

## Die carbone Eiszeit.

Von Oberbergrath Prof. Dr. W. Waagen.

Seitdem durch Agassiz und Andere die Gletscher einem genaueren Studium unterworfen wurden, und dadurch die Möglichkeit geboten war, Ablagerungen, bei deren Bildung das Eis betheilt war, auch dort noch zu erkennen, wo der Bildner derselben, das Eis, schon längst verschwunden war, eröffneten sich der geologischen Forschung ganz neue Perspektiven und es wurde möglich, einen Blick in die klimatischen Verhältnisse von Perioden zu werfen, welche der geschichtlichen Ueberlieferung weit vorausgegangen waren, und welche bis dahin als durch eine tiefe Kluft von der hentigen Entwicklung der Dinge getrennt betrachtet wurden.

Die Studien in dieser Richtung erstreckten sich indessen in erster Linie nur auf die glacialen Bildungen der Quartärzeit, einestheils, weil die in diese Periode fallenden Ablagerungen, bei deren Zustandekommen das Eis betheilt war, ziemlich oberflächlich gelagert sind, verhältnissmässig grosse Flächen bedecken und so eine mehr oder weniger bedeutende Rolle in der geologischen Zusammensetzung zahlreicher Länderstrecken spielen, und anderentheils, weil aus nahe liegenden Gründen organische Reste in glacialen Bildungen ziemlich allgemein mangeln und so das Alter von derartigen Ablagerungen, welche nicht in die Quartärzeit fallen, meist ungemein schwierig zu bestimmen ist.

Dennoch sind auch schon zahlreiche Stimmen laut geworden, welche in älteren als quartären Ablagerungen die Wirkungen des Eises nachweisen zu können glaubten, und es ist seit cambrischen Zeiten kaum eine der grösseren Epochen zu nennen, in welcher nicht auf derartige Bildungen wäre hingewiesen worden, ja James Croll glaubte selbst nachweisen zu können, dass jede der grösseren Epochen in der Geschichte der Erde aus einer Reihe von Eiszeiten und Inter-glacialzeiten bestehen müsse: mit den Millionen von Jahren ist er dabei sehr freigebig.

Diese Stimmen sind aber bisher ziemlich unbeachtet verhallt, weil die Gesamthatsachen der geologischen Forschung mit der Theorie nicht recht stimmen wollten, und die namentlich auf den britischen Inseln beobachteten Thatsachen einerseits immer nur als locale Vorkommnisse erschienen, andererseits ein unzweifelhaft glacialer Charakter dieser Bildungen nicht vollkommen nachgewiesen werden konnte. Mit der Zeit aber mehrten sich die Thatsachen und die Beweise häuften sich, und heute ist es kaum mehr möglich, sich der Frage gegenüber, ob auch in früheren als quartären Zeiten glaciäre Erscheinungen nachzuweisen seien, in ablehnendes Stillschweigen zu hüllen, sondern die Thatsache des Vorhandenseins von glacialen Ablagerungen wird ziemlich allgemein zugegeben, wenn man auch im Allgemeinen mit dieser Thatsache nicht viel anfangen konnte, weil die genauere Feststellung des Alters dieser Glacialbildungen ganz eigenthümlichen Schwierigkeiten unterworfen war.

Es ist eines der unbestreitbaren grossen Verdienste des Geological Survey of India, diese Glacialfrage mehr in den Vordergrund gerückt und zahlreiche Thatsachen bekannt gemacht zu haben, welche dahin zielten, diese Frage der Lösung näher zu bringen. Der erste Umstand, welcher durch diese Studien festgestellt wurde und welcher von grossem Gewichte war, war der, dass es auf solche Weise als nachgewiesen erschien, dass die Glaciälschichten in Ablagerungen älter als die glacialen Bildungen der Quartärzeit, nicht nur locale Erscheinungen seien, die sich nur an einigen englischen Localitäten fanden, sondern eine Erscheinung, die sich über ganze Welttheile verbreitete.

