Australiens erwogene Möglichkeit eines antarktischen Entstehungsgebietes ist vorhanden, aber bisher noch durch keine neuen Tatsachen stärker gestützt und durch das reichliche Vorkommen von *Gangamopteris* in Perm der Dwina eher in Frage gestellt.

Wenn wir, etwa an der Hand des sorgfältigen ARBERSCHEN Katalogs, den der Verfasser mit Recht eine Monographie nennt, alles das, was zur *Glossopteris*-Flora gezählt wird, überblicken, so drängt sich die Überzeugung geradezu auf, daß wir es nicht mit einer einheitlichen, in einem Lande geprägten Flora zu tun haben, sondern mit Mischungen, die je nach der Lage verschieden ausgefallen sind. So sind die Lycopodien ein uralter Bestandteil aller paläozoischen Floren und ihre ältesten Vertreter gerade in Europa zu Hause. Sie fehlen bemerkenswerterweise in Indien und in Australien, obwohl sie im Untercarbon des letzteren Kontinents verbreitet sind. Prüfen wir den Bestand der *Glossopteris*-Flora auf seine echt paläozoischen Typen, so sind es die folgenden: *Sigillaria Brardi* BRONGN. (die bekannte Art des Rotliegenden) in Transvaal, *Bothrodendron Leslii* SEW. in Transvaal, *Lepidophloios laricinus* STBG. (obercarbonische Art) in Brasilien, *Lepidodendron Pedrovianum* CARR. in Rio Grande do Sul, *L. Derbyi* REN. von Piracicaba in Brasilien, *L. cf. australe* SEW. in Transvaal<sup>1</sup>, *Knorria* sp. von Orange River, *Sphenophyllum (Trizygia olim) speciosum* ROYLE in Indien (Barakar, Ranigansch) und ähnliche Arten, sowohl in Südafrika wie im Verrucano, *Psaronius brasiliensis* UNG. in Brasilien, *Cardiocarpus* sp. in Indien (Karharbari—Kamthi), Australien, Transvaal, *Noeggerathiopsis* (sehr nahe verwandt, wenn nicht ident mit *Cordaites*) in 4 Arten in Indien, Australien, Tasmanien, Südafrika, Argentinien.

*Dadoxylon* ist ein Holz, das eher zu *Cordaites* als zu

---

<sup>1</sup> SEWARD ist geneigt, das aus einer Bohrung stammende Stück mit *Lepidodendron australe* (*L. nothum* UNG.) zu identifizieren und daraus ein untercarbonisches Alter der Schicht abzuleiten, die nach DU TOIT zweifellos zur Dwyka-Serie gehört. Neuerdings werden Reste von *Lepidodendron*-artigen Pflanzen selbst aus den obersten Beaufort-Schichten angegeben. Man wird in beiden Fällen besseres Material abwarten müssen.

*Araucaria* gehört. Die australische *Annularia* ist generisch nicht sichergestellt, vielleicht eine *Phyllothea*.

Es sind also wesentlich die Lycopodialen und Cordaiten, welche das carbonische Erbe bilden. Ihnen gegenüber sind mesozoische Formen, die in Europa nahe Verwandte haben, ganz im Übergewicht, bemerkenswerterweise sind aber viele von ihnen erst in höheren Lagen gefunden. Hierher gehören:

*Araucarites* sp. (untere Gondwanas), *Brachyphyllum* (New Castle Beds), *Albertia* (Karharbari; Bestimmung unsicher), *Voltzia heterophylla* (Karharbari—Ranigansch), *Rhipidopsis gingkoides* SCHM. (ursprünglich aus Sibirien beschrieben, dann in den Barakars und in Südamerika (?) gefunden), *Ottokaria* (wie vorige nahe verwandt mit *Baiera* und *Gingko*; Karharbari), *Cycloptis dichotoma* FEISTM. (verwandt mit *Sciadopitys* (?); Barakars, ? Argentinien), *Pterophyllum* (Barakar), *Cycadites* (Karharbari), *Merianopteris* (Ranigansch), *Cladophlebis* (Ranigansch), *Macrotaeniopteris danaeoides* (Barakar—Ranigansch) und drei andere indische Arten (bis in die Radschmahals hinauf), *Neuropteridium validum* (Talscher, Karharbari, Ecca; bis Brasilien verbreitet)<sup>1</sup>, *Equisetites* (Argentinien), *Schizoneura* (Talscher, hauptsächlich aber in den Panschets).

Aus den Ranigansch-Schichten sind noch einige sogen. *Pecopteris* und *Sphenopteris* zu nennen, die ihre Gegenstücke im europäischen Keuper und im Jura finden. Den australischen *Sphenopteris*-Arten haftet ein etwas älterer Habitus an.

Somit bleiben als ausgesprochene Formationspflanzen zurück: *Glossopteris* inkl. *Vertebraria*-Rhizom (bis in den Jura), *Gangamopteris* (in der Acme früher als *Glossopteris*), *Phyllothea* (in Indien erst in den Ranigansch-Schichten), und

<sup>1</sup> Sehr ähnlich dem *Neuropteridium grandifolium* des Buntsandsteins. *Schizoneura* und *Neuropteridium* sind zuerst aus der deutschen Trias beschrieben, daher nicht „truly palaeozoic genera“.

als isoliertere Formen *Palaeovittaria*<sup>1</sup> (nur Ranigansch) und *Belemnopteris* (nur Ranigansch). Und es ist bemerkenswert, daß in den tiefsten Schichten, die allein bei der Erörterung des Permglaazials in Frage kommen, von diesen 5 Gattungen nur *Glossopteris* und *Gangamopteris* vorhanden sind, deren Unterschied kein tiefgehender, oft ein kaum faßbarer ist.

Nach diesen langlebigen und weltweit verbreiteten Formen lassen sich keine allgemeinen Schlüsse auf die Ökologie und auf die klimatische Empfindlichkeit ziehen. Und doch wird mit der Angabe eines einzigen Vorkommens von *Glossopteris*, *Phyllothea* etc. so leicht die Vorstellung verbunden, daß damit ein Anhalt für die Beurteilung des Klimas gegeben sei.

Ich möchte nun zurückgreifen und einige der Gondwana-Stufen, indem ich sie nach den Mitteilungen der indischen Geologen definiere, etwas näher besprechen.

1. Die Talschers. Hierher gehören feinsandige Schiefer von grünlichgrauer, seltener von roter Farbe und feine, weiche Sandsteine, grünlichgrau oder rötlich, aus Quarz und frischem Feldspat bestehend. Die Schiefer sind stark zerklüftet und zerspringen in eckige, oft auch griffelförmige Stücke. Sie sind nicht selten etwas kalkhaltig und führen dann auch zuweilen Konkretionen. Die Sandsteine sind deutlich, aber etwas massig geschichtet, wechsellagern gelegentlich mit Schiefen und zerspringen oft würfelförmig (tesselated sandstone). Nach oben gehen sie in gröbere Sandsteine, selbst in Geröllbänke über. Kohlen fehlen im allgemeinen, nur bei Sargádscha (Ihilmilli-Feld) ist ein dünnes Flöz entdeckt.

Diese Schilderung weicht ab von dem Bild, das man sich häufig von den Talschers macht, indem man ihre auffallendste, aber nicht immer vorhandene Eigentümlichkeit in den Vordergrund stellt, nämlich die Führung von gekritzten Geröllen erratischer Natur.

<sup>1</sup> Kaum von *Danaeopsis* verschieden.

Den unteren Talscher-Schichten fehlen die Pflanzen, obwohl die feinen Schiefer sehr zur Erhaltung tauglich wären. „Remarkable absence of plants in the lower shales“ hebt OLDHAM hervor. Selbst in den oberen Schichten sind sie noch selten und offenbar verschleppt. Wo es sich um moränenartige Bildungen handelt, wie bei Tschanda im Penganga-Tal, bei Bap und Pokaran in Radschputana, im ganzen Gebiet der Saltrange — fehlen die Pflanzen. Und doch sind auch im Boulder bed geschichtete Einlagerungen staubfeinen Materials beobachtet, welche die zartesten Abdrücke aufbewahren würden. Für Indien könnte man den Satz aufstellen, daß in den Vereisungsgebieten selbst die *Glossopteris*-Flora nicht beobachtet wird und daß sie erst nach dem Schwinden der Gletscher sich dorthin ausbreitet. Der später zu erörternden Annahme einer bedeutenden Höhenlage der vereisten zentralindischen Gebiete begegnet also von dieser Seite keine Schwierigkeit. Es liegt hierin immer eine gewisse Erleichterung, denn obwohl die Empfindlichkeit der Sporophyten wohl nicht gerade hoch ist, wird man doch nur zögernd ihre Wohngebiete sowohl in die Ufergebiete am Meere wie in Tausende von Metern hohe Plateaus verlegen.

In Südafrika gehören wichtige Kohlenlager in den unteren Teil der Ecca-Serie und sind angeblich „actually interbedded with the glacial conglomerate“, aber wo Moränen und Schliffflächen beobachtet wurden, scheinen die Pflanzen in diesen tiefsten Lagen auch zu fehlen. Das bekannte Pflanzenvorkommen von Vereeniging gehört den Schichten unmittelbar über der Kohle an und diese selbst bildet nicht die Basis des Systems. Daß das Eis langsam, vielleicht mehrfach oszillierend, von den Höhen verschwunden ist und daß noch lange die großen Flüsse mit Eisschollen trieben und ihren glazialen Schutt verstreuen konnten, lehren die gekritzten und selbst facettierten Geschiebe in den Sandsteinen von Bloem-



fontein (obere Abteilung der Ecca-Schichten) und die Geschiebeanhäufungen von Benoni in Transvaal.

In Australien ist in Victoria ähnlich beobachtet, daß erst über den Moränen die pflanzenführenden Schichten mit *Gangamopteris* etc. (etwa = Karharbaris) lagern. Wenn in New South Wales die *Glossopteris*-Schichten und Greta-Kohlen sich in die marinen Bildungen, in denen auch gekritzte Geschiebe vorkommen, einschieben, so ist damit nach keiner Seite ein sicherer Anhalt für die Beurteilung der klimatischen Bedingungen, unter denen die *Glossopteris*-Flora stand, gegeben, denn die driftenden Eisberge, die im Meer ihre Blöcke austreuten, können weither gekommen sein, und außerdem bedeutet die terrestrische Kohlenbildung zweifellos einen vorübergehenden Rückzug des Meeres und der Kälte verbreitenden Drift. In Queensland kommen gleichzeitig Pflanzenreste und glaziale Blöcke in marinen Schichten vor, in Tasmanien scheiden sich die an Eurydesmen reichen marinen Schichten mit glazialen Geschieben von den oberen, in denen die *Glossopteris* und *Gangamopteris* gefunden werden.

Im übrigen wäre das Auslaufen der Gletscher in Regionen reicher, ja üppiger Vegetation nichts Befremdendes; es ist in vielen Berichten von Feuerland und Neuseeland lebhaft geschildert. Die Gletscher im Golfe von Penas steigen, so schreibt DARWIN in der Beagle-Reise, zur Meeresküste herab „weniger als 9° von einem Orte, wo Palmen wachsen, innerhalb 4½° von einer Gegend, wo das Puma und der Jaguar über die Ebene schweifen, weniger als 2½° von baumartigen Gräsern und — in derselben Hemisphäre nach Westen blickend — weniger als 2° von parasitischen Orchideen und weniger als einen Grad von Baumfarnen“. Reizvoll geschrieben ist auch seine Übertragung der im Süden beobachteten Verhältnisse auf die entsprechenden Breitengrade im Norden — geeignet, den Einfluß von Meer und Land auf das reine Breitenklima

kräftig hervortreten zu lassen. „Selbst so weit nördlich wie Dänemark würde man Kolibris um zarte Blumen flattern und Papageien zwischen den immergrünen Wäldern ihre Nahrung finden sehen, und im Meer würden wir dort eine *Voluta* und alle Muscheln von bedeutender Größe und kräftigem Wachstum finden. Nichtsdestoweniger würde auf einigen, nur 360 miles nördlich von unserem Kap Horn in Dänemark liegenden Inseln ein im Boden begrabener (oder in das seichte Meer hinabgeschwemmter und mit Schlamm bedeckter) Tierleib beständig gefroren erhalten bleiben.“

Geschiebe fehlen in manchen Gegenden den Talschers gänzlich. Wo sie vorkommen, liegen sie zwar meist nahe der Basis, zuweilen aber auch mehrere hundert Fuß darüber. Die verschiedensten Größen liegen durcheinander, sie sind gerundet und abgerollt, nur die größeren sind zuweilen gekritz und geschrammt<sup>1</sup>. Die Matrix, in welcher die Gerölle liegen, ist derartig feinsandig, daß ein Transport durch Ströme ausgeschlossen ist. Die Beziehung auf Eis ist um so mehr gegeben, als bei Tchanda die Felsunterlage der Talschers poliert und geschrammt ist.

Die Pflanzen aus den höheren Schichten der Talschers sind nach FEISTMANTEL: *Noeggerathiopsis Hislopi*, *Gangamopteris cyclopteroides*, *angustifolia*, *Glossopteris communis*.

Die Bildung der Talschers zieht sich jedenfalls durch lange Zeiträume und verglichen mit dem basalen Boulder bed der Saltrange müssen ihre oberen Lagen wohl schon jünger genannt werden, während die Grundmoränen, welche bei Bap im westlichen Radschputana dem oberen Vindhyan-Sandstein auflagern, welche bei Pokaran auf polierten „roches moutonnées“

---

<sup>1</sup> Discovery of smoothed and scratched surfaces on some of the larger boulders found on the banks of the Pengangá river, about ten miles west-south-west of Chándá, Central Provinces. T. OLDHAM, Memoirs. IX. p. 324. 1872. FEDDEN, Records. VIII. p. 16. 1876.

beobachtet wurden, in jeder Beziehung mit dem Boulder bed der Saltrange in Parallele gebracht werden können. BLANFORD sprach selbst die Vermutung aus, daß diese Blocklehme älter als die Talschers im allgemeinen sein möchten<sup>1</sup>.

2. Die schon kohlenreiche und für Indien ökonomisch wichtigere Karharbari-Stufe enthält dieselben Pflanzen wie die Talscher-Stufe, außerdem noch eine Anzahl ihr eigentümlicher Arten. *Gangamopteris cyclopteroides* ist überall verbreitet. Die Beziehungen zur Damuda-Stufe sind schwächer als zu den Talschers. Auch petrographisch läßt sich ein Unterschied festhalten. In den Sandsteinen der Karharbari-Stufe sind die Quarze und Feldspäte eckig und splittrig, in denen der Barakar- bzw. Damuda-Stufe im allgemeinen ausgesprochen gerundet, die Feldspäte kaolinisiert.

In mehreren Stellen wurde beobachtet, daß die Karharbari-Schichten über die Talschers, denen sie sich konkordant anschließen, hinausgreifen, so besonders im westlichen Teile des Karharbari-Kohlenfeldes.

Die Flora zeigt im Vorkommen von *Voltzia heterophylla*, *Albertia* sp. und *Sagenopteris*<sup>2</sup> die erste Annäherung an die Trias. Nach FEISTMANTEL besteht sie aus folgenden Arten:

*Schizoneura* cf. *Meriani*, *Vertebraria indica*<sup>3</sup>, *Gangamopteris* (6 Arten), *Glossopteris* (4 Arten), *Sagenopteris* (?) *Stoliczkanus*, *Glossozamites Stoliczkanus*, *Noeggerathiopsis Hislopi*, *Euryphyllum Whittianum*, *Voltzia heterophylla*, *Albertia* sp., *Samaropsis*, *Cardiocarpus* sp., *Carpolithes Milleri*.

In den Damuda-Schichten erhalten sich: *Vertebraria indica*, 3 Arten *Glossopteris*, die eine *Gangamopteris cyclopteroides*. Aus der Talscherzeit stammen schon: *Gangamopteris cyclo-*

<sup>1</sup> Records. XX. 1887. p. 106.

<sup>2</sup> Nach N. ARBER Blätter von *Glossopteris decipiens*.