Die ältesten derartigen Beobachtungen bezogen sich auf Indien selbst, wo im Jahre 1856 die sogenannten Talehir-Conglomerate entdeckt wurden, die W. T. Blanford schon damals als glacial erklärte. Die definitiven Beweise hierfür wurden aber erst durch Thomas Oldham und Fedden im Jahre 1872 beigebracht, indem diese beiden im Thale des Godavery zahlreiche gekritzte Blöcke aus diesen Schichten ausgruben und auch die Unterlage der Schicht, einen harten Kalkstein (Vindhikalk) mit zahllosen, tiefen parallelen Kritzen versehen, fanden. Ein grosser, damals aufgefundener gekritzter Granitblock, liegt jetzt im Indischen Museum in Calcutta und derselbe lässt über seine Bearbeitung durch Eis keinerlei Zweifel aufkommen.<sup>1)</sup>

Eine andere Gegend, in welcher schon lange Conglomerate eigenthümlicher Art bekannt waren, ist Südafrika. Diese Bildung wurde lange Zeit für eruptiver Natur gehalten, bis endlich Sutherland<sup>2)</sup> die glaciäre Bildungsweise auch dieser Blockablagerungen erkannte. Unser Landsmann Griesbach, der diese Gebilde in Afrika aus eigener Anschauung kannte, war, als er nach Indien kam, überrascht von der Aehnlichkeit, welche die indischen Talehir-Conglomerate mit den glacialen Conglomeraten Südafrikas zeigten und zögerte nicht, beide Bildungen zu einander in Beziehung zu bringen.

Eine dritte Gegend, wo glaciäre Bildungen in älteren Formationen nachgewiesen wurden, war Australien. Vor Allem war es der sogenannte Bachusmarshsandstein, der als glacial erkannt worden war,

<sup>1)</sup> Mem. Geol. Surv. India. Vol. IX, Part. 2, pag. 30.

<sup>2)</sup> Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. Vol. XXVI, pag. 514.

und auch die Hawksburyschichten schienen unter Mitwirkung des Eises zu Stande gekommen zu sein.

In allen drei Welttheilen kommen diese Glacialablagerungen in Verbindung mit Kohlenflötzen oder Sandsteinen vor, welche eine reiche Flora beherbergen. Diese Flora wurde von den meisten und den besten Kennern fossiler Pflanzen für mesozoisch gehalten, während die Lagerungsverhältnisse in Indien, namentlich aber in Australien entschieden dafür sprachen, diese Ablagerungen der paläozoischen Schichtenreihe zuzählen.

Es war hiermit ein unlösbarer Widerspruch geschaffen, der eine Scheidung der Geister hervorrief. Es wurden endlose Controversen zu Gunsten der einen und der anderen Anschauung geführt, und die Wichtigkeit des Vorkommens glacialer Ablagerungen in diesen Schichten trat mehr in den Hintergrund, eben weil das genaue Alter der ganzen Schichtenreihe nicht mit Sicherheit festgestellt werden konnte.

Ich will nun versuchen, ein Bild der einschlägigen Verhältnisse für deutsche Leser zu geben, und kann dabei nicht umhin Vieles zu wiederholen, was in nicht deutschen Zeitschriften bereits mehrfach erörtert worden ist.

### I. Indien.

Die grundlegenden Arbeiten über diese Schichten wurden im Jahre 1856 von W. T. Blanford veröffentlicht, und später wurde von H. B. Medlicott der ganzen Schichtenreihe der Name des Gondwana-Systems beigelegt. Umfassende Zusammenstellungen über den Gegenstand wurden von W. T. Blanford im *Manual of the Geology of India* und neuerlich in seiner Adresse an die British Association for the advancement of Science in Montreal gegeben. Auch der Bruder des oben Genannten, H. F. Blanford, brachte eine sehr gute Uebersicht des bis dahin Bekannten in seinem Aufsatz: *On the Age and Correlations of the plant-bearing series of India and the former Existence of an Indo-oceanic Continent*, enthalten im *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, Vol. 31, 1875, pag. 519. Die organischen Reste wurden durch Feistmantel bearbeitet.

Nachdem schon so Vieles und so Gutes über die Sache gesagt wurde, ist es schwer von Neuem den gleichen Gegenstand zu behandeln.

Es scheint mir namentlich kaum möglich, die meisterhafte Darstellung der Verhältnisse, wie sie W. T. Blanford in seinem Vortrage in Montreal gegeben hat, zu übertreffen oder auch nur zu erreichen, und so ist es wohl das Klügste, dem ersteren Begründer und eifrigen Förderer der ganzen Frage auch hier das Wort zu lassen. Ich werde mich also begnügen, die betreffenden Stellen des Blanford'schen Vortrages hier in der Uebersetzung wiederzugeben, und nur so weit Zusätze zu machen, als solche für das Verständniss deutscher Leser wünschenswerth erscheinen.

„Die indische Halbinsel zeichnet sich durch eine auffallende Abwesenheit mariner Ablagerungen aus; wenn wir von den Rändern in der Naehbarschaft der Küsten oder im Thale des Indus absehen,

finden wir auf der ganzen Halbinsel, südlich der grossen Ebene des Ganges, mit Ausnahme der sehr untergeordneten Kreidebildungen des Nerbuddathales, nicht eine einzige marine Ablagerung. Dagegen treffen wir in Bengalen und Centralindien eine mächtige Folge von Süswasserschichten, die sich über grosse Strecken hin verfolgen lassen, wahrscheinlich fluviatilen Ursprunges sind und den Namen des Gondwana-Systems erhalten haben. Die allerobersten Schichten dieses Systems umschliessen im Westen in Cutch und im Osten an der Mündung des Godavery untergeordnet marine Ablagerungen, welche zu Folge der darin enthaltenen Thierreste dem Portland und der tithonischen Etage des Jura gleichzustellen sind.“

„Das Gondwana-System ist ein wahres Schichtensystem in dem Sinne, dass alle Unterabtheilungen desselben auf's innigste miteinander verbunden erscheinen, sowohl in biologischer als in physikalischer Beziehung, dabei darf aber nicht ausser Acht gelassen werden, dass es mit grosser Wahrscheinlichkeit einen weit grösseren Zeitraum umfasst, als irgend eines der typischen Schichtensysteme Europas (Silur etc.). Die obersten Abtheilungen sind, wie eben angeführt wurde, stellenweise mit ganz jungen marinen Juraschichten wechselgelagert, das Alter der tiefsten Glieder dagegen ist weniger genau festgestellt und dieselben wurden von verschiedenen Schriftstellern successive in den verschiedensten Unterabtheilungen vom Mittelcarbon bis zum mittleren Jura eingereiht. Die Gondwana-Schichten von oben bis unten sind von ungewöhnlichem Interesse wegen der merkwürdig widersprechenden paläontologischen Befunde, die aus ihnen zu Tage gefördert wurden.“

„Die Unterabtheilungen des Gondwana-Systems sind zahlreich, und besonders in den oberen Regionen ist die Entwicklungsweise eine für jede einzelne Gegend eigenthümliche. In folgender Tabelle sind jene Unterabtheilungen zusammengestellt, welche besonders wichtig sind, entweder wegen der Fauna und Flora, die sie umschliessen, oder wegen ihrer geologischen Beziehungen.

Ober-Gondwanas . .	{	Cutch und Jabalpur Kota Maleri Rajmahal.
Unter-Gondwanas . .	{	Panchet Damuda . . . {Ranigunj und Kamthi Barakar Talchir und Kaharbari.