<sup>3</sup> Rhizom von *Glossopteris*. Von FEISTMANTEL bei den Equisetaceae eingeordnet.

*pteroides*, *G. angustifolia*, *Glossopteris communis*, *Noeggerathiopsis Hislopi*.

3. Die Flora der Damuda-Stufe trägt schon in den Barakar-Schichten einen jüngeren Charakter. Neben *Voltzia heterophylla* erscheinen *Gingko*-ähnliche Formen (*Rhipidopsis*), unter den Cycadaceen echte *Pterophyllum*, unter den Farnen neben den ausdauernden *Glossopteris*- und *Gangamopteris*-Arten (erstere Gattung ist auf der Höhe der Artbildung angekommen) *Macrotaeniopteris danaeoides* und *Sphenopteris polymorpha*. Noch entschiedener vollzieht sich der Anschluß an die Trias in den Ranigansch-Schichten, in denen *Cladophlebis* cf. *whitbyensis*, *Roylei* u. a., mit europäischen Rhät- und Liasarten nahe Beziehungen haben.

So scheint es berechtigt, den Schnitt zwischen Perm und Trias unter die Ranigansch-Stufe zu legen.

Das Vorkommen der landbewohnenden Wirbeltiere ist insofern nicht konform diesem jungen Habitus der Flora, als noch aus den Bijori-Schichten, also etwa aus dem oberen Teil der unteren Gondwanas, ein dem *Archaeosaurus* verwandtes Reptil unter dem Namen *Gondwanasaurus* angegeben wird. Abgesehen von der nicht ganz einwandfreien Vergleichung des betreffenden Fossils sind doch auch vielleicht die stratigraphischen Parallelen nicht scharf gezogen.

In den Steinbrüchen von Mángli (ca. 40 miles im Süden von Nagpur und 35 miles im NW. von Tschanda) ist in Sandsteinen, welche zur Kamthi-Stufe gerechnet werden, neben Estherien und einer *Palissya*-Art ein echter Labyrinthodontier *Brachyops laticeps* gefunden. An anderen Lokalitäten der Kamthi-Schichten sind *Angiopteridium* cf. *Maclellandi* und *Macrotaeniopteris danaeoides*, zweifellos triassische Typen, bekannt geworden.

Die Kota-Maléri-Schichten galten meist für etwas jünger als die Radschmahals, ja selbst als die Schichten von

Sripermatur, aber nach den Reptilresten kann wenigstens deren Lager nicht jünger sein als oberer Keuper, und dasselbe gilt für die reptilienführenden Schichten von Denwa.

Die Sripermatur shales westlich Madras haben dagegen Ammoniten von neocomem Aussehen geliefert und die Raga-vapuram shales<sup>1</sup>, welche konkordant auf den Golapilli-Sandsteinen mit Radschmahalpflanzen lagern, führen Makrocephalen! Niemand wird makrocephalenführende Schichten mit solchen im Alter gleichstellen, die *Belodon*, *Hyperodapedon* und *Ceratodus* liefern. Und es ist schon oben betont, daß die wahrscheinlich liassischen Kota-Schichten ebenfalls scharf von den Maleris getrennt gehalten werden müssen.

Nach der heutigen Kenntnis vom Auftreten der älteren Reptilien sind die Belodontiden ausschließlich jungtriassisch. Da *Belodon* und *Parasuchus* in den Maleri-Schichten vorkommen, so hätten wir hier einen Horizont, auf den wir einstellen können. Es stimmt mit dieser Auffassung vom Alter der Maleri überein, daß in ihnen auch *Hyperodapedon* gefunden wurde, denn die nahe verwandte Art aus dem Sandstein von Elgin ist ebenfalls wahrscheinlich jungtriassisch<sup>2</sup>.

Auch LYDEKKER's Angaben über Reste, die *Metopias* und *Capitosaurus* nahe stehen, lassen an Keuper-Schichten denken. Die Maleri gehören allerdings dem oberen Teil der Gondwanas an und das Vorgebrachte präjudizierte um so weniger dem schließlichen Urteil über das Alter der tieferen Gondwanas, als, wie schon erwähnt, von mehreren Beobachtern Diskordanzen angegeben werden.

4. Auch die paläontologischen Funde aus den Panschet-Schichten zeigen kein sehr hohes Alter an. *Epicampodon* ist ein Dinosaurierrest, den man in die Verwandt-

<sup>1</sup> 10 miles oberhalb Radschamahndry.

<sup>2</sup> Über die Zweiteilung der Elgin-Schichten vergl. u. a. v. HUENE., Reptilien d. Trias. p. 74.

schaft der jungtriassischen Zanclodontiden stellen wird und Dicynodonten fanden sich in Südafrika nicht nur in den tiefsten Karroo-Schichten, sondern noch in den Red beds, die schon zu der Stormberg-Serie gehören und jungtriassisch sind. Ob Dicynodon in der nordamerikanischen Trias vorkommt, mag dahingestellt bleiben<sup>1</sup>.

Die übrigen Panschet-Vertebraten würden nichts gegen die Deutung des Lagers als Trias beweisen. *Gonioglyptus* steht den Trematosauriden nahe und ist kein Archaeosaurier. Die bei Tschideru in den unteren Triaskalken vorkommenden Labyrinthodontier könnten recht gut dieser Gattung angehören.

Die Pflanzen lassen keinen bestimmten Schluß zu. *Pecopteris concinna* ist zwar ein jüngerer Typus, aber doch wenig verlässlich. Sonst wären, neben *Glossopteris*, *Schizoneura*, *Vertebraria* und *Samaropsis* zu erwähnen: *Thinnfeldia* cf. *odontopteroides* und *Oleandridium (Taeniopteris)* cf. *steno-neuron*, als triassische bzw. jurassische Typen.

Unter den Panschets hat WAAGEN die Grenzlinie gegen das Perm gezogen; auf demselben Standpunkt steht ARBER's wertvolle Zusammenfassung, während in FRECH's Lethaea die gesamten Damudas einschließlich der Barakar-Schichten der Trias zugeschlagen sind.

Für meine vermittelnde Teilung — Ranigansch zur Trias, Barakar zum Perm — sind mehr Erwägungen als scharfe Beweise maßgebend gewesen. Die Ranigansch-Flora erhält durch die sogen. *Alethopteris*, *Pecopteris*, *Merianopteris*, ferner durch *Palaeovittaria*, *Angiopteridium*, *Rhipidopsis*, *Pterophyllum* etc. einen gegenüber den Barakars sehr bemerkenswerten jüngeren Anflug. Die Barakars der Trias anzugliedern, kann ich mich um so weniger entschließen, als nach NOETLING's wichtiger Beobachtung in Kaschmir über dem Lager

<sup>1</sup> COPE's *Dicynodon rosmarus* aus Pennsylvanien ist ungenügend begründet.

der Karharbari-Flora erst das marine Perm folgt, das demgemäß ein Äquivalent der terrestrisch-limnischen unteren Damudas darstellen müßte. Wenn ich von diesen die Rani-gansch-Abteilung ausschließe, so kann die Bestätigung erst erfolgen, wenn auch aus diesen Reptilien oder Stegocephalen bekannt geworden sind. Durch das Hereinziehen der Floristik, die ein anderes Maßsystem besitzt, wird, wie ich selbst vorher betonte, die Erörterung verschoben.

Für die Gesamtheit der Gondwanas bevorzugten die Geologen der indischen Survey die Annahme eines fluviatilen Ursprungs. Wie sich in neuerer Zeit die immensen Schutt-massen der indogangetischen Ebene durch die Tätigkeit der großen Wasseradern des nördlichen Indiens gebildet haben, so sollen auch in früheren Zeiten mächtige, in ihrem Lauf wechselnde Flüsse das Material der Gondwana-Schichten in großen Tälern zusammengeschafft haben. Die Alluvionen der indogangetischen Ebene bedecken eine Fläche von ca. 300 000 Quadrat-Miles; der einstige Zusammenhang der in das Gondwana-System eingereihten, in verschiedenen Regionen der Peninsula auftretenden Schichten, welche nach Norden nicht über die Täler des Narbada und Son, nach Süden nicht über eine Linie hinausgehen, die man von Masulipatam nach Nirmal ziehen kann, ist nicht unmittelbar zu rekonstruieren, ihre Ausdehnung unter dem Dekkantrap unkontrollierbar, aber an sich ist selbst eine zusammenhängende Verbreitung innerhalb des genannten Gebietes mit der erwähnten Annahme nicht unvereinbar.

Indessen stand und steht die Anhäufung des Schuttes in der indogangetischen Ebene unter ganz besonderen Bedingungen. Im Norden erhebt sich das jüngste und das höchste Gebirge der Welt, welches in den verschiedenen Phasen seines Werdens den Flüssen immer erneute Erosions- und Transportkraft verlieh. In der Achse der Ebene ziehen

Spalten und Verwerfungen, welche eine dauernde Vertiefung dieses Schuttfängers ermöglichen. So erklärt sich die Anhäufung der Gerölle und Sande seit dem Tertiär im Vorlande des Himalaya, welche in mancher Beziehung an die Bildung von Molasse und Nagelfluhen am Fuße der Alpen erinnert, aber ungleich bedeutender ist und die Grenze zum Quartär weit überspringt. Der Rumpf der indischen Halbinsel läßt wohl kaum mehr Spuren von den Talsystemen erkennen, die es in der Perm- und Triaszeit durchzogen; die langgestreckten Verteilungsgebiete der Gondwanas inmitten der alten Gesteine sind tektonisch abgegrenzte Senken. Eine sichere Basis für alle Betrachtungen über die Anhäufung der Gondwanas gibt nur die jetzt bewiesene Tatsache, daß der Beginn oder ein früher Abschnitt der permischen Zeit unter der Herrschaft des Eises stand. Das Schmelzen der großen Eisfelder belebte alle Rinnale und Talfurchen, die Moränen wurden größtenteils zerstört, ihr Material immer wieder umgelagert und vertrieben.

Eine genaue petrographische Untersuchung und Heimatbestimmung des Schuttes kann über diese Zeit und über die Entstehung der Gondwanas manche Aufklärung bringen, jedoch sind hierfür noch wenig Unterlagen geschaffen. Es ist auch zu beachten, daß die Mächtigkeit der untersten Gondwanas viel geringer ist als die der höheren Schichten. Die auffallende Mächtigkeit der Dwyka- und Ekka-Schichten in der südlichen Kapkolonie wird weder von den Talschern s. str. (bis 800 Fuß) noch von den Karharbaris (500') erreicht. Noch mehr bleiben die permoglazialen Ablagerungen der Saltrange zurück.

In dem großen Profil der Nilawan umfaßt die ganze Serie des Boulder bed, der Sandsteine und des Lavenderclay nicht mehr als 350 engl. Fuß, in den Abstürzen unter Tobar und in der Umgegend von Khussak selten mehr als 150', während im Süden der Kapkolonie die Mächtigkeit der Dwyka-Formation



(einschließlich der die Konglomerate überlagernden Schiefer) auf über 2000', die der Ekka-Schichten auf 2500' angegeben wird. Nach Norden nimmt aber auch hier die Mächtigkeit der Schichten bedeutend ab.

Hieraus darf man wohl entnehmen, daß im Süden des Kaplandes Senkungen an einer beständigen Vertiefung der vorhandenen Tröge und Mulden arbeiteten, in welche die Eismassen des Nordens entwässerten. Da trotz dieser Senkungen das Meer vom Lande ausgeschlossen blieb, müssen die nördlichen Landschaften eine beträchtliche Höhe gehabt haben.

In Indien blieb das Meer, in welches die Gletscher des Inlandeises ausmündeten, stets flach und die Geosynklinale vertiefte sich so unbedeutend, daß auch die Gesteine des jüngeren Perm und der Trias nur geringe Mächtigkeit erreichen (350' und 150' höchstens). Dagegen sank hier die ganze Peninsula und die Transportkraft der im Norden das Meer erreichenden Flüsse nahm erheblich ab, wie aus der Korngröße des zugeführten Materials hervorgeht. Im Innern bilden sich die Tröge, in denen die Gondwana-Schichten in ungeheurer Mächtigkeit zur Ablagerung kamen. Die Damuda-Schichten in Bengalen sollen zwischen 8000 und 10 000' mächtig sein und nicht viel weniger wird für die Kamthis angegeben.

Die große Verbreitung des Boulder bed als geschlossene Grundmoräne von den Khasorbergen im Westen des Indus bis zu dem Ostende der Saltrange (über 160 engl. Meilen) und die gleichmäßige Verteilung der aus der Peninsula stammenden Geschiebe ließ erwarten, daß auch im Süden die Geschiebemergel eine konstante Basis der Gondwana-Schichten bilden würden. Dies ist bekanntlich nicht der Fall. Nur an wenigen Stellen ist gekritzter Untergrund unter echtem Grundmoränenschutt bekannt. Viel häufiger treten die Talschers als

Schlammablagerung auf, in welche Gerölle und auch gekritzte Geschiebe eingelagert sind.

Beim Rückzug des indischen Eises sind die alten Grundmoränen weithin zerstört und ausgewaschen. Unverletzt erhielten sie sich dagegen im Norden, wo das Meer einen schmalen Streifen der Peninsula in Besitz nahm und mit schützendem Sediment überzog.

Die Talschers sind nach meiner Ansicht im ganzen eine etwas jüngere Bildung als das Boulder bed und wesentlich fluviatile und limnische Aufschüttungen. Mancherorts erhalten sie den Charakter des Fluvioglacials oder sind beeinflußt von lokalen Gletschern, die als Reste der alten Vereisung sich auf den Höhen erhalten hatten.

Ein Sinken des Landes schon während ihrer Bildung wird durch die immerhin ansehnliche Mächtigkeit (ca. 800') angedeutet. Alte, vom Eis ausgeweitete und vertiefte Hohlformen wurden von Schmelzwasser gefüllte Seen, in denen die Flüsse sich von ihrer Trübe befreiten und wo durch abtreibende Eisschollen große und kleine Blöcke aus dem mit Moränenschutt gefüllten Oberlauf der Flüsse in den Schlamm verstreut wurden. Wenn die Senkungen in den zentralen Gebieten höhere Beträge erreichten als in den randlichen, so konnte schon hierdurch ein abgestuftes, breites Flußtal sich in eine Reihe von Seen verwandeln, indem die Terrassenböden rückläufige Neigung erhalten. Der Zusammenhang mit den jetzigen Tälern ist freilich ein anderer; die Reste der Gondwanas lagern meist in Gräben, wo sie der Denudation entgangen sind und wohin auch die jüngeren Flüsse sich gezogen haben. Ihre Umgrenzung ist tektonisch gezogen, das Abstoßen an alten Gesteinen beruht auf Brüchen und läßt nicht etwa die alten Ufer hervortreten.

In den Kohlenfeldern von Ranigansch lagern die Karharbáris etwa im Niveau des Meeres; bei Khonmu in Kaschmir

wies sie NOETLING in 5000' Höhe nach. Auch OLDHAM betont die Höhenunterschiede im Damodartal und auf den Bergen im Norden (Hazaribagh). Der Einfluß tektonischer Bewegungen ist hier unverkennbar.

Werfen wir nun noch einen Blick auf die ähnlichen Ablagerungen anderer Kontinente.

Die rasch fortschreitenden geologischen Arbeiten in Südafrika<sup>1</sup> haben über die Ausdehnung und die Einteilung der unteren Karroo-Schichten genügende Klarheit geschaffen. Vor wenigen Jahren faßte E. PHILIPPI<sup>2</sup> den damaligen Stand des Wissens in übersichtlicher Weise zusammen; seitdem ist ein wesentlicher Wechsel der Anschauungen nicht eingetreten, obwohl im einzelnen noch Kontroversen geführt werden.

Nach Westen ist hier und da die Grenze etwas weiter gesteckt, so durch die Aufnahmen bei Worcester und Ceres und in Griqualand-West, und auch im Norden<sup>3</sup> ist das Vorkommen von Ekka-Schichten weiter verfolgt. Die Angabe, daß die nördlichsten isolierten Vorkommen aus Ekka-Schichten bestehen, die ohne Einschaltung von glazialen Lagen dem alten Landrelief auflagern, könnte man dahin auslegen, daß der nördliche Rand der kontinentalen Vereisungen erreicht oder überschritten sei, wenn nicht auch von Stellen, die inmitten des Vereisungsgebietes liegen, das Fehlen der glazialen Konglomerate bekannt wäre. Es ist im höchsten Grade wahrscheinlich, daß während der Abschmelzperiode die alten Moränen stark erodiert wurden und oft nur die in den Senken und Becken angesammelten Teile erhalten blieben.