„Die Ober-Gondwanas, wo sie am besten entwickelt sind, erreichen eine Mächtigkeit von 11.000 Fuss, während die Unter-Gondwanas bis zu 13.000 Fuss mächtig werden.“

„Von allen Unterabtheilungen des Systems sind zwei, Talchirs und Barakars, von noch allgemeinerer Verbreitung als irgend eine der anderen.“

„T a l c h i r s: Die Talchirsschichten bestehen aus feinen schlammigen Schieferthonen und einem weichen feinkörnigen Sandstein. Nur wenige Versteinerungen wurden bis jetzt in diesen Schichten gefunden und diese wenigen kehren ohne Ausnahme in den Kaharbarischichten wieder. Die Talchirs sind namentlich merkwürdig wegen des häufigen

Vorkommens grosser Felsblöcke, die insbesondere aus metamorphischen Gesteinen bestehen und oft einen Durchmesser von 6 Fuss und mehr erreichen. Stücke von 3—4 Fuss Durchmesser finden sich sehr häufig. Alle diese Gesteinsfragmente sind gerundet und finden sich meist in einem feinen sandigen Thon eingebettet.“ Diese Blockablagerungen sind von ungemein grosser Verbreitung in Bengalen und Centralindien, und Geschiebe, deren Oberfläche mit zahlreichen parallelen Kritzen versehen sind, sind durchaus nicht selten. Sie bilden meistens die Unterlage der ganzen, Pflanzen und Kohlen führenden Schichtenfolgen und liegen so häufig direct discordant auf älteren Bildungen. Es wurde bereits oben angeführt, dass, wenn diese Unterlage frisch abgedeckt wird, dieselbe mit deutlichen parallelen Schrammen versehen ist. Die Mächtigkeit ist oft eine sehr bedeutende, aber natürlich auf kurze Erstreckungen wechselnd. Die glaciale Entstehungsweise dieser Blockanhäufungen ist über allen Zweifel erhaben. Griesbach <sup>1)</sup> hat eine sehr instructive Abbildung dieser Ablagerung, in Farbendruck ausgeführt, gegeben, welche die unregelmässige Vertheilung der Blöcke in dem feinen, graugrünen sandigen Thon überzeugend vor Augen führt.

Die weichen Sandsteine und Schieferthone folgen gewöhnlich erst über dem Blocklehm. In den Schieferthonen wurden sparsame Pflanzenreste aufgefunden, unter denen Feistmantel folgende Arten bestimmte:

- Schizoneura* sp.  
*Gangamopteris cyclopteroides* Fstm.  
 „ *angustifolia* M' Coy.  
*Glossopteris* sp.  
*Noeggeruthiopsis Hislopi* Bunb. sp.

Von diesen ist *Gangamopteris cyclopteroides* die vorherrschende Form und *Gangamopteris angustifolia* ist identisch mit einer Form, die ursprünglich aus dem Bachsumarehsandstein Australiens beschrieben worden ist. Auch diese australische Ablagerung trägt gleichen Charakter.

„Kaharbari: Die Kaharbarischichten sind bis jetzt an wenigen Stellen nachgewiesen worden. Sie stehen in der innigsten Beziehung zu den Talehirschichten und können wohl kaum als besondere Abtheilung aufgefasst werden. Stellenweise enthalten sie Kohlenflötze und sind dann oft ziemlich reich an Pflanzenresten.“ Bis jetzt wurden von Feistmantel folgende Arten aus diesen Schichten beschrieben:

- Schizoneura* cf. *Meriani* Schimp.  
*Vertebraria Indica* Royle.  
*Neuropteris valida* Fstm.  
*Gangamopteris cyclopteroides* Fstm. in zahlreichen Varietäten.  
 „ *burjadica* Fstm.  
 „ *major* Fstm.  
 „ *angustifolia* M' Coy.

<sup>1)</sup> Mem. Geol. Surv. India 1880, Vol. XV, part. II, Plate 2.

*Glossopteris communis* Fstm.  
 „ *decipiens* Fstm.  
*Sagenopteris Stoliczkana* Fstm.  
*Glossozamites Stoliczkanus* Fstm.  
*Nöggerathiopsis Hislopi* Bunb. sp.  
*Euryphyllum Whittianum* Fstm.  
*Voltzia heterophylla* Brogn.  
*Albertia* sp.  
*Samaropsis* cf. *parvula* Heer.  
*Carpolithes Milleri* Fstm.

„Die häufigste Form ist *Gangamopteris cyclopteroides*. *Voltzia heterophylla* ist eine charakteristische Art der europäischen unteren Trias und ebenso haben *Albertia* und *Neuropteris* ihre nächsten Verwandten in den gleichen Schichten. Alle Arten von *Gangamopteris*, *Glossopteris Vertebraria*, und *Nöggerathiopsis* sind nahe verwandt mit Formen aus australischen Ablagerungen.“

Die Kahabarischichten hatte ich selbst Veranlassung eingehender zu studiren, gelegentlich eines Ausfluges, den ich mit Dr. Stoliczka im Sommer 1871 unternahm. Ein Deutscher, Herr Heine, war damals Manager der Kohlenwerke in Kahabari. Er hatte eben in ein Paar Tagebauten die Kohlenflötze blossgelegt und lud uns ein diese Bauten zu besichtigen. Wir fanden zwei in geringer Teufe unter Tage gelegene Flötze in terrassenförmigen Abstufungen von den überlagernden Sandsteinmassen befreit, so dass nur eine dünne Lage Schieferthones die Kohle selbst noch bedeckte. Die entblösste Fläche betrug in jedem Falle viele Quadratmeter und war bedeckt von wohl erhaltenen Pflanzenresten, ein wahres Labsal für das Auge eines Paläontologen. Leider war aber die Ausbeute nicht so gross, als wir erwartet hatten. Es war die heisse Jahreszeit und die Schieferthone waren schon seit einigen Tagen der Einwirkung der glühenden Sonne und der glühend heissen Winde ausgesetzt gewesen und das Gestein war in Folge dessen so sehr zerklüftet, dass alles in Stücke ging, sobald man Hammer oder Meissel ansetzte. Hätte Herr Heine nicht schon vorher für uns Stücke in Sicherheit gebracht gehabt, wir wären mit leeren Händen abgezogen. Die damals erhaltenen Stücke bildeten die Hauptgrundlage für Feistmantel's Beschreibung. Geologische Beobachtungen konnten damals wegen der furchtbaren Hitze nur wenige gemacht werden. Die Schichten liegen alle nahezu horizontal und ihre Beziehungen zu den nicht weit davon entfernten Ablagerungen des Damuda-Kohlenbeckens konnten nicht genau beobachtet werden, da ungeheure tropische Wälder einen grossen Theil der Gegend bedecken.

„Damuda: Die mächtigen Ablagerungen, welche den Damuda-schichten zugetheilt werden, bestehen aus Sandsteinen und Schieferthonen mit eingeschalteten Kohlenflötzen. Die Floren der einzelnen Unterabtheilungen, wie sie oben angegeben wurden, zeigen nur geringe Abweichungen von einander und können desshalb zusammen behandelt werden.“ Feistmantel hat aus diesen Ablagerungen folgende Arten beschrieben:

- Schizoneura Gondwanensis* Fstm.  
*Phyllotheca Indica* Bunb.  
     "    *robusta* Fstm.  
*Trizygia speciosa* Royle.  
*Vertebraria Indica* Royle.  
*Cyathea* cf. *Tchihatcheffi* Schmalh.  
*Sphenopteris polymorpha* Fstm.  
*Diksonia Hughesi* Fstm.  
*Alethopteris Whitbyensis* Goepf.  
     "    *lindleyana* Royle.  
     "    *phegopteroides* Fstm.  
*Pecopteris affinis* M' Cl.  
*Merianopteris major* Fstm.  
*Macrotaeniopteris danaeoides* Royle.  
     "    *Feddeni* Feistm.  
*Palaeovittaria Kurzi* Fstm.  
*Angiopteridium* cf. *M' Clellandi* Oldh.  
     "    *infractum* Fstm.  
*Glossopteris communis* Fstm.  
     "    *intermittens* Fstm.  
     "    *stricta* Bunb.  
     "    *musaeifolia* Bunb.  
     "    *Indica* Schimp.  
     "    *Browniana* Bgt.  
     "    *intermedia* Fstm.  
     "    *retifera* Fstm.  
     "    *conspicua* Fstm.  
     "    *ingens* Fstm.  
     "    *divergens* Fstm.  
     "    *damudica* Fstm.  
     "    *angustifolia* Bgt.  
     "    *leptoneura* Bunb.  
     "    *formosa* Fstm.  
     "    *orbicularis* Fstm.  
*Gangamopteris anthrophyoides* Fstm.  
     "    *Whittiana* Fstm.  
     "    *Hughesi* Fstm.  
     "    *cyclopteroides* Fstm.  
*Belemnopteris Wood-Masoni* Fstm.  
*Anthrophyopsis* sp.  
*Dictyopteridium* sp.  
*Sagenopteris logifolia* Fstm.  
     "    *polyphylla* Fstm.  
*Actinopteris bengalensis* Fstm.  
*Pterophyllum Burdwanense* M' Cl. sp.  
*Anomozamites* sp.  
*Nöggerathiopsis Hislopi* Fstm.  
*Rhipidopsis densinervis* Fstm.  
*Voltzia heterophylla* Brgt.  
*Samaropsis* cf. *parvula* Heer.