<sup>1</sup> Vergl. z. B. IX., X. und XI. Annual Report of the Geol. Commission. Cape of Good Hope. I. und II. Report of the Geol. Surv. of Natal and Zululand. — MOLENGRAAFF, Géologie de la Républ. Sud-Africaine. (Bull. Soc. géol. France. 1901.)

<sup>2</sup> Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1904.

<sup>3</sup> E. T. MELLOR, Outliers of the Karroo System etc. Trans. Geol. Soc. South Africa. 7. 1904. p. 133. Quart. Journ. 1905. p. 689.

In noch größerer Ausdehnung scheint dies für Indien zutreffen. Jedenfalls wurden glaziale Blockbildungen noch 20 miles nördlich von Johannesburg beobachtet.

Seit langer Zeit unterscheidet man eine südliche, sedimentäre Fazies, in welche die geschrammten Blöcke durch Drift eingestreut sind, und eine terrestrische im Norden, welche als Moränenablagerung einer gewaltigen Inlandeiskappe gilt. Die Unterscheidung ist für die Praxis nicht so leicht wie für die Theorie, da geschichtete Einlagerungen sich wohl überall verbreitet zeigen. Entscheidend sind die Schlißflächen, welche in großer Ausdehnung und in staunenswerter Frische erhalten sind; besonders dort, wo es sich um große Niveaudifferenzen handelt, wo die Schrammung über Hügel und Mulden zu verfolgen ist, kann an driftende Eisberge nicht wohl gedacht werden. Bei bedeutender Mächtigkeit des Inlandeises ist es aber verständlich, daß ein Unterschied zwischen Stoßseite und Leeseite nicht existiert, denn das fließende Eis schmiegt sich allen Biegungen der Unterlage mit gleicher Gewalt an. Deutliche Schliße kennt man z. B. aus Griqualand-West (Ausschläge zwischen S. 10° W. und S. 90° W.), Vryburg (S. 33—66° W.), SO.-Transvaal, Distrikt Vrijheid (S. 28—56° O.).

Der Sinn der Bewegung ist von Norden nach Süden gerichtet, im Westen mit starken Ausschlägen in westlicher Richtung, wobei die Schrammen die präpermischen Talfurchen, ohne von ihnen beeinflußt zu werden, oft in schieferm Winkel schneiden, im Osten mit ähnlichen Abweichungen in östlicher Richtung. Die Verbreitung der Geschiebe läßt hierüber keinen Zweifel; auch im Distrikt von Vrijheid, wo MOLENGRAAFF zuerst eine Bewegung von SO. nach NW. annahm, haben seine späteren Untersuchungen einen Geschiebetransport in umgekehrter Richtung festgestellt. Man kann von einem einheitlichen Vereisungsfeld sprechen, dessen Buckel nach bisheriger Kenntnis im nördlichen Transvaal zu suchen wäre.

In diesem Gebiete enthalten weder die glazialen Bildungen noch die ihnen eingeschalteten feiner geschichteten Sedimente und die öfter im Liegenden auftretenden Schiefer Reste von Pflanzen oder Kohlen. Erst über dem eigentlichen Glazialkomplex (dem Dwyka-System) folgen Schiefer mit Pflanzenresten und die kohlenführenden Ekka-Schichten. Ob der Ausdruck, die Kohlen seien „actually interbedded with glacial conglomerates“ zutreffend ist<sup>1</sup>, mag dahingestellt bleiben. Die Möglichkeit, daß auch nach dem Abschmelzen der großen Eiskappe noch einzelne Gletscher sich erhielten und in die vegetationsbedeckten Gebiete eingriffen, ist vorhanden<sup>2</sup>, indessen kann man mit PHILIPPI und PENCK auch annehmen, daß es sich um eingeschwemmtes Moränenmaterial handelt. Dann haben wir auch hier eine vollkommene Parallele zu indischen Verhältnissen. Von der Annahme eines Interglacials und einer zweimaligen Vergletscherung kann man völlig absehen.

Die Grenze zwischen der nördlichen und der südlichen Fazies, mit ihren großen Mächtigkeiten, der durchgeführten Schichtung, dem häufigen Wechsel von feinem Sediment und geschiebeführenden Bänken, wird verschieden gezogen. Die südafrikanischen Geologen setzen neuerdings erst den 33.<sup>o</sup> s. Br. als Grenze an. Wichtiger ist die Frage, ob südlich dieser Grenze das Meer stand, oder ob wir es mit Süßwasserseen zu tun haben. PHILIPPI tritt mit Nachdruck der letzteren Auffassung, die im allgemeinen die herrschende ist, entgegen, indessen habe ich doch Bedenken, ob man diese Sedimente als marin auffassen darf. Die Einschleppung der geschrammten Geschiebe braucht nicht gerade durch mächtige Eisberge,

<sup>1</sup> Bei Viljoens Drift und am East Rand.

<sup>2</sup> Gekritzte und facettierte Geschiebe werden aus den Sandsteinen von Bloemfontein (obere Ekka-Schichten) angeführt. In Transvaal sollen „glaziale“ Geschiebeanhäufungen noch im oberen Sandstein vorkommen (bei Benoni). Vergl. p. 493.

welche Hunderte von Metern ins Wasser tauchen, bewirkt zu sein; man kann auch an kleinere Schollen denken die sich auf weniger tiefen Gewässern verbreiteten. In Senkung begriffene Küstengebiete konnten weithin von Sümpfen und Süßwasserseen eingenommen werden. Die scheinbare Konkordanz zwischen den Wittenberg-Schichten und der Dwyka-Serie beweist an sich, daß wir hier im Süden flaches Gebiet voraussetzen müssen, das sich ganz wesentlich von dem denudierten Gebirgsland im Norden unterschied, wo die Dwyka-Schichten mit starker Diskordanz auf immer älteren Gesteinen ruhen, je weiter wir gegen Norden kommen.

Ein wirklicher Übergang zwischen Dwyka-Schichten und den mutmaßlich marinen Wittenberg-Schichten ist nirgends beobachtet, und die Verbreitung von *Spirophyton* in letzteren spricht auch nicht dafür, sondern für Anschluß an das Devon.

Bei dem Parallelismus, der zwischen den Karroobildungen Südafrikas und den Gondwanas Indiens herrscht, müßte man das, was für Dwyka und Ekka-Series drüben gilt, auch für Talscher und Karharbari im Dekkan gelten lassen, und da sehe ich nur Schwierigkeiten. Warum hätten sich in Indien, wenn nach der großen Vereisung das Meer zwischen Saltrange und den Aravalis sich ausbreitete, nicht ähnliche versteinерungs-führende Schichten gebildet, wie wir sie in der Saltrange doch kennen, mit den Eurydesmen, mit den Conularien und den australischen Elementen? Warum statt dessen Sedimente mit gelegentlichen Anhäufungen von Landpflanzen, ja selbst mit Kohlen<sup>1</sup>? Warum in der Saltrange dabei die andauernde Zufuhr von klastischem Material, das nur aus dem Süden stammen kann? Der Gegensatz zwischen Talschers mit wenig Pflanzen und den Karharbaris mit ihren wichtigen Flötzen ist nicht so groß, daß man jene als marin, diese als limnisch betrachten

<sup>1</sup> Ihilmilli field.

möchte. Und in dieser Voreingenommenheit werde ich bestärkt, wenn ich lese, daß in den oberen Dwyka-Schiefern zahlreiche Reste von Pflanzen vorkommen.

Die Sedimente der Talscher und Karharbari-Serie in Indien, der Dwyka- und Ekka-Serie in der Kapkolonie setzen gewiß starke Depression voraus; manche wird man direkt als paralisch bezeichnen dürfen, so die Kimberley-Schiefer mit den Mesosauriern. Schon vor dem Lesen der PHILIPPI'schen Schrift hatte ich das Auftreten der Mesosaurier in Südafrika und Südamerika mit der nahen Küstenlinie in Verbindung gebracht, um so mehr als von Sao Paulo auch marine Versteinerungen erwähnt sind, aber ich möchte meinen, daß das offene Meer nicht durch Sedimente vom Charakter der Dwyka- und Ekka-Schichten charakterisiert werden kann. Derartige Driftbildungen sind uns aus Tasmanien und Australien bekannt und von anderem Charakter.

Das Fehlen von marinen Fossilien mag sich in manchen Schichten nach Analogie mit den Beobachtungen der deutschen Südpolarexpedition in den eiskalten Buchten des antarktischen Meeres erklären lassen, aber gerade die australischen Driftsedimente und das Vorkommen der Conularien in der Nilawan der Saltrange lehren, daß auf gleichzeitige permische Bildungen die Beobachtung eine sehr bedingte Anwendung findet.

So bleibt es mir nach wie vor ein wichtiger Unterschied zwischen indischer und südafrikanischer Vereisung, daß dort ein von Zentralindien ausgehendes Eisfeld sich unmittelbar bis an das Meeresufer herunterzieht, in Südafrika aber das Meer vom Eis nicht erreicht wird.

Am bedeutsamsten ist aber die Feststellung, daß in Südafrika die Bewegung des Eises gegen Süden, in Indien gegen Norden, also in beiden Fällen gegen die Pole gerichtet ist. Die Beobachtungen, welche im nordöstlichen Indien für entgegengesetzten Geschiebetransport geltend ge-

macht werden (s. o.), dürften sich bei genauerer Durchforschung ähnlich aufklären, wie die angeblichen Abweichungen in Transvaal. Dieser Kontrast beweist für sich, daß man es nicht mit einer gleichmäßig regulierten Vereisung zu tun hat, sondern daß getrennte Vereisungsherde von ganz verschiedenen Richtungen in der Bewegung der Massen angenommen werden müssen<sup>1</sup>.

Auch in Australien handelt es sich, soweit wir über die Schriffe durch Inlandeis und über den Geschiebetransport unterrichtet sind, um eine von Süden nach Norden zielende Richtung; die Abweichungen auf der in Cap Jervis endigenden Halbinsel, speziell am sogen. Selwynfelsen und im oberen Gebiet des Bungala-Flusses können als lokale gedeutet werden. Diese anscheinende Übereinstimmung mit Indien wird zu einem Unterschied, wenn wir auf die heutige Lage der Pole abstellen; die Bewegung des Eises in Australien war polflüchtig, also gewissermaßen normal, die in Indien polstrebig, also abnorm. Soweit wir bisher über die Geologie Australiens unterrichtet sind, kommen permische Moränen in Viktoria, in der Umgebung des Vincentgolfs im südlichen Südaustralien und vielleicht an dem weit im Innern gelegenen Yellow Cliff vor. Sonst sind nur Driftphänomene bekannt, welche sich in den marinen permischen Schichten von Tasmanien, Queensland und New South Wales in voller Deutlichkeit zeigen, aber offenbar auch im Norden und im Westen bekannt wurden. Durch die neueren Forschungen ist marines Perm auch im Norden und besonders im Westen in solcher Ausdehnung bekannt geworden, daß der Umfang des alten

<sup>1</sup> Vergl. auch PENCK, l. c. p. 263, wo außerdem die im wesentlichen meridionale Richtung der Schriffspuren betont wird. „Ein derartiges Vorwalten meridionaler Bewegungsrichtungen der permocarbonischen Gletscher paßt nicht recht zur Annahme eines Poles mitten im Indischen Ozean, sie ist in bezug auf denselben nicht radiär, sondern im wesentlichen peripherisch.“



Kontinents dadurch sehr reduziert erscheint. Ich muß hierauf mit einigen Worten eingehen.

Im Northern Territory<sup>1</sup> wurde Perm (in der australischen Literatur z. T. als Obercarbon und Permocarbon bezeichnet) bei Cape Dombey, Fossil Head, Port Keats und an anderen Orten nachgewiesen. Bei den Bohrungen von Port Keats sind auch *Glossopteris*-Blätter mit heraufgebracht.

Die Vorkommen im Kimberley-Distrikt sind altbekannt. Die glazialen Erscheinungen sind unsicher; von der Fauna (*Productus brachytheirus* SOW., cf. *subquadratus* MORR., *Spirifer tasmaniensis* MORR., *Cyrtina carbonaria* MC COY var. *australasica* ETH., *Parallelodon subargutus* KON. sp., *Pachydomus* cf. *subglobosus* SOW., *Euphemus Orbigny* PORTL. var., *Pleurotomaria humilis* De KON., Bryozoen) kann man sagen, daß sie noch wesentlich die tasmanisch-ostaustralische ist, wenn auch die Eurydesmen fehlen. Die Bestimmungen sind allerdings der Revision sehr bedürftig. FRECH setzt die Schichten in die jüngere permische Eiszeit Australiens, in welcher die Driftbildungen ihr Maximum erreichten; ich habe nicht den Eindruck gewonnen, daß man es in Australien mit zwei Eiszeiten und entsprechendem Interglazial zu tun hat. Wohl wechseln paralische Kohlenbildungen im Osten mit marinen Bildungen, in denen glaziale Blöcke liegen, wohl sind für die einzelnen Abteilungen enorme Mächtigkeiten angegeben, allein die letzteren sind mehrfach unverbürgt oder Abstracta aus Dutzenden von Profilen und sind an sich nicht vielsagend, wie ein Vergleich mit den für ähnliche Ablagerungen kursierenden Zahlen erhellen läßt<sup>2</sup>, und vor allem zeigen innerhalb dieser wechselvollen Ablagerungen weder Tiere noch

<sup>1</sup> H. Y. L. BROWN, Records of Northern Territory Boring Observations. No. 17—19.

<sup>2</sup> Im Saarbrückener Revier wird die Mächtigkeit der Saarbrückener und Ottweiler Schichten auf 20 000' angegeben.

Pflanzen derartige Änderungen im Charakter und der Zusammenstellung der Flora und Fauna, wie es bei starken klimatischen Differenzen erwartet werden sollte.

Eine bedeutende Ausdehnung scheinen permische Sedimente im Gebiet des Gascoyne-River zu haben. Sie ziehen sich in der Tiefe bis zur Küste hin, denn bei Carnarvon wurde im Bohrloch Pelican Hill<sup>1</sup> unter mesozoischen Schichten in 1400' Tiefe ein fossilführendes kalkiges Sediment erschlossen, in dem sich Spiriferen und *Aviculopecten* nachweisen ließen. Bis 2300' Tiefe enthalten die Bohrkerne Fossilien, jedoch ist keine verwendbare Bestimmung gegeben.

In der Einleitung zu Bulletin No. 10 der Western Australia Geological Survey schreibt MAITLAND: „In the Gascoyne district the beds consist of sandstones, shales, limestones and conglomerates. Near the base of the series is a well-marked boulder bed, shewing undoubted evidence of glacial origin. The boulder bed is made up of a heterogeneous collection of all varieties of crystalline rocks, together with many very large flat-sided boulders of granite“. Hier tritt also Glazial, vermutlich als Driftablagerung, in Beziehung zu marinem Perm. Schön gekritzte Geschiebe sind im Ann. Rept. f. 1900 auf Taf. IV abgebildet; leider findet man keine Mitteilungen über das Profil.

Von besonderer Bedeutung ist der Fund von *Edestus Davisi* H. WOODW.<sup>2</sup>, den schon KARPINSKY in die Gattung *Helicoprion* einreichte. In einer Notiz über das Vorkommen von *Helicoprion* in der Saltrange machte ich auf die stratigraphische Bedeutung der hoch spezialisierten Form aufmerksam, die seitdem auch in Japan in Begleitung von permischen Fossilien gefunden ist. Derselbe eisenschüssige Sandstein, der am Arthur River, einem Nebenflusse des Gascoyne,

<sup>1</sup> Ann. Rept. f. 1903. Perth 1904.