„Ausserdem werden noch einige wenige Thierreste aufgefunden, nämlich:

*Estheria mangaliensis* Jones.

*Brachyops laticeps* Oro.

*Gondwanosaurus Bijorensis* Lyd.

Von diesen Thierresten lässt sich nichts weiter sagen, als dass *Brachyops* mehr oder weniger mit den jurassischen *Rhinosaurus* verwandt ist, während *Gondwanosaurus* dem *Archegosaurus* sehr nahe steht.“

„Unter den Pflanzen sind Arten der Gattungen *Glossopteris* und *Vertebraria* die häufigsten, während die Coniferen und Cycadeen mit Ausnahme von *Nöggerathiopsis* ganz ungemein selten sind. Mehr als die Hälfte der Farne sind Formen mit ungetheilten Blättern und einer anastomosirenden Aderung.“

„Lange Jahre hindurch wurde diese Flora von europäischen Phytaläontologen für jurassisch gehalten, und es waren vor allem Zigno und Schimper, die diese Ansicht vertraten, während Bunbury sich in dieser Beziehung mit mehr Reserve aussprach. Namentlich Formen wie *Phyllothea*, *Alethopteris* und *Glossopteris* wurden, als auf jurassisches Alter hindeutend, angesehen. Alle kamen aber jedenfalls darin überein, dass die *Damuda Flora* mehr der Flora der australischen Coal-Measures gleicht als irgend einer der Floren, welche aus irgend einer europäischen Formation bekannt geworden sind; indess wurden die betreffenden australischen Vorkommnisse gewöhnlich ebenfalls als jurassisch classificirt. Es ist kein Grund vorhanden, dass die neueren Erfunde an Pflanzen in den Damudaschichten die Anschauungen der älteren Autoren in Betreff des Alters dieser Schichten wesentlich geändert haben würden. Der Nachweis einer echten *Sagenopteris* und von Cycadeen, wie *Pterophyllum* oder *Anomozamites* würde sicher nur ihre Anschauung in diesem Punkte bestärkt haben. Wenn man nun die europäischen fossilen Floren in Betracht zieht, ähneln die Pflanzen der Damudaschichten weitaus am meisten denen des mittleren und oberen Jura.“

„Eine Form freilich, die *Schizoneura*, ist nahe verwandt mit der *Schizoneura paradoxa* des europäischen bunten Sandsteines, andere, wie *Merianopteris major*, und einige weitere, undentliche Reste zeigen Verwandtschaft mit rhätischen Pflanzen. Dem steht aber andererseits auch wieder die Thatsache gegenüber, dass die Arten von *Macrotaeniopteris* am nächsten verwandt erscheinen mit *Macrotaeniopteris abnormis* Gtb. aus europäischen Perm. *Voltzia heterophylla*, ist eine europäische triasische Art. Trotz alledem kann aber doch nicht gezeugnet werden, dass die Verwandtschaft der Gesamtheit der Flora viel weniger auf Trias als auf Jura deutet, und die Ursache, dass die *Damuda Flora* neuerlich als wahrscheinlich mitteltriasischen Alters angesehen wurde, liegt viel weniger darin, dass die verwandtschaftlichen Beziehungen mit Nothwendigkeit auf ein solches Alter deuten, als vielmehr darin, dass die Schichten, in denen diese Flora liegt, von anderen bedeckt werden, denen man ein rhätisches Alter zuschreiben zu müssen glaubte, wodurch es absolut unmöglich wurde, die Damudaschichten als jünger, als mitteltriasisch zu erklären, und andererseits, weil die *Damuda Flora* nahe Beziehungen zur Flora der Kaharbarischichten aufweist, welche letztere als untertriasisch aufgefasst wurden.“

„Panchet: Die oberste Abtheilung der Unter-Gondwanas besteht vorwaltend aus Sandsteinen in denen Versteinerungen ziemlich selten sind. Die interessantesten darunter sind die Reste von Reptilien und Amphibien.“ Die Fauna und Flora dieser Schichten ist folgende:

- Epicampodon Indicus Huxley sp.*  
*Dicynodon orientalis Huxl.*  
*Pachygonia incurvata Huxl.*  
*Gonioglyptus longirostris Huxl.*  
 „ *Huxleyi Lyd.*  
*Glyptognathus fragilis Lyd.*  
*Estheria sp.*  
*Schizoneura gondwanensis Fstm.*  
*Vertebraria Indica Royle.*  
*Pecopteris concinna Presl.*  
*Cyclopteris pachyrrhachis Goepf.*  
*Thianfeldia cf. odontopteroides Morr. sp.*  
*Oleandridium cf. stenoneuron Schenk.*  
*Glossopteris communis Fstm.*  
 „ *Indica Schimp.*  
 „ *damudica Fstm.*  
 „ *angustifolia Bgt.*  
*Samaropsis cf. parvula Heer.*

„Die Schizoneura, die Vertebraria und die verschiedenen Arten von Glossopteris sind identisch mit solchen, die auch in den Damudaschichten gefunden worden sind. Daneben finden sich einige Arten, welche ident sind mit solchen aus den rhätischen Ablagerungen Europas und ein Paar weitere haben ihre nächsten Verwandten in diesen Schichten, und so darf vielleicht die ganze Flora der Panchets als rhätisch (oder wenigstens als triasisch) angesehen werden.“

„Unter den Amphibien sind nur die Labyrinthodonten vertreten. Alle Gattungen sind eigenthümlich, jedoch mehr oder weniger mit triasischen Gattungen verwandt. Unter den Reptilien sind namentlich die Dicynodonten von Interesse. Ausserhalb Indiens sind sie mit Sicherheit nur aus Südafrika bekannt, doch sind verwandte Formen neuerlich auch aus dem Ural beschrieben worden. Die Schichten, in denen diese Reste dort gefunden worden sind, sollen permischen Alters sein.“

„Ober-Gondwana: Die verschiedenen Unterabtheilungen des Unter-Gondwana-Systems finden sich mehr oder weniger alle in ein und demselben Gebiet, eine über der anderen abgelagert: so dass die Schichtenfolge auf stratigraphischem Wege leicht festgestellt werden kann. Anders ist dies mit den verschiedenen Gruppen des oberen Gondwana-Systems: Die fossilreichsten Abtheilungen finden sich in sehr verschiedenen Gegenden Indiens zerstreut, und die gegenseitigen Altersverhältnisse können nur festgestellt werden, durch Vergleichung der paläontologischen, namentlich pflanzlichen Einschlüsse. Obwohl es nun durch auf solche Weise gewonnene Schlüsse wahrscheinlich wird, dass die Rajmahalschichten älter sind als die Ablagerungen von Cutch und Jabalpur, und dass die Kota-Malerischichten ein Alter besitzen, das zwischen den vorigen in der Mitte steht, so ist doch auch andererseits

die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass zwei oder mehrere dieser Abtheilungen sich gleichzeitig abgelagert haben könnten in Gegenden, welche durch verschiedene Floren ausgezeichnet waren.“