<sup>2</sup> Geol. Mag. 1886. p. 1.

den *Helicoprion* lieferte, enthält am Lyons River zahlreiche Exemplare der *Spiriferina lata* MC COY, die nach den Abbildungen sich von *Sp. niger* WAAG. aus dem unteren *Productus*-Kalk nicht unterscheiden läßt<sup>1</sup>. Aus wahrscheinlich etwas höheren, kalkigen Schichten wurde schon vor Jahren<sup>2</sup> *Spirifer vespertilio* erwähnt. Die neuerdings gebrachten Abbildungen<sup>3</sup> lassen die nahe Verwandtschaft der Fauna mit der indischen sofort erkennen. *Sp. musakheyensis* var. *australis* ist von mir auch in der Saltrange gesammelt, *Sp. Hardmanni* eine auch bei Amb vorkommende Varietät von *Sp. Marcoui*, *Athyris Maccleyana* ident mit *A. capillata*, *Aulosteges baracoodensis* kaum unterscheidbar von *A. Medlicottianus*, *Productus tenuistriatus* DE VERN. var. *Foordi* ETH. aus dem Formenkreis des *Pr. tumidus*, *Hexagonella dendroidea* eine für unteren und mittleren *Productus*-Kalk bezeichnende Bryozoe.

Ähnliche Beziehungen zum *Productus*-Kalk lassen auch die Funde am Irwin River erkennen. *Pr. subquadratus* gehört in die Reihe des *Pr. Abichi*, *Pr. undatus* steht dem *Pr. opuntia* nahe, *Pr. tenuistriatus* dem *Pr. tumidus*. Hier sind dann aber auch östlich und südöstlich von Geraldton kohlenführende Schichten mit *Glossopteris* in großer Ausdehnung bekannt.

Das marine Perm geht also sicher bis zum ca. 29.<sup>0</sup> s. Br. herunter; dadurch wird die völlige Abtrennung Australiens von der indisch-äthiopischen Landmasse zur oberpermischen Zeit sehr wahrscheinlich gemacht. Weiter im Süden und Osten scheint es zu fehlen. Aus den Bohrlöchern in der Gegend von Fremantle sind durch Versteinerungen nur jüngere Sedimente festgelegt. A. GIBB MAIT-

<sup>1</sup> *Spirifer nitiensis* DIEN. steht ebenfalls dem *Sp. niger* W. sehr nahe. WAAGEN's Originale sind sehr mangelhaft erhaltene Stücke.

<sup>2</sup> Geol. Mag. 1890. p. 145, 193.

<sup>3</sup> Western Australia. Geol. Survey. Bull. No. 10. 1903.

LAND schreibt mir, daß *Tellina*, *Fusus*, *Triton*, *Callianassa* oder *Thalassinia*, *Amusium*, *Chlamys*, ?*Carcharodon* bestimmt wurden. „For all the evidence there is at present available they may be Tertiary or Mesozoic (possibly even Cretaceous). These beds cannot be definitely correlated with any yet known in either the Derby-Kimberley or the Gascoyne Districts.“ In einem Fall ist der Granit erbohrt (in 1486' Tiefe), aber die Fossilien aus diesem Bohrloch werden aus 215' Tiefe angegeben, während darunter noch 1200' Sandstein und Sand unbestimmten Alters lagern. Durch die Bohrungen an der Südküste zwischen Eucla und Israelite Bay ist eine enorme Mächtigkeit der jungen und tertiären Ablagerungen festgestellt, kein Perm<sup>1</sup>.

Gehen wir zur Ostküste über, so ist in Queensland und New South Wales die Driffazies des Glazials herrschend. Nur Grasstree und Frasers Creek Station könnten eine Ausnahme machen. Woher die Erratica stammen, ist nicht sicher bekannt. Zwischen die beiden marinen Ablagerungen, welche im wesentlichen die gleiche Fauna enthalten und enorm mächtig sein sollen<sup>2</sup>, schalten sich die Greta Coal Measures ein, mit ca. 20' Kohle bei 130' Mächtigkeit. Über dem marinen Komplex liegen die Middle (Eastland) Coal Measures, etwa 570' mit 40' Kohle. Geglättete und geschliffene Geschiebe werden aus den Konglomeraten der Upper marine Series angegeben; die Angaben über glaziale Spuren auch im unteren marinen Komplex bedürfen der Bestätigung. Das letzte Wort ist über diese Schichten wohl überhaupt noch nicht gesprochen.

In Queensland sollen in die Schichten mit *Productus brachytheirus* und *subquadratus* sowohl gekritzte Geschiebe wie *Glossopteris*-Reste eingeschwemmt sein. In Tasmanien

<sup>1</sup> Über diese Bohrungen vergl. Ann. Rept. Western Austr. Geol. Survey f. 1900, 1902, 1903. Bulletin No. 4. 1900.

<sup>2</sup> Nach DAVID 4800' und 5000'.

liegen die glazialen Geschiebe ebenfalls in marinen Schichten mit *Productus brachytheirus*, *Spirifer tasmaniensis*, *Ravanah*, *Darwini*, *vespertilio*, *subradiatus* und zahlreichen Eurydesmen (der bis zur Saltrange reichenden Fauna), aber die Pflanzen treten erst höher auf; einzeln liegen sie in den oberen marinen Schichten, in denen die Fauna etwas verarmt, dann folgen limnische (angeblich marine) *Gangamopteris*-Schichten. Über die tasmanischen Profile und über ihre Fossilführung hoffe ich übrigens demnächst eingehender berichten zu können. Die Erratica bei Hobart sind nicht tasmanischen Ursprungs, nur von Strahan berichtet T. B. MOORE das Vorkommen tasmanischer Gesteine. Die große Wahrscheinlichkeit spricht für Transport von Süden oder Südwesten her.

Schichten mit *Productus brachytheirus* (Maitai-Schichten) sind auch auf Neuseeland gefunden, aber glaziale Phänomene sind hier nicht bekannt.

Dem marinen Perm mit eingestreuten Blöcken stehen gegenüber die moränenartigen Bildungen von Südaustralien, d. h. besonders der Umgebung des Vincentgolfs, wahrscheinlich auch am Yellow Cliff im Innern, und von Victoria. Hier begegnen wir einer Inlandvereisung. Schon durch den moränenartigen Habitus des „mudstone“ und durch die Bearbeitung des Untergrundes wird Eisbergwirkung als Ursache ausgeschaltet. Wie an manchen Stellen Südafrikas laufen die Schrammen ohne die Richtung zu ändern über Hügel und Mulden fort, wobei Höhendifferenzen von 600' vorkommen. Gegen Drift spricht auch das Vorkommen einheimischer Gesteine unter den allerdings überwiegenden erratischen Typen in Victoria<sup>1</sup>. In Südaustralien überwiegt einheimisches Material,

<sup>1</sup> Bei Bacchus Marsh, Victoria, sollen Erratica aus Tasmanien und Gipsland vorkommen. Unmittelbar über dem granitischen Untergrund enthält die Moräne auch Granit-Grus und -Geschiebe. Vergl. Rept. VII. Meeting Australas. Assoc. Advanc. Sci. Sydney 1898. p. 360. VI. Meeting. Brisbane 1895. p. 323.

aber der Lokalmoräne mischen sich auch stets Geschiebe, z. B. Granite, bei, deren Ursprung zwar noch in Australien, aber 35 miles weiter südlich zu suchen ist. Die Erratica des Inman-tals<sup>1</sup> werden auf die Gegend von Port Victor zurückgeführt; die große Mächtigkeit der Moräne, die auf geschrammtem Untergrund liegt, ist bemerkenswert (angeblich sind durch Bohrungen 450 m festgestellt).

Von Bacchus Marsh, dem bekannten Vorkommen in Victoria, sagt N. O. HOLST<sup>2</sup>: „Here occurs a typical boulder clay, of blue colour, containing striated stones of many kind of foreign rocks. This boulder clay is overlaid by sandstone with *Gangamopteris*“. Die angebliche Mächtigkeit der glazialen Schichten (1400') wird auf einen Irrtum zurückgeführt, den die Neigung der Schichten verursachte. Die Geschiebformation vertritt in monotoner Ausführung die durch den Wechsel mariner und paralischer Schichten variierte Folge in NS.-Wales. Mehrmals wiederholen sich Moränen, Konglomerate und Sandstein, so daß man eine Reihe von Oszillationen des Eisrandes voraussetzen muß; zuweilen werden unter den meist ungeschichteten Moränen (sandstones) Stauchungen der geschichteten Lagen beobachtet. Marine Fossilien fehlen überall.

Die Verschleppung der Blöcke von Süden gegen Norden in Südaustralien und Victoria läßt nur den Schluß zu, daß hier der Kontinent gegen Süden ausgedehnt war, während im Westen, Norden und Osten bedeutende Gebiete des jetzigen Kontinents unter dem Spiegel eines seichten permischen Meeres versenkt lagen. Die Verbindung Australiens mit einem antarktischen Kontinent ist nicht wahrscheinlich. Immerhin mag die Ausdehnung nach Süden derartig gewesen sein, daß der Austausch der Eury-

<sup>1</sup> Rept. VII. Meeting. p. 114. Trans. Roy. Soc. South Australia 1897. p. 61.

<sup>2</sup> Geol. Mag. 1901, p. 210.

desmenfauna mit Indien sich von Tasmanien her leichter an der Ostküste und dann durch die malayischen Gewässer vollzog.

Die marinen Permschichten im Westen und Osten sind faunistisch ziemlich verschieden, obwohl man sich auf das dürftige Material nicht zu sehr stützen darf. Noch ist kein *Eurydesma* im Westen gefunden, kein *Helicoprion*, keine *Hexagonella*, kein *Aulosteges* im Osten. Die westlichen Permschichten ähneln faunistisch stärker dem *Productus*-Kalk und werden im Gascoyne-Distrikt vom „boulder bed“<sup>1</sup> unterlagert; sie sind postglazial wie jene indischen Kalke. Man könnte dann vielleicht annehmen, daß während der Vereisungen Australien im Westen weiter ausgedehnt war, vielleicht mit dem äthiopisch-indischen Riesenkontinent zusammenhing und von diesem die Vegetation erhielt, während später das Meer den Zusammenhang zerstörte und Australien isolierte. Eine derartige Veränderung könnte mit dem Schwinden der permischen Gletscher wohl in kausalen Zusammenhang gebracht werden.

Für die chronologische Limitierung der Eiszeit haben wir nunmehr folgende Momente. Glazialschichten und Eurydesmensschichten liegen in Australien über dem Untercarbon und zwar durch eine Diskordanz und durch scharfen Wechsel der Pflanzen und Tiere von ihm geschieden, sie sind wesentlich jünger. Mit Glazialschichten und Eurydesmensschichten beginnt in der Saltrange eine Serie, die nach oben durch *Productus*-Kalk in die Trias übergeht. Aus Kaschmir lernten wir durch NOETLING, daß die *Gangamopteris*-führenden Schichten (etwa gleich den Karharbaris) unter dem *Productus*-Kalk lagern, aus der Peninsula, daß sie über den tiefsten Moränen der Talscher-Schichten sich finden.

<sup>1</sup> Mit „faceted pebbles“.

Moränen und Pflanzenführung schließen sich ihrer Natur nach meist aus, aber in den Driftbildungen Australiens lernen wir die *Glossopteris-Gangamopteris*-Flora als coëtan den Vereisungsphänomenen kennen. Eine noch schärfere Einstellung erlauben die Funde an der nördlichen Dwina, die wir AMALITZKY verdanken; selbst wenn wir eine sehr langsame Wanderung der Pflanzen von Süden nach Norden annehmen, wird doch das hier erwiesene Auftreten von *Gangamopteris* im oberen Perm seine Bedeutung für die Altersbestimmung des südlichen Permoglazials behalten.

Die stratigraphische Stellung der Schichten, in denen AMALITZKY seine großen Funde machte, wird von ihm selbst präzisiert in C. R. 4. März 1901. p. 2, oben:

1. Mergel und Sandstein von Aristov, dem oberen Zechstein entsprechend, mit *Synocladia virgulacea* PHILL., *Acanthocladia anceps* SCHL., *Edmondia elongata* HOWSE, *Loxonema Gibsoni* BROWN., *L. altenburgensis* GEIN., *Turbo obtusus* BROWN.
2. *Glossopteris*-Stufe. Bunte Mergel mit linsenförmigen Einschlüssen von Sanden und Sandsteinen. *Glossopteris indica*, *angustifolia*, *stricta*, *Gangamopteris major*, *cyclopteroides*, *Vertebraria*. *Pareiasaurus*, *Dicynodon*. *Palaeomutela*, *Oligodon*, *Palaeanodonta*.
3. Bei Opoki und Jéciptseo unterlagert von Mergeln und Sanden mit *Callipteris conferta*, *Lepidodendron* etc.
4. Sandsteine, Mergel und Sande von Brasnoborsk und Labli an der oberen Toïma und der Seftra. *Geinitzella columnaris* SCHL., *Fenestella retiformis* SCHL., *Productus Cancrini* VERN., *Macrodon Kingianum* VERN., *Leda speluncaria* GEIN., *Nucula Beyrichi* SCHAUR., *Bakewellia ceratophaga* SCHL., *Schizodus rossicus* VERN., *Sch. planus* GOL., *Streblopteria sericea* VERN., *Murchisonia subangulata* VERN.



Dieselben Angaben über das Vorkommen mariner Zechsteinkalke im Hangenden und Liegenden finden sich in der Abhandlung über die Ausgrabungen von 1899 in den Trav. de la Soc. des Natural. de Vars. 1900.

Diese Schichten kann man nur dem Zechstein vergleichen; es ist nebensächlich, wenn in den darüber liegenden Mergeln nochmals *Callipteris conferta* und *Lepidodendron* (dessen Bestimmung zudem kontrolliert werden müßte) erscheinen.

FRECH hat in der Lethaea<sup>1</sup> die Dwina-Schichten mit den Panschets parallelisiert, die wir übereinstimmend in die Trias versetzen. Dem kann ich mich nicht anschließen, selbst wenn ich von der festgelegten Beziehung der Dwina-Schichten zu marinen oberpermischen Sedimenten absehen wollte. Schon floristisch verleiht die Häufigkeit von *Gangamopteris* neben *Glossopteris indica* und *angustifolia*, *Vertebraria* und *Callipteris conferta* dem Dwinavorkommen ein älteres Gepräge. Wenn wir die letztere, dem nördlichen Florenbezirk entstammende Form ausschalten, kann man an Barakar oder Karharbari denken. Auch die Mollusken — *Palaeomutela*, *Carbonicola*, *Anthracosia* — haben dyadischen Charakter.

Über die Wirbeltiere ist keine ausführliche Mitteilung erschienen, jedoch ist man im allgemeinen orientiert. Einige Angaben verdanke ich V. HUENE, der einen Teil der Funde in Warschau besichtigt hat. *Melanerpeton* und *Rhopalodon* deuten sicher auf Perm, *Inostranzewia* ist verwandt mit *Lycosaurus*, die Pareiasaurier sind bezeichnend für die unteren Beaufort-Schichten in Südafrika, *Gordonia* und *Geikia* sind aus Elgin beschriebene Gattungen, aber aus jenem Lager, dem man jetzt im allgemeinen auch permisches Alter zuschreibt.

<sup>1</sup> Lethaea. Dyas. p. 610, 611. Ich möchte allerdings die Panschets nicht gerade dem Keuper gleichsetzen. Erst die Maleri-Gruppe mit *Belodon* und *Hyperodapedon* hat dieses junge Alter.

Wenn ein triassischer Einschlag vorhanden ist, so kommt das in diesen Lagen nicht unerwartet. Im süddeutschen Buntsandstein fand sich in *Sclerosaurus armatus* ein Nachzügler der Pareiasaurier resp. der Procolophoniden, und in der Pfalz gehen die letzten Arten der marinen Permfauna bis in den Buntsandstein hinauf. Paläozoisches und mesozoisches System sind an vielen Orten eng verknüpft. Aber gerade bei den Versuchen, den klimatologischen Schwankungen und den Wanderungen der Tiere und Pflanzen nachzugehen, muß man mit allen Mitteln versuchen, die zeitlichen Trennungslinien zu konstruieren. Nach AMALITZKY's späteren Angaben gelingt dies nunmehr für die Dwina mit Sicherheit.

In Südafrika werden die Beaufort-Series für Trias inkl. Keuper, die Stormberg-Series für Rhät erklärt. Ich glaube indessen, daß man das Alter etwas zurückschrauben muß. Wenn in der vortrefflichen, von HATCH und CORSTORPHINE verfaßten Geology of South Africa (1905) der ganze über den Ekka-Schichten liegende Teil des Karroosystems der Trias zugeteilt wird, so ist die Begründung dafür doch zu schwach. Die unteren Beaufort-Schichten mit Pareiasauriern, die mittleren mit Dicynodontiern sind wahrscheinlich permisch, und in den Stormberg-Schichten verkörpert sich nicht nur unser Rhät, sondern es stecken in ihnen auch noch Äquivalente des Keupers. Das Vorkommen von *Ceratodus*, *Semionotus*, Zanclodontiden gibt in dieser Hinsicht bestimmte Fingerzeige. Wir sind darin einig, daß die glazialen Schichten Südafrikas auf denselben Teilstrich unserer Zeittafel einzustellen sind wie die Indiens; dann sind aber die eigentlichen Karroosedimente zu sehr nach oben gestreckt.

DU TOIT trennte 1904 die oberen Beaufort-Schichten als Burghersdorp beds ab<sup>1</sup>. Außer Zanclodontiden, *Microgompho-*

<sup>1</sup> Es heißt sehr bestimmt: The fauna of the lower portion of the Beaufort Series is entirely different from that of the Burghersdorp beds.

*don*, *Trirhachodon*, *Diademodon* und *Cynognathus* verdienen die Labyrinthodontier hervorgehoben zu werden, von denen *Batrachosuchus Browni* und *Cyclotosaurus Albertyni* (eine dem *Cycl. robustus* aus dem schwäbischen Schilfsandstein nahe stehende Form) von BROOMS beschrieben sind.

Die Flora, mit *Thinnfeldia*, *Gingko*, *Stenopteris*, *Taeniopteris*, *Pterophyllum* (eine dem *Pt. Jaegeri* Schwabens verwandte Art), *Glossopteris* (letztes Vorkommen in Südafrika) entspricht demselben Niveau, teils eilt sie voran. Die Angabe lepidendroider Stämme will freilich nicht recht dazu passen; eine nähere Bestimmung ist unbedingt erforderlich, vielleicht handelt es sich auch um *Pleuromoia*-ähnliche Pflanzen<sup>1</sup>.

Die Stormberg beds werden seit geraumer Zeit in 4 Abteilungen gebracht: Molteno beds, Red beds, Cave sandstone und Volcanic beds, in denen wir die Laven der Radschmahals wieder zu erkennen glauben. Reptilien fanden sich besonders in den Red beds und im Cave sandstone. *Notochampsia* aus den obersten Schichten soll an *Pelagosaurus* des Jura erinnern, alle übrigen Funde sind von echt triassischem Habitus. In der Flora fehlen *Glossopteris* und die Lepidendroiden, die übrigen Gattungen setzen in meist denselben Arten weiter fort. Mehrere von ihnen sind auch in den Radschmahals Indiens und in den Hawkesbury-Schichten Australiens nachgewiesen.

Das Fehlen von *Glossopteris* und ausgesprochenen Leitpflanzen der *Glossopteris*-Flora gilt für einen charakteristischen

---

The former is characterised by reptilia such as *Pareiasaurus*, *Oudenodon* and *Titanosuchus*, the latter by reptilia belonging to the order Theriodontia, while in addition the remains of amphibia are not uncommon. The adoption of the new name Burghersdorp beds is thus justified. IX. Ann. Rept. Geol. Comm. Cape of Good Hope f. 1904 (1905). p. 77.

<sup>1</sup> Noch während des Druckes dieser Zeilen erhalte ich die Mitteilung von neuen, durch SEWARD bestimmten Funden. Proc. Geol. Soc. No. 849. Die Gattungen sind *Schizoneura*, *Thinnfeldia*, *Taeniopteris*, *Danaeopsis*, *Odontopteris*, *Strobilites*, *Pterophyllum*, *Stigmatodendron*.

	Südafrika	Südafrika nach BROOMS	Indien	Einige Parallelen in Europa	
Cave sandstone	<i>Hortalotarsus skirtopodus</i> , <i>Notochampsia longipes</i> und <i>istedana</i>	Obere Stormberg beds mit <i>Massospondylus</i> , <i>Euskelosaurus</i> , <i>Hortalotarsus</i> , <i>Notochampsia</i>		<i>Zanclodon</i> , <i>Plateosaurus</i> (ob. Keuper—Rhät)	
Red beds	<i>Euskelosaurus Brownii</i> (aff. <i>Zanclodon</i> ), <i>Orinosaurus capensis</i> , Genus aff. <i>Massospondylus</i> , <i>Notochampsia</i> , <i>Hortalotarsus</i> (aff. <i>Anchisaurus</i> ), <i>Dicynodon testudiceps</i>			Panschets und Maleri <i>Xestorhyttias</i> , <i>Belodon</i> , <i>Parasudus Hislopi</i> , <i>Hyperodapedon Huxleyi</i> , <i>Capitosaurus</i> , <i>Pachygonia incurvata</i> , ? <i>Massospondylus</i>	
	Molteno-Schichten ohne Reptilien				<i>Hyperodapedon</i> } Elgin <i>Staganolepis</i> }
Burghersdorp beds (Obere Beaufort-Schichten)	<i>Tribolodon frerensis</i> , <i>Galesaurus planiceps</i> , <i>Euskelosaurus</i> (?), <i>Microgomphodon oligocynus</i> , <i>Trirhachodon Kanne-meyeri</i> , <i>Berryi</i> , <i>Diademodon mastacus</i> , <i>Brownii</i> , <i>Cynognathus Ferryi</i> , <i>Gomphognathus polyphagus</i> , <i>Cyclotosaurus Albertyni</i> , <i>Batrachosuchus Brownii</i> , <i>Micropholis granulata</i> , <i>Karroomys</i> , <i>Procolophon trigoniceps</i> (untere Schichten; DU TOIT), <i>Paliguana Whitei</i> , <i>Dicynodon</i>	<i>Cynognathus</i> beds mit <i>Cynognathus</i> , <i>Gomphognathus</i> , <i>Erythrosuchus</i> (aff. <i>Belodon</i> ), <i>Howesia</i> (aff. <i>Hyperodapedon</i> ), <i>Cyclotosaurus</i>	Bijori und Mangli <i>Epicampodon indicus</i> , <i>Dicynodon orientalis</i> ( <i>Ptychognathus</i> ), <i>Gonioglyptus longirostris</i> , <i>Huxleyi</i> , <i>Glyptognathus fragilis</i>	<i>Cyclotosaurus</i> (Schilfsandstein)	
Mittlere Beaufort-Schichten	<i>Eumothosaurus</i> , <i>Lycosaurus</i> , <i>Aelurosaurus</i> , <i>Cryptodraco</i> , <i>Pristerognathus</i> , <i>Tigrisuchus</i> , <i>Theromus</i> , <i>Saurosternum</i> , <i>Cynodraco</i> , <i>Cynosuchus</i> , <i>Galesaurus planiceps</i> , <i>Cynognathus</i> , <i>Cynochampsia</i> , <i>Tribolodon</i> , <i>Herpetochirus</i> , <i>Dicranozygoma</i> , <i>Scalopsaurus</i> , <i>Titanosuchus</i> , <i>Thrinarodon</i> , <i>Phocosaurus</i>	<i>Procolophon</i> beds mit <i>Procolophon</i> , <i>Paliguana</i> , <i>Proterosuchus</i>			
Untere Beaufort beds	<i>Eryops</i> , <i>Petrophryne</i> , <i>Pareiasaurus</i> , <i>Anthodon</i> , <i>Propappus</i> , <i>Procolophon</i> , <i>Gorgonoops</i> , <i>Delphinognathus</i> , <i>Tapinocephalus</i> , <i>Kistecephalus</i> , <i>Theriongnathus</i> , <i>Platypodosaurus</i> , <i>Tropidostoma</i> , <i>Keirognathus</i> , <i>Hyorhynchus</i> , <i>Eurycarpus</i> , <i>Dicynodon</i> , <i>Oudenodon</i> (erstes Lager).	<i>Lystrosaurus</i> beds	Barakar <i>Gondwanosaurus</i> , <i>Brachyops</i> (aff. <i>Micropholis</i> )	<i>Trematosaurus</i> } Bunt-Sclerosaurus } sandstein	Untere Trias
		<i>Kistecephalus</i> beds <i>Endothiodon</i> beds <i>Oudenodon</i> , <i>Dicynodon</i> (Hauptlager) <i>Pareiasaurus</i> beds <i>Pareiasaurus</i> , <i>Titanosuchus</i> , <i>Dicynodon</i>			

Zug der Stormberg beds, indessen darf man dies nicht zu stark betonen, da im australischen Bezirk *Glossopteris* noch höher und *Thinnfeldia odontopteroides* schon viel tiefer gefunden sein soll<sup>1</sup>.

Die Angaben über die Reptilfunde in Indien und Südafrika habe ich in einer Tabelle zusammengefaßt. Auffallend ist die anscheinend schwache Besiedelung Indiens mit Reptilien in der permischen Zeit gegenüber Südafrika. Es ist dies vor allem auf mangelhafte Nachforschung zurückzuführen, sonst könnte man einer solchen Tatsache entnehmen, daß das Klima kühler war und blieb als in Südafrika. Aus der geringen Zersetzung der Feldspate in den Panschets hat OLDHAM auf Rekurrenz eines kühlen Klimas geschlossen, aber gerade aus diesen Schichten sind die meisten Reptilien bekannt.

Es läßt sich der Tabelle ferner entnehmen, daß die Dicyodontier vom Perm bis zur oberen Trias persistierten, in Europa aber vor dem Keuper verschwinden. Die Pareiasaurier sind in Südafrika auf die tiefen Horizonte beschränkt, mit Ausnahme von *Procolophon*; auch an der Dwina liegen ihre Reste in unbezweifeltem Perm, während in Mitteldeutschland nur der triadische Procolophonide *Sclerosaurus* bekannt ist. Das gleichzeitige Auftreten der Zancloodontiden im Keuper sowohl in Südafrika wie in Indien, anscheinend auch in Australien, setzt Landverbindungen voraus, die sich auch nach Europa erstreckten.

### **Festländer und Meere zur permischen Zeit.**

Eine graphische Darstellung der vermutlichen Verteilung von Meer und Festland zur permischen Zeit kann gegenwärtig nur ein Versuch sein, dessen Schwächen ich weder zu be-

<sup>1</sup> *Taeniopteris Daintrei* und *Thinnfeldia odontopteroides* werden zitiert aus den Clarence River-Schichten und aus den Burrum-Kohlenschichten in Queensland.

tonen noch zu entschuldigen brauche. Die Unterlagen für meine Karte sind aber auch nicht bedenklicher als in anderen Fällen, wo man eine Rekonstruktion nicht gescheut hat, und vom praktischen Standpunkt aus können wir sagen, daß wir bei den verwickelten Diskussionen die graphische Veranschaulichung nicht mehr entbehren können, ohne den Anhalt zu verlieren.

Die Meere sind zunächst rekonstruiert nach den Angaben über Fundorte mariner Fossilien, für die Zusammenlegung der Festländer im Süden ist die Ausbreitung der *Glossopteris*-Flora maßgebend geworden, in Verbindung mit dem Fehlen permischer Meeressedimente an den Küsten der indischen Peninsula, Afrikas, Südamerikas. Es sei übrigens daran erinnert, daß die Sporen von Farnen und Lycopodialen durch den Wind sehr leicht und auf sehr weite Entfernung verschleppt werden. Wenn Inseln in nicht zu großem Abstände vorhanden waren, konnten auch Meere die Ausbreitung solcher Floren nicht hemmen. Das Auftauchen von *Glossopteris* auf verschiedenen Stellen nördlich von Indien, bis zur Dwina, hat nichts Befremdendes.

Man kann aus dem gewonnenen Bild einige Vorstellungen gewinnen über den Verlauf der permischen Meeresströmungen und es würde von Interesse sein, aus demselben Gedankengange heraus die Verbreitung einiger wichtiger Tiere zu prüfen. Ich habe auf der Karte durch die Einfügung der Buchstaben *L* (*Lyttonia*), *R* (*Richthofenia*) usw. an einige der bekanntesten und zugleich spezialisiertesten Formen angeknüpft.

Die Verbreitung auffallender, gut kenntlicher Brachiopoden verdient eine ganz besondere Beachtung, weil das larvale Leben dieser Tiere ein Moment birgt, das bestimmend in die Verbreitungsmöglichkeit eingreift<sup>1</sup>. Die Larven nehmen keine

<sup>1</sup> Ich verdanke diesen Hinweis meinem Freunde BLOCHMANN, der demnächst ausführlicher über die geographische Verbreitung der Brachiopoden berichten wird.

Nahrung auf und werden nicht länger als 8 Tage im Wasser schwimmend oder treibend zubringen können. In der enormen Strömung eines Golfstroms könnte allerdings eine treibende Larve in 8 Tagen gegen 1000 km zurücklegen, aber tatsächlich sind Brachiopodenlarven (mit Ausnahme von *Discinisca*) im Plankton nicht beobachtet. Sie wandern an den Küsten oder an Inselgruppen entlang. Wenn dies schon von lebenden Liothyriden, Terebratulinen etc. gilt, so wird man die Verbreitung ausgesprochener Riffbewohner wie *Lyttonia*, *Richthofenia* für noch erschwerter halten müssen. Sie setzt lange Wanderzeiten und bedeutende Entwicklung von Küsten voraus. Bei dieser gleichsam schrittweisen Verschiebung des Wohnsitzes erklärt es sich, daß Arten, welche in einer bestimmten Gegend zuverlässige Leitfossilien sind, in anderen Gegenden ein höheres oder tieferes Niveau einnehmen.

Je nach dem Ausgangspunkt eines Autors werden gewisse Schichten als obercarbonisch, unter- oder oberpermisch bezeichnet. Obercarbonisch hießen noch vor kurzer Zeit auch die *Productus*-Kalke der Saltrange, obwohl schon aus NOETLING's Aufnahmen hervorging, daß sie ein Äquivalent der Dyas sein müssen; durch die alpinen Funde ist dies bestätigt. TSCHERNYSCHEW ist der sicheren Überzeugung, daß seine Schwagerinenstufe ein Äquivalent des mittleren *Productus*-Kalks ist. Man könnte versucht sein, seine Schlußfolgerung, daß der *Productus*-Kalk zum größeren Teil Obercarbon ist, umzudrehen, und eine Überprüfung der obersten Carbonstufen Rußlands ist nicht wohl zu umgehen<sup>1</sup>, allein es muß auch dem Zeitverbrauch bei den Wanderungen der Tierwelt Rechnung getragen werden. Ehe die von der uralischen Meeresprovinz ausstrahlenden Tiere in Südasien anlangten,

<sup>1</sup> Das Vorkommen permischer Pflanzentypen im Obercarbon des Donjetz erregt z. B. Bedenken.

könnte eine beträchtliche Zeit hingegangen sein<sup>1</sup>. Die Voraussetzung für solche Wanderungen ganzer Faunen ist eine entsprechende Ausdehnung der ihnen zusagenden Lebensbedingungen. Für die uralischen Elemente trat dies erst nach der permischen Eiszeit ein. Während und unmittelbar nach der Vereisung war das indische Meer von kälteliebenden Formen bewohnt (Conularien- und Eurydesmenfauna).

In Rußland verbinden starke Verwandtschaftsfäden die Tierwelt des jüngsten Carbons mit den vorhergehenden Phasen. Nichts deutet hier auf eine stärkere Erschütterung des physikalischen Gleichgewichts. Wäre die Eiszeit eine carbonische, so wären die nördlichen Meere ihrem Einfluß entzogen gewesen.

Bei der Ausarbeitung meiner Karte habe ich auf eine maximale Ausbreitung der permischen Meere abgestellt, also auf eine Zeit, die nach meiner Auffassung der permischen Vereisung folgte. Dabei habe ich mich SCHELLWIEN's Ansicht, daß die Doliolinenschichten (Semjonow-Gebirge, Peling-Gebirge, Yunnan, Kansu, Sumatra, Japan) zum Perm gehören, angeschlossen. Eine Karte der obercarbonischen Länder und Meere würde den Zustand vor dem Beginn der Vereisung veranschaulichen. Beide sollten bei der Diskussion über die Ursachen der Vereisung herangezogen werden, denn der Übergang, der von der einen zur anderen führt, enthält auch die Bedingungen für den Schwund des Eises, wenn die Annahme von der kausalen Verknüpfung mit morphologischen Veränderungen eine begründete ist.

Gegen Ende der permischen Zeit traten weitere Veränderungen ein, die nur teilweise berücksichtigt wurden. So ist

<sup>1</sup> Im unteren *Productus*-Kalk fehlen z. B. noch die *Enteles*-Arten, die im mittleren so außerordentlich häufig werden, und zwar in größerer Artenfülle als bisher bekannt war. In Rußland setzen sie bedeutend früher ein, von dort kamen sie nach Indien.



durch punktierte Linien der Umriß der Zechsteiningression dargestellt, die in ihrer seltsamen Gestalt die Vorstellung tektonischer Senkungen erweckt, so ist ferner angedeutet, wie um diese Zeit die Verbindung des russischen Nordens mit dem zentralen Mittelmeer durch einen breiten Landrücken aufgehoben wurde. Die Verarmung der Zechsteinfrauna steht hiermit in Zusammenhang<sup>1</sup>. Auch die Randzonen des Mittelmeers blieben nicht unberührt, wie die trotz der asiatischen Elemente doch geringe Fauna des *Bellerophon*-Kalks und die Ausscheidung von Gips zeigt.

Recht isoliert ist die zechsteinartige Dyas im neuschottischen Gebiet. Sie kann ein Ausläufer des arktischen Meers sein. LAPPARENT bringt sie mit dem Mittelmeer in Verbindung, aber die Fauna hat zu wenig aus diesem empfangen. Schließlich liegt auch ein Zusammenhang mit den westamerikanischen Provinzen, trotz des Fehlens verbindender Sedimente, noch im Bereich der Möglichkeit. Die Entscheidung muß der Zukunft vorbehalten bleiben. An dem Vorhandensein einer großen, Nordamerika, Grönland und Nordeuropa umfassenden Landmasse wird man aber in jedem Fall festhalten können.

Da an der Westküste Australiens bis weit nach Süden marines Perm nachgewiesen ist, erscheint die Annahme einer kontinentalen Verbindung von Australien und Britisch-Indien noch zur Zeit des *Productus*-Kalks nicht mehr haltbar. Dagegen spricht manches für einen Zusammenhang in den älteren Phasen des Perms<sup>2</sup>, besonders die Wiederkehr der älteren Gondwana-Flora in Australien und Tasmanien.

<sup>1</sup> Die in sehr verschiedener geographischen Lage wiederkehrenden Faunen, die an unseren Zechstein erinnern, erklären sich wohl stets als Auslese der indifferentesten Typen aus der obercarbonischen bzw. altpermischen Fauna.

<sup>2</sup> Auf der Karte durch die punktierten Linien *AA'* und *BB'* resp. *CC'* und *BB'* angedeutet. Die Breite der Verbindung ist ganz hypothetisch; ich habe deswegen zwei verschiedene Möglichkeiten gezeichnet.

Auch das Fehlen der Eurydesmen, einer vielleicht antarktischen Gruppe, im westaustralischen Perm kann man für diesen Zusammenhang heranziehen. Ihre Blütezeit war vorüber, als das Meer die indisch-australische Brücke überflutete und neue Wohngebiete sich eröffneten.

Daß Indien und die äthiopische Masse länger im Zusammenhang gewesen sind, wird aus dem Parallelismus der Gondwana- und Karroo-Schichten und der engen Beziehung der Floren und der Reptilien, z. B. der Dicyodontier gefolgert. Von Norden her wurde das Land durch das vordringende permische Meer wohl etwas bedrängt, aber es kam von hier aus zu keiner Zerstücklung. Jene Reptilien sind freilich postglazial und die Flora könnte in einer vorhergehenden Zeit auch von Insel zu Insel übergesiedelt sein. Das geographische Bild würde an Wahrscheinlichkeit gewinnen, wenn wir diese kontinentale Masse etwas zerlegen dürfen und damit auch die permischen Eisfelder dem Feuchtigkeit bringenden Meer näher rücken. Gegen Tanga habe ich eine starke Bucht gezeichnet, weil mir das Vorkommen der *Glossopteris*-Flora im Innern des Festlandes ganz ausgeschlossen erscheint. Mit demselben Recht, mit dem Madagaskar als Anhang Afrikas gezeichnet ist, kann es auch als Insel gedacht werden. Hier fehlen alle Dokumente, aber die Ausbreitung der permischen Flora in Südafrika legt den Gedanken an einen benachbarten Meeresarm und von ihm empfangene Luftfeuchtigkeit recht nahe.

Enge floristische Beziehungen herrschen zwischen Südamerika und Afrika; die Glossopterideen hüben und drüben scheinen eine breite Verbindung zu verlangen. Aber darüber muß man sich klar sein, daß ein so riesiger äquatorialer Kontinent, wie er z. B. auf der FRECH'schen Karte des Obercarbons gezeichnet ist, zur Entwicklung exzessiver Klimate und stürmischer Luftbewegungen drängt und aus-

gedehnte wüstenartige Gegenden umschließen müßte, von denen wir vorläufig nichts wissen. Die Ablagerung der Gondwana- und Karroo-Schichten setzt im Gegenteil reichliches Wasser, Flußniederungen, Sumpf- und Seedistrikte voraus, und weder die Flora noch die Fauna verrät etwas von der Herrschaft des kontinentalen Klimas. Wir können annehmen, daß entweder das Meer in großen Buchten in den Kontinent einschnitt und dort, wo wir die *Glossopteris*-Flora auftreten sehen, das Klima milderte, oder daß wenigstens sumpfige Niederungen, die an das Meer ausliefen, diese Stelle einnahmen. *Mesosaurus*, den wir sowohl in Südafrika wie in San Paulo und Paraguay auftreten sehen, ist wohl ein Bewohner von Ästuarien und Deltagebieten, aber seine Verbreitung erfolgte wahrscheinlich wie bei den Plesiosauriern unseres Wealden vom Meer aus. An eine Wanderung quer durch einen riesigen Kontinent von Fluß zu Fluß, von Griqualand bis Paraguay, kann ich nicht denken. ORVILLE DERBY erwähnt auch, daß das Reptil sich zusammen mit eingeschwemmten Hölzern und *Schizodus* und *Myalina* fände<sup>1</sup>. Von landbewohnenden permischen Reptilien, wie sie Südafrika charakterisieren, ist in Südamerika bisher nichts nachgewiesen.

Im Amazonas-Gebiet gewann das transgredierende Meer eine weite Verbreitung. Je weiter nach Süden, desto mehr verarmt die Fauna und geht in eine zechsteinartige oder in eine brackische über<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Dies. Jahrb. 1888. II. 174.

<sup>2</sup> Das seit längerer Zeit bekannte Vorkommen jungpaläozoischer Schichten im Norden und Süden des Amazonas, besonders im Gebiet des von Süden zuströmenden Tapajos wurden schon von WAAGEN in das Perm gestellt, während TSCHERNYSCHEW und ihm folgend KATZER (1903. Grundzüge der Geologie des Amazonas-Gebietes) sie wieder in das Obercarbon verwiesen. Die Ähnlichkeit mit dem *Productus*-Kalk läßt aber WAAGEN's Ansicht wohl gerechtfertigt erscheinen. *Dielasma itaitubense*

Auffallend ist der Unterschied gegenüber dem Perm im westlichen Texas, über das wir G. H. GIRTY so wichtige Aufschlüsse verdanken<sup>1</sup>. Das texanische Guadalupian zeigt große Verwandtschaft mit dem indischen *Productus*-Kalk; *Lyttonia* und *Richthofenia* hier wie dort. Diese gleiche Tönung scheint mir aber weniger durch das äquatoriale Mittelmeer als durch die Umrandung und den Strömungszyklus des Pazifischen Ozeans vermittelt zu sein. Der Einfluß der indisch-asiatischen Provinz reicht bis Sizilien und in die alpinen Buchten, erlahmt aber dort schon sichtlich. Da gegenüber dem *Productus*-Kalk die russische und zentralasiatische Fauna die austeilende, weniger die empfangende ist, so wird in vielen Fällen artlicher Übereinstimmung zwischen mediterranen und indischen Faunen nur auf diese gemeinsame Bezugsquelle geschlossen werden können. Beweiskräftig für eine direkte Übermittlung von Indien zum Mittelmeer sind nur die wenigen Formen von *Richthofenia*, *Lyttonia*, *Lonsdaleia* etc.

Es sei schließlich noch auf die Möglichkeit hingewiesen, daß Südamerika seine permische Flora, soweit sie mit der australisch-indischen übereinstimmt vom Westen her, über Neuseeland und andere Inseln bekommen habe. Meeresströmung und Winde können eine solche Wanderung wohl begünstigen, wenn genügend Stützpunkte vorhanden wären. Bei dieser Auffassung kann man die gewaltige Brücke zwischen Südamerika und Afrika noch mehr reduzieren und bekommt mit der Einschaltung eines südatlantischen Ozeans ein Bild, das sich dem der Gegenwart mehr nähert. Der Mangel der Karroo-Reptilien in Südamerika kann auch unter diesem Gesichtswinkel betrachtet werden. Ich habe deswegen die Bezeichnung

ist um Amb in der Saltrange eine ganz häufige Form. Auch im Norden des Amazonas wird durch das Auftreten von *Schizodus*, *Pleurophorus*, *Allorisma* etc. (wie im oberen *Productus*-Kalk) eine gewisse Beziehung zu der Zechsteinfrauna hergestellt.

<sup>1</sup> Amer. Journ. 1902. p. 303 ff.

„Land“ an Stelle des Atlantischen Ozeans in der Karte mit einem Fragezeichen versehen.

Inseln und Halbinseln sind in einigen Fällen gezeichnet, wo *Glossopteris*-Pflanzen sporadisch auftauchen oder wo alte Gesteine nachgewiesen sind, die mit einiger Wahrscheinlichkeit nie von permischen Sedimenten bedeckt waren. Das Mittelmeergebiet wird dadurch recht zerschnitten, es steht dies aber auch im Einklang mit dem wechselnden Charakter der Sedimente, die nirgends ozeanisch, geschweige denn abyssisch sind. Auch die permischen Radiolariengesteine Liguriens möchte ich nicht zu den Tiefseegesteinen rechnen.

Im pazifischen Bereich trifft man hier und da auf Spuren alten Landes, und zwar sowohl im Süden (Fidschi, Neu-Caledonien), wie unter den Tropen (Neu-Guinea, Borneo) und weiter im Norden. Auf der amerikanischen Seite zieht sich die Halbinsel Chiapas weit hinaus und weist auf die in ihrer Fortsetzung liegende kalifornische Insel. Auch auf der japanischen Seite dürften einige Inseln einzutragen sein, die aber für das allgemeine Bild weniger von Bedeutung sind.

Aus dem hier angenommenen Situs folgt für die Strömungen, daß zwei große Zyklen im Pazifischen Ozean entstanden, von denen der nördliche eine starke Teilströmung in das asiatische Mittelmeer hineinpreßte. Eine kalte Strömung trat aus den arktischen Breiten in das meridional gerichtete russische Meer, allmählich nach Westen ablenkend; ihr Einfluß mußte herrschend werden, sobald durch Angliederung der aralokaspischen Insel an das Festland die Berührung mit dem wärmeren Mittelmeer ganz abgeschnitten wurde.

Eine dem Golfstrom analoge warme Strömung ging über Alaska nach Norden; ihre Ausdehnung wird wohl durch die korrele Wanderung der Fusulinen abgesteckt.

In den antarktischen Gewässern herrscht starke und kalte Westdrift, die während des Zusammenhangs von Australien

und Indien—Afrika auf riesige Entfernungen sich allein geltend machen mußte, dagegen an Bedeutung sofort verlor, sobald durch Trennung der genannten Länder die tropischen Ostströmungen in dem nunmehr entstandenen Indischen Ozean zur Geltung kamen.

### **Einige Bemerkungen über die Ursache der permischen Vereisungen.**

Eine kurze Glossierung der ARRHENIUS'schen Hypothese — nur vom Standpunkt des Geologen — schicke ich voraus. Ich habe besonders deshalb einige Schwierigkeiten unterstrichen, weil man dahin ausweichen könnte, daß eine Erklärung die andere nicht ausschließe, und daß vielleicht nur bei Zusammenfallen eines geringen Kohlensäuregehalts der Luft mit besonderen morphologischen Verhältnissen sich die Zustände herausbildeten, die ich allein aus letzteren und aus ihren klimatischen Folgen erklären möchte.

Der Versuch, Kälteperioden auf den verminderten Kohlensäuregehalt der Atmosphäre zurückzuführen, hat für den Geologen, trotz der Schwierigkeit, welche die interglazialen Schwankungen bereiten, dadurch etwas Bestechendes, daß in der Umkehrung andere Eigentümlichkeiten der geologischen Vorgeschichte, namentlich die größere Wärme der Pole, erklärt werden. Gewichtige Einwürfe prinzipieller Art sind mehrfach gegen die Grundlagen der Hypothese gemacht, von anderen wird sie zum Dogma erhoben. Noch neuerdings (1907) schreibt G. THIENE in seiner Abhandlung „Temperatur und Zustand des Erdinnern“: „Die bis heute einzig brauchbare Erklärung der Eiszeiten ist die von ARRHENIUS und FRECH gegebene.“ Ich will hier nur feststellen, daß die zeitliche Beziehung zwischen Vereisung und vulkanischen Vorgängen nicht derartig ist, wie man voraussetzte, als es galt, eine Ursache für die Zu- und Abnahme des CO<sub>2</sub>-Gehalts der Luft zu nennen,

denn der Eintritt der Vereisungen koinzidiert mit gesteigerter vulkanischer Tätigkeit. Wenn der Gehalt der Luft an Kohlensäure auf diesem Wege überhaupt nennenswert vergrößert würde, so wäre es damals geschehen; größere Wärme und ausgeglichenes Klima, nicht Vereisungen wären die Folge gewesen. Auch sollte eine Änderung im atmosphärischen Wärmeschutz sich überall und nicht nur im Süden der Kontinente geltend machen.

In Europa waren die Bedingungen für eine Vereisung nicht so ungünstig wie im Süden. Man wird nicht die Möglichkeit leugnen, daß irgendwo moränenartige Ablagerungen eines sporadischen Gletscherfeldes vorkommen, aber bisher ist nichts nachgewiesen. Mit großer Aufmerksamkeit habe ich die basalen Konglomerate des südtiroler Perms durchsucht, die einem mit den exotischen Boulder beds bekannten Geologen unwillkürlich auffallen müssen — mit negativem Erfolg. Dem Auftreten erratischer Blöcke im Verrucano und Grödner Sandstein Kärntens kann eine Bedeutung gegenüber dem erdrückenden Material entgegenstehender Beobachtungen nicht beigelegt werden. Die auffallende Mitteilung G. MÜLLER'S über glaziale Spuren im westfälischen Rotliegenden (Zeche Preußen II) ist unergänzt geblieben; Verschiebungen im festen Gebirge scheinen hier glaziale Phänomene vorgetäuscht zu haben, ähnlich wie in cambrischen oder präcambrischen Konglomeraten. Es kann mit Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß unser Rotliegendes viel öfter die zersetzende Kraft eines feuchtwarmen Klimas verrät. Die Veränderungen der carbonischen Vegetation vollzogen sich unauffällig und langsam; fast alljährlich bricht der Streit um die Abgrenzung von Obercarbon und Rotliegendem wieder aus.

Wenn trotz der Vereisungen in Indien, Südafrika und Australien, trotz der wahrscheinlich günstigen Bedingungen des Bodenreliefs in unseren Breiten (in denen zur Quartärzeit

selbst auf Mittelgebirgshöhen Firnfelder sich entwickelt haben) Spuren eines permischen Glazials vermißt werden, so müssen wir gegenüber allen Erklärungen durch allgemein wirksame Zustände sehr zurückhaltend bleiben.

Die Atmosphäre enthält, unter der Voraussetzung, daß die Kohlensäure überall im gleichen Verhältnis beigemischt ist, rund 2,3 Billionen Tonnen Kohlensäure. Viele Prozesse lassen sich aufzählen, die zur Vermehrung oder Verminderung dieses Kapitals beitragen können, es fragt sich nur, ob jemals einer von diesen so das Übergewicht erhalten, so intensiv arbeiten wird, daß jene Folgen resultieren, aus denen ARRHENIUS das Klima der Eiszeit oder des Tertiärs erklärt.

Wenn man sich ausrechnet, daß 2000 km<sup>3</sup> Steinkohlen (das ist der vermutete Vorrat unserer Erdrinde) rund 13 Billionen Tonnen CO<sub>2</sub> repräsentieren, daß in 2000 km<sup>3</sup> reinem Kalk etwa 2,3 Billionen Tonnen CO<sub>2</sub> (fast genau der für die Atmosphäre berechnete Betrag) festgelegt sind, so wird man allerdings geneigt sein, diesen Abminderungsprozessen eine große Einwirkung auf die Atmosphäre zuzuschreiben.

ARRHENIUS sagt ja ungefähr: Sinkt der Vorrat an CO<sub>2</sub> auf  $\frac{2}{3}$  des gegenwärtigen Bestandes, so haben wir das Klima der Eiszeit, erhöht er sich um das 3fache, so würden die Zustände des Tertiärs eintreten. Dabei ist allerdings die Bedeutung des Wasserdampfs, der zwar nicht gleichmäßig und nur in den tieferen Lagen verbreitet ist, aber dafür eine ganz bedeutende Absorptionskraft besitzt, nicht gewürdigt.

Die Folgen, welche die Entnahme von CO<sub>2</sub> aus der Atmosphäre durch Aufspeicherung von Kohlen und Kalk haben könnte, werden aber nur eintreten, wenn diese ungewöhnlich rasch erfolgte — und das ist ausgeschlossen. Die alten Lehrbuchzahlen für die Bildung eines Steinkohlenflözes von einer gewissen Dicke mögen über das Ziel hinausgeschossen sein, aber so viel ist wohl sicher,



daß der durch Festlegung pflanzlicher Stoffe oder durch Carbonatbildung entstandene Verlust der Atmosphäre so langsam erfolgt, daß er durch relativ unbedeutende, entgegenarbeitende Vorgänge ausgeglichen wird.

Wenn wir jetzt jährlich  $600 \cdot 10^6$  Tonnen Steinkohle verbrennen, so führen wir die  $\text{CO}_2$  in jedenfalls schnellerem Tempo in die Luft zurück, als bei der Aufspeicherung der Steinkohlen eingehalten wurde. Der Effekt auf das allgemeine Klima ist aber gleich Null und macht sich höchstens in der Nähe der Industriezentren geltend, auch hier weniger durch den Zuschuß an  $\text{CO}_2$  als durch die Verunreinigung der Luft durch kleine anorganische Teilchen, welche die Nebelbildung begünstigen.

Wie viel Kohlensäure den vulkanischen Essen entströmt, wissen wir nicht, doch ist es den Berichten nach relativ wenig, und selbst wenn wir eine abnorm gesteigerte Tätigkeit der Vulkane in Rechnung stellen, kommen wir nicht auf die Beträge, welche zur Erzeugung eines gleichmäßig warmen Klimas gefordert werden. Immer wieder erfahren wir, daß bei den Ausbrüchen Kohlensäure gegenüber anderen Gasen und insbesondere gegenüber Wasserdampf zurücksteht<sup>1</sup>.

Die Glutwolke, die vom Mont Pelé herabrollte, bestand aus Wasserdampf mit geringen Mengen von  $\text{H}_2\text{S}$  und (vielleicht)  $\text{SO}_2$ . Die Verschlechterung der Luft in der Umgebung tätiger Vulkane beruht meist auf Asche und Staubgehalt, dann auf schwefliger Säure. Die Fumarolen des Vesuvs

<sup>1</sup> Aus den Untersuchungen von A. BRUN würde hervorgehen, daß nur der erste Teil dieses Satzes richtig ist. Wasserdampf soll weder bei den Explosionen noch bei der Kristallisation der Magmen eine Rolle spielen. Die Gase, welche zum Explodieren zwingen, entstehen nach ihm immer von neuem aus den Stoffen der Lava im Moment der Schmelzung ( $\text{N}$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{Cl}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{CxHy}$ ). Auch nach diesen Angaben scheidet  $\text{CO}_2$  als wichtige vulkanische Emanation aus. Im übrigen wird man eine Bestätigung der neuen Untersuchungen abzuwarten haben.

liefern Chloride und Sulfate, die äußeren Wasserdampf, aber selten Kohlensäure.

Aus den Dunstgrotten und Mofetten dringt allerdings Kohlensäure, aber in ruhiger Weise hervor, bildet Teiche in den Senken und geht langsam in die Atmosphäre, deren Durchschnittsgehalt an diesem Gase schon unweit des Orts nicht merklich geändert wird.

In der carbonischen Zeit ist viel eruptives Material angehäuft, aber diese Ausstoßungen und Erstarrungsprozesse fallen überwiegend in die subcarbone Zeit, schwächen sich dann ganz beträchtlich ab und nehmen in der Paläodyas wieder zu — eine Folge, die nicht in den Ideenkreis von ARRHENIUS paßt. Man muß auch strenger scheiden zwischen echt eruptiven Prozessen an der Oberfläche der Länder, solchen auf dem Grunde tiefer Gewässer und zwischen den Intrusionen und Lakkolithen, die nie die Oberfläche erreichten.

Nur die subaerischen Vulkane liefern Kohlensäuregas, das sich direkt und rasch in die Atmosphäre ziehen kann. Bei submarinen Eruptionen wird wahrscheinlich der größte Teil der Kohlensäure vom Wasser verschluckt, dessen Gehalt an gelöster  $\text{CO}_2$  auf 13 Billionen Tonnen berechnet werden kann<sup>1</sup>.

Die Wirkung der unter Druck gehaltenen Kohlensäurelösung zeigt sich in der Entkalkung der Tiefseeabsätze; es ist aber auch wohl möglich, daß die im Culm so verbreiteten Kieselschiefer, welche schwerlich in abyssischen Tiefen gebildet wurden, mit der Einwirkung vulkanisch geförderter Kohlensäure in Verbindung gebracht werden können, welche

<sup>1</sup> Nach einer Berechnung von A. KROGH ist die Menge der freien  $\text{CO}_2$  im Ozean ca. 27mal so groß wie in der Atmosphäre. Vergl. dort auch Angaben über den regulierenden Einfluß des Weltmeeres auf den Kohlensäuregehalt der Luft (Compt. rend. 1904. 139. 890) und aus früherer Zeit SCHLOESING „Sur la constance de la proportion d'acide carbonique dans l'air“ (Compt. rend. 1880. 90. 140).

die kalkigen Schalen zerstörte und eine Anreicherung des kieseligen Materials herbeiführte.

Die submarin ausgestoßenen Ströme, welche dem Unter-carbon England-Schottlands eingeschaltet sind, werden wenig Bedeutung für die Atmosphäre erlangt haben. Bei einigen wäre auch noch zu prüfen, ob nicht tertiäre Intrusionen vorliegen. Vergleicht man mit der permischen Zeit, so ergibt sich für diese gegenüber dem Obercarbon ein bedeutendes Mehr an Ergüssen und Explosionen auf dem festen Lande — und doch ist das Perm die Zeit der Vereisungen.

Die Erstarrung der Tiefengesteine und der Intrusionen vollzog sich so allmählich, daß die abgehenden Gase belanglos für eine Zustandsänderung der Atmosphäre blieben und ehe sie dieser sich mitteilen konnten, schon in den Kreislauf der chemischen Reaktionen oder in das Regime des fließenden und des Grundwassers (und der Grundluft) eingetreten sind.

Das Austreten der Kohlensäure im Neckartal oberhalb Rottenburg führen wir auf einen Magmaherd zurück, der in geringer Tiefe erstarrt. Es ist kein anderer Vorgang hier annehmbar, da das Gas aus den Klüften des Buntsandsteins aufsteigt, unter diesem aber Rotliegendes und Grundgebirge, keine carbonatführenden Gesteine folgen. Hier haben wir vor Augen, welcher Art etwa der Einfluß ist, den ein sehr peripherisch gelegener, erstarrender Schmelzherd auf die Oberfläche und die Atmosphäre ausübt.

Soviel wir über das Wesen der Kontaktmetamorphose unterrichtet sind, die eine Begleiterscheinung der Tiefenerstarrungen ist, hängt sie in erster Linie von physikalischen Einflüssen ab, welche für die Grenzbezirke der aneinander geratenen Gesteine entstehen. Unter den wirklich pneumato-lytischen Prozessen tritt der Einfluß der Kohlensäureschwaden jedenfalls sehr zurück. Die Graphitanreicherungen, die ich in Indien, bei Velagapalli und Perikunda kennen lernte, sind

wohl in keinem Stadium ihrer Entstehung mit Kohlensäure in Verbindung zu bringen und außerdem auf die nächste Nähe der Erstarrungsgesteine beschränkt.

Gewiß liegt eine Möglichkeit für die Produktion von Kohlensäure in der Bildung der Kalksilikathornfelse, aber das sind Gesteine von zu beschränkter Verbreitung und Masse, als daß in ihnen die Ursache eines erhöhten Kohlensäuregehaltes der Luft gesucht werden könnte.

Einen zu Vergleichen brauchbaren Gesamtausdruck für die vulkanische Tätigkeit einer geologischen Zeit zu geben, welcher auch den Intrusionen und subterranean Erstarrungen gerecht wird — die doch offenbar bei der hohen Einschätzung des carbonischen Vulkanismus mitgezählt sind — ist unmöglich. Von Intrusionen erfahren wir nur, wenn tiefgreifende Abtragung die Erstarrungsgesteine freigelegt hat und wie schwierig auch dann ihre chronologische Einordnung ist, erhellt aus der neueren Literatur deutlich genug.

Die postculmischen Granite, Syenite, Diorite, welche in die gefalteten variskischen und armorikanischen Züge eindrangen, sind nach ihrer petrographischen Beschaffenheit unter einer Decke anderer Gesteine erstarrt. Die wichtigsten Prozesse eruptiver Gesteinsbildung in der Carbonzeit sind meines Erachtens auszuschalten, wo es sich um die Frage handelt, ob der Vulkanismus einen Einfluß auf die Zusammensetzung der Luft gehabt habe. Dann bleibt relativ wenig übrig. In gewaltigen Arealen umschließen die carbonischen Gesteine überhaupt keine echten Eruptiva. Das gilt für Rußland und für Nordamerika mit Ausnahme des Westens. Das peninsulare Indien ist während der carbonen Zeit Festland gewesen; man kennt kein Eruptivgestein, das etwa in diese Zeit geostatischer Ruhe eingeschoben werden könnte. In China fallen die großartigsten Eruptionen und Ergüsse wohl sämtlich in die Permzeit.

Man könnte pointiert sagen, das Carbon ist vorwiegend die Zeit der Intrusionen und Lakkolithenbildung, das Perm die der Extrusionen und Lavaergüsse.

Die Porphyre und Melaphyre des Nahegebiets, die Eruptivdecken von Thüringen, dem Harz, Sachsen, Schlesien, am Westrande der böhmischen Masse, im Schwarzwald, in Südtirol, in der Schweiz, sie alle gehören hierher. Sobald wir die Bildung der Tiefengesteine ausschalten, kann von einem ungewöhnlich gesteigerten Einsetzen vulkanischer Prozesse im oberen Carbon nicht mehr die Rede sein; im Vergleich mit der permischen, ja selbst mit der Triaszeit bleibt diese Phase des Carbons zurück. Mehrfach handelt es sich dort, wo man früher carbonische Ganggesteine und Lagen angab, auch um permische Gänge und Intrusionen (Kentucky, südwestliches Illinois).

Es ist verständlich, daß man angesichts der großen Schwierigkeiten, welche einer Erklärung der permischen Vereisungen im Wege stehen, öfter den Gedanken einer Veränderung der geographischen Breiten erwogen hat. Zuerst hat OLDHAM in einer kleinen, aber interessanten Arbeit „Probable changes of latitude“ darauf hingedeutet<sup>1</sup>. Er denkt mit FISHER an eine Verschiebung der Erdrinde um ihren Kern, so daß jetzt annähernd äquatoriale Länder in früheren Perioden in ganz anderer Exposition zur Sonnenstrahlung sich befinden mochten. Auf ähnlichen Gedankenpfaden wandelt fast 20 Jahre später KRAICHGAUER. Nach anderer Auffassung wird die Veränderung der geographischen Breite auf eine Verlagerung der Rotationsachse zurückgeführt. Die Diskussion beider Hypothesen kann man aussetzen, so lange noch die Möglichkeit einer einfacheren Erklärung vorhanden ist.

PENCK macht in seiner ausgezeichneten Schrift über die Eiszeiten Australiens, in welcher das Problem des Permo-

<sup>1</sup> Geol. Mag. 1886. p. 300.

glazials in klarer Weise beleuchtet wird, auf die Schwierigkeiten aufmerksam, welche aus der Annahme einer Polverlagerung erwachsen. Wir sind seit dieser grundlegenden Publikation insofern weiter gekommen, als wir über die Facettengeschichte genauer informiert sind und wissen, daß sie nicht rätselhaft Eigentümlichkeiten der boulder beds und mudstones sind und auch insofern, als die Verbreitung des Perms in mariner und terrestrischer Fazies jetzt viel schärfer umrissen werden kann.

Der gewichtigste Einwand ist immer der, daß bei einer mittleren Lage des Südpols zwischen Südafrika, Indien und Australien der Gegenpol in Gebiete zu liegen kommt, in denen bisher keinerlei Glazialerscheinungen carbonischen oder permischen Alters nachgewiesen werden konnten.

In den Kohlendistrikten Nordamerikas ist die Grenze zwischen Carbon und Perm ähnlich schwierig und nur floristisch zu ziehen wie bei uns und die gleichmäßige klimatischen Bedingungen der Steinkohlenzeit haben hier noch längere Zeit angedauert; im Westen umschließen die Niederschläge des offenen Meeres eine gleichartige Fauna von Carbon bis an die Grenze gegen die Trias hin. Von eingeschalteten Konglomeraten, die wie in Australien oder Tasmanien auf glaziale Drift zurückschließen ließen, ist weder hier noch in Mexiko, Guatemala oder den nördlichen Gebieten Südamerikas etwas bekannt. Die Blockanhäufungen von S. Paulo<sup>1</sup> kämen aber bei der vorausgesetzten Lage der Pole zwischen die Wendekreise zu liegen. Und das muß auch für den hypothetischen

<sup>1</sup> Über diese interessanten Geröllschichten von San Paulo fehlen leider immer noch nähere Untersuchungen. Die Beschreibung, welche ORVILLE DERBY von ihnen gegeben hat, drängt den Vergleich mit den Talschers geradezu auf, zumal auch in den Talschers nach gekritzten Geschieben oft vergeblich gesucht wurde. Dann wäre vielleicht der Herd der Vereisung in einem Hochlande nördlich von S. Paulo und Rio zu suchen.

Südpol betont werden: Die Eisfelder Indiens, Südafrikas und Australiens lagern von ihm so weit entfernt wie Tunis und Algier vom gegenwärtigen Nordpol. Es wird also nach keiner Richtung hin durch die auch aus anderen Gründen bedenkliche Hypothese etwas gewonnen, es bleibt das Problem der permischen Vereisungen nach wie vor unerklärt.

Die Mitteilungen KOERT's über vielleicht permoglaziale Grundmoränen in Togo bedürfen ebenfalls weiterer Ausführung. Nach den bisherigen Angaben wäre ein Vergleich mit dem Nullagine-Konglomerat Westaustraliens nahegelegen. Derartige alte Konglomerate haben im Paläozoicum eine zu weite Verbreitung, als daß auch nur ein Wahrscheinlichkeitsgrund für permisches Alter geltend zu machen wäre. Sollte aber auch in Togo eine Stätte permischer Vereisung nachgewiesen werden, so würde die Schwierigkeit, das Phänomen durch eine Verlagerung der Pole zu erklären, vervielfacht, denn die angeblichen Moränen würden dem Äquator mindestens ebenso naheliegen wie gegenwärtig. (Mitt. aus d. deutschen Schutzgebieten 1906. 19. 113 ff. Deutsches Kolonialamt 1906. No. 9.)

Man kann noch etwas hinzufügen. Wenn die Vereisungen nur von der jeweiligen Lage des Poles in ihrer Ausdehnung bestimmt werden, also stets zirkumpolar wären, so müßte man sich dem Satze CZERNY's anschließen: „Dann würden wir auch hinreichend berechtigt sein, zu sagen, daß dort, wo irgend einmal auf der Erde der Nord- und Südpol gewesen, auch zugleich die Eiszeit geherrscht habe.“ Wenn es nur auf diese physikalischen Bedingungen ankommt, welche die polaren Breiten auszeichnen und zweifellos für Vereisungen prädisponieren, so hätten wir nicht nur in allen Perioden, nein in allen Schichten Spuren der Eiszeit zu erwarten. Daß sie nicht gefunden werden, ist bekannt; man kann aber nach der heutigen Kenntnis auch für einige Formationen schon behaupten, daß eine polare Vereisung damals nicht geherrscht

haben kann, wo immer man auch den Pol suche oder hinverlege. Ich möchte das z. B. für den oberen Jura und für die oberste Kreide annehmen.

Es fragt sich nun, wenn wir uns weder der von ARRHENIUS vorgebrachten noch einer anderen Erklärung, die auf kosmische oder allgemein tellurische Zustände sich bezieht, anschließen können, ob die im Verlauf des Perms registrierbaren geologischen Veränderungen von solcher Bedeutung sind, daß Entstehung, Ausdehnung und Vergehen der Vereisungen ihnen als Folgeerscheinungen angegliedert werden können.

Offenbar waren die vereisten Gebiete zugleich solche, in deren Nähe sich große Ansammlungen von Wasser befanden. Die Beschaffenheit der Ekka- und Dwyka-Schichten im Kapland und der unteren Gondwanas läßt darüber geringen Zweifel.

Wichtiger erscheinen aber die Abweichungen der Meeresströmungen. Ein äquatoriales Strömungsgebiet, in seiner Ausdehnung durch das Vorkommen bestimmter Versteinerungen bestätigt, erwärmte die nördlichen Meere und damit auch ihre Küsten. Das Vorkommen der Fusulinen bis in arktische Breiten ist für den Effekt dieser Heizung ebenso charakteristisch, wie ihr Aussetzen südlich des Äquators, wo die kalten ozeanischen Gewässer ihren Einfluß geltend machen. Die Strömungen des Meeres schleppen gewiß nicht die Tiere mit sich, wohl aber bestimmen sie die Grenzen, bis wohin sich temperaturempfindliche Organismen verbreiten können.

Die südozeanische Drift mußte die Festländer, an denen sie herglitt, abkühlen; wo lokale Verhältnisse es begünstigten, wo etwa große Höhenlage mit großer Feuchtigkeit der Luft zusammentraf, konnten Vereisungsherde entstehen.

Für die Existenz dieser Strömung können wir paläontologisch-stratigraphische Daten nicht zugrunde legen. Sie ergibt sich von selbst, wenn offenes Meer für die antarktischen



Breiten angenommen werden darf. In der Tat ist eine Ausdehnung Südafrikas, Südamerikas oder Australiens bis zum Südpolargebiet kaum diskutierbar. Die Existenz der großen Seen in Südafrika stimmt besser zu der Annahme, daß wir uns im Randgebiet eines Kontinents befinden. Die Wanderung der Mesosaurier bis an die Gegend des heutigen San Paulo läßt an eine in dieser Richtung laufende Küstenlinie denken. Andererseits ist ein Zusammenschluß der großen *Glossopteris*-Provinzen wenigstens für eine Phase des Perms wahrscheinlich.

Das Ende der Vereisungen fällt zusammen mit transgredierenden Bewegungen des Meeres und mit Senkungen. Dieselben Krustenbewegungen, welche das Vordringen des Meeres veranlassen, lösten den Zusammenhang von Australien mit Indien. Warmes äquatoriales Wasser drückt nach SW., der thermische Äquator rückt wieder mehr nach Süden.

Eine bedeutende Höhenlage der indischen Peninsula während der Vereisung ist wahrscheinlich. Noch nach der Glazialzeit empfindet man in der Sedimentierung den Einfluß der aus dem Süden kommenden Ströme. Etwa 700 km hat der Eisstrom zurückgelegt, der von den Aravalis bis zum Indus sich bewegte; dies ist vergleichbar der Entfernung, die zwischen dem skandinavischen Rücken und dem Südrand der norddeutschen Ebene liegt. In einem wie im anderen Falle leitet die Beobachtung derart ausgedehnter konstanter Strömungen im Eise auf die Vorstellung einer größeren Höhe des eigentlichen Vereisungsherd<sup>1</sup>. Mit der Transgression des permischen Meeres, mit dem Einbruch der Brücke zwischen

<sup>1</sup> Als Beweise für die bedeutende Höhenlage Nordamerikas und Nordeuropas werden besonders die submarinen Talfurchen und die Fjorde herangezogen (cf. SPENCER, HOLST u. a.). Dem Vorkommen von Flachseemuscheln in großen Tiefen zwischen Norwegen und Grönland (JENSEN) kann ich keine Beweiskraft zuerkennen, da es sich ebensogut um eine grabenartige Senkung des Meeresbodens handeln kann.

Gondwanaland und Australien kann auch ein Rüksinken der Peninsula gut in Verbindung gebracht werden.

Faltengebirge im zentralen Indien sind ausgeschlossen, weil sowohl die Malani-Ergußdecken wie die Vindhyan-Sandsteine horizontal gelagert sind, aber einfache, weit ausholende Vertikalbewegungen sind ein bezeichnendes Moment in der Geologie der Saltrange und auch in der Peninsula, wie wiederum die flache Lagerung zeitlich so weit getrennter Gesteine wie des Cambriums, des Perms, der Trias und des Tertiärs im Norden, der Vindhyan und der Gondwana im Süden beweist. Starke Abspülung ging der Zeit der Vereisung voraus, denn ihre Moränen überziehen sowohl alte Malani-Gesteine (bei Pokaran) wie die Vindhyan-Decke; auch diese wirkungsvolle Denudation könnte man mit größerer Höhenlage in Verbindung bringen. Sind die Talschers auf einem alten Hochlande zur Ablagerung gekommen, so finden sich ihre Äquivalente in der Saltrange im Verbande mit marinen Schichten. Auch die etwas jüngeren pflanzenführenden Schichten von Khonmu in Kaschmir sind nach NOETLING von marinem Perm überlagert.

In Indien sowohl wie in Australien führen die Spuren der Vereisung bis zum Meer hinab; in der Saltrange haben wir sogar noch im Meeresniveau Grundmoräne und geschliffene Felsen. Dies ist die schwierigste Stelle für jede Erklärung, denn selbst auf der kühlen südlichen Halbkugel erreicht gegenwärtig nördlich des Golfs von Penas (46° 50') kein Gletscher das Meer, während in Europa der südlichste Berührungspunkt zwischen Gletschereis und Meer sich in 67° n. Br., in British Columbia unter dem 54° n. Br. befindet. Das Boulder bed der Saltrange streicht dagegen zwischen dem 32. und 33.° n. Br. aus, die Aravalis, welche die Findlinge lieferten, schneiden den 25.°, die Schlißfläche bei Bap liegt in 27° 22'. Wir werden hier vor ein schweres Problem gestellt.

Unter solchen Breiten ist eine Eisanhäufung nur möglich bei sehr starken Niederschlägen und sehr beträchtlicher Höhenlage. Ein Hochland, das in der Region der Aravalis Firn erzeugen sollte, müßte sich über 4000 m erheben<sup>1</sup> statt der 500 m, welche die radschputanische Hügellandschaft erreicht. Ihre Entfernung von der Saltrange oder vom pandschabischen Meere ist eine beträchtliche; aber nicht hierin liegt die Schwierigkeit, sondern in der Tatsache, daß die Eisströme Indiens bis ans Meer gekommen sind, in dessen Nähe die Temperatur sich auf einer mit ewigem Schnee und Eis unvereinbaren Höhe halten mußte.

Welche Dimensionen mußte ein Eisfeld haben, das den von Radschputana bis zur Saltrange vorrückenden Gletscher zu nähren vermochte? Berechnungen, die uns hierüber eine Vorstellung geben sollen, müssen mit großen Fehlern behaftet sein, aber immerhin ergibt sich die Größenordnung des Geforderten.

In den warmen Ländern wirkt die Ablation sehr bedeutend; wenn wir aber eine jährliche Ablation von 3 m über das ganze, 200 km breite und 700 km lange Gebiet ausgedehnt denken, welches zwischen den Aravalis, den Transindus-Bergen und der Saltrange liegt und von Eis eingenommen war, so werden wir wahrscheinlich über den wirklichen Gesamtbetrag hinausgreifen, da ein bedeutender Teil dieses Arealis doch über der Schneegrenze lag. Der Verlust durch Ablation betrüge dann 420 000 000 000 m<sup>3</sup>. Der Verlust durch Abschmelzen

<sup>1</sup> Die kurze Abweisung, welche CHAMBERLAIN und SALISBURY dem Gedanken an eine höhere Lage des peninsularen Indiens während der permischen Eiszeit zuteil werden lassen, gipfelt in den Worten: „If the plateaus of Tibet and the Pamir ranging from 15000 to 18000 feet above the sea, are not glaciated under present conditions, one cannot but wonder what elevation the southern peninsula of India would have required in the Permian period if elevation were the essential factor.“ Diese Bemerkung beruht auf einer Verkennung der wichtigsten klimatischen Faktoren des südlichen Asiens.

infolge der Erdwärme mag auf ca.  $\frac{1}{3}$  des Ablationsbetrages veranschlagt werden, gleich 47 000 000 000 m<sup>3</sup>. Hierzu kommt noch der Verlust durch das Abstoßen der Eisdecke im Meer.

Dies geschieht in Grönland in einzelnen, zwischen Felsen zum Meer abströmenden Gletschern von enormer Geschwindigkeit. Für Indien glaube ich mehr die aus der Antarktis geschilderten Verhältnisse zugrunde legen zu sollen.

Für die Antarktis berechnet v. DRYGALSKI<sup>1</sup> eine Geschwindigkeit des Inlandeises von ca. 50 m in 5 Monaten, also von 120 m im Jahre. Die geringere Geschwindigkeit und die geringeren Geschwindigkeitsdifferenzierungen gegenüber den grönländischen Eisströmen (Großer Karajak) lassen sich auf die flächenhafte Ausdehnung des Eises und den langgezogenen Abbruch gegen das Meer bei geringer Mächtigkeit (200—250 m gegen 600—700 m am Ende des Karajak) zurückführen. Ist der Purple Sandstone der Saltrange die Fortsetzung des Vindhyan-Sandstone, was ich oben wahrscheinlich machte, so strömte das indische Eis auf einer geologischen Tafel bis zum panschabischen Meere ab. Bei einer Höhenlage von 4000 bis 5000 m im zentralen Gebiete resultiert dabei immer noch ein Gefälle von 4—5 m auf den Kilometer.

Bei einer Breite des Eisrandes von 200 km, einer Dicke von 250 m und einer Geschwindigkeit von 120 m im Jahre werden jährlich 6 km<sup>3</sup> abgestoßen. Man sieht, daß auch die doppelte und dreifache Menge gegenüber dem Verlust durch Ablation nichts bedeutet. Im ganzen müssen rund 480 000 000 000 m<sup>3</sup> von dem hypothetischen Firnfeld geliefert werden. Bei einer Niederschlagsmenge von 6 m jährlich<sup>2</sup> mußte dann das Bezugsgebiet 800 000 km<sup>2</sup>, bei einem Nieder-

<sup>1</sup> Zeitschr. f. Gletscherkunde. 1906. p. 61—64. E. v. DRYGALSKI, Die Bewegung des antarktischen Inlandeises.

<sup>2</sup> Bei Baura (Bombay) fallen 648 cm, bei Matheran 622, bei Tschera Pundschi (Assam) sogar 1243 cm jährlich.

schlag von 3 m etwa 1 600 000 km<sup>2</sup> groß sein, d. h. nicht ganz die Größe des tibetanischen Plateaus haben. Das diluviale Inlandeis Europas wird auf 6 000 000 km<sup>2</sup> geschätzt.

So müssen freilich mehrere superlative Voraussetzungen eingeführt werden, aber wir stoßen weder auf Unmögliches noch Unbegreifliches, und damit gewinnt die Ansicht, daß die Ursachen der permischen Vereisungen in geologisch definierbaren Veränderungen liegen und nicht in unkontrollierbaren tellurischen Vorgängen, wiederum an Wahrscheinlichkeit.

## Tafel-Erklärung.

### Tafel XIX.

#### Land und Meer zur permischen Eiszeit.

Die Rekonstruktionsskizze ist eingetragen in BLUDAU's Erdumrißkarte in flächentreuer Projektion; die Verzerrung der Umrißlinien der an der Peripherie gelagerten Länder wird reichlich aufgewogen durch den Vorteil, die wahren Größenverhältnisse jederzeit entnehmen zu können.

In diese Karte habe ich diejenige Lage der Pole, des Äquators und einiger Breitengrade projiziert, welche bei einer Diskussion dieses Themas wohl allein ernstlich in Betracht kommen würde.

Die nachgewiesenen Vereisungsgebiete sind grün schraffiert; grüne Pfeile bezeichnen die allgemeine Tendenz der Eisbewegung ohne Rücksicht auf die lokalen Abweichungen (nur am Vincentgolf ist die auffallende Divergenz nach Westen markiert). Die problematischen Gerölle von S. Paulo sind ebenfalls als Glazialgebiet (mit Fragezeichen) gezeichnet, um zu zeigen, wie wenig sie mit der hypothetischen Lage des Nordpols in Einklang zu bringen wären.

Punktierte Linien bedeuten in Europa—Asien die Umgrenzung des Zechsteinmeeres und die dieses nach Süden abschließende Landbrücke, zwischen Australien und der äthiopisch-indischen Masse jenen Teil des Kontinents, der mutmaßlich noch im Beginn der permischen Zeit existierte, später vom permischen Meer überflutet wurde. Für die Ausdehnung desselben hat man keinen Anhalt; die Abschätzungen können zwischen  $AA'—BB'$  (Maximum) und  $CC' A'—BB'$  liegen.

Auch auf die Möglichkeit, daß die argentinische Masse von der äthiopischen ganz oder vorübergehend abgetrennt war, ist durch gestrichelte Linien aufmerksam gemacht.

Warme und relativ warme Strömungen sind durch rote, kalte durch blaue Pfeile bezeichnet.

Rote Kreise mit entsprechender Signatur geben die Verbreitung der *Glossopteris*-Flora bzw. solcher Pflanzen an, die man ihr zurechnet, rote Rechtecke mit Buchstaben die einiger Tiere: *F* = *Fusulina*, *S* = *Schwagerina*, *D* = *Doliolina*, *N* = *Neoschwagerina*, *L* = *Lyttonia*, *O* = *Oldhamina*, *R* = *Richthofenia*, *H* = *Helicoprion*, *M* = *Mesosaurus*.

Die eingetragenen Namen von Ortschaften, Flüssen, Ländern beziehen sich auf wichtige, in der Literatur besprochene Vorkommen.





**Land und Meer  
zur permischen Zeit.**  
entworfen von E. Koken unter Zugrundlegung  
von A. Bludau's Erdumrisskarte in flächentreuer Projection.  
(Verlag von C. Chun, Berlin.)