„Rajmahals: Die verhältnissmässig reiche Flora der untersten Abtheilung der oberen Gondwanas liegt in Schichten, welche zwischen mehr oder weniger mächtige Basaltlager eingeschlossen sind. Die Basalte traten aus Spalten hervor, welche noch heute theilweise verfolgt werden können.“ Die hier vorkommenden Pflanzenreste sind folgende:

- Equisetum Rajmahalense* Schimp.  
*Gleichenia Bindrabunensis* Schimp.  
*Danaeopsis Rajmahalensis* Fstm.  
*Dicksonia Bindrabunensis* Fstm.  
*Hymenophyllites Bunburyanus* Oldh.  
*Pecopteris lobata* Oldh.  
*Sphenopteris Hislopi* Oldh.  
     "    *membranosa* Fstm.  
*Cyclopteris Oldhami* Fstm.  
*Thinnfeldia Indica* Fstm.  
*Asplenites macrocarpus* Oldh.  
*Macrotaeniopteris crassinervis* Fstm.  
     "    *lata* Oldh.  
     "    *Morrisi* Oldh.  
     "    *ovata* Schimp.  
*Angiopteridium spathulatum* M'Cl. sp.  
     "    *Mc'Clellandi* Oldh. sp.  
     "    *ensis* Oldh. sp.  
*Rhizomopteris Balli* Fstm.  
*Lycopodites gracilis* Fstm.  
*Pterophyllum Carterianum* Oldh.  
     "    *crassum* Morr.  
     "    *distans* Morr.  
     "    *Kingianum* Fstm.  
     "    *Medlicottianum* Oldh.  
     "    *propinquum* Goepp.  
     "    *Rajmahalense* Morr.  
*Anomozamites fissus* Fstm.  
     "    *Morrisianus* Oldh. sp.  
     "    *princeps* Oldh. sp.  
*Zamites proximus* Fstm.  
*Ptilophyllum tenerrimum* Fstm.  
*Otozamites abbreviatus* Fstm.  
     "    *Bengalensis* Schimp.  
     "    *Oldhami* Fstm.  
*Dictyozamites Indicus* Fstm.  
*Cycadites confertus* Oldh.  
     "    *Rajmahalensis* Oldh.  
*Williamsonia* cf. *gigas* Cerr.  
     "    *microps* Fstm.  
*Cycardinocarpus Rajmahalensis* Fstm.

- Palissya conferta* Oldh. sp.  
 „ *Indica* Oldh. sp.  
*Cheirolepis* cf. *Münsteri* Schimp.  
*Araucarites macropterus* Fstm.  
*Cunninghamites* sp.  
*Echinostrobus Rajmahalensis* Fstm.

„Die gänzliche Verschiedenheit dieser Flora von den Floren der unteren Gondwanas fällt auf den ersten Blick in die Augen; nicht eine einzige Species ist identisch mit einer aus den älteren Schichten, und selbst die Gattungen sind zum grössten Theile verschieden. Die Verschiedenheit tritt aber noch greller hervor, wenn man die Häufigkeit der einzelnen Formen berücksichtigt. In den unteren Gondwanas bilden die Equisetaceen und Farne vom Typus der *Glossopteris* die vorherrschenden Formen, während in den Rajmahalschichten die Cycadeen auf Häufigkeit so stark überwiegen, dass alles Andere dagegen in den Hintergrund tritt. Auch ist der ganze Habitus der Gesammtflora mehr in Uebereinstimmung mit dem Habitus der mesozoischen Flora Europas als dies im Allgemeinen bei den Floren der unteren Gondwanas der Fall ist.“

„Von den in den Rajmahalschichten auftretenden Pflanzen kann keine direct mit einer europäischen Art identificirt werden, dagegen sind 15 davon mit rhätischen Formen Europas nahe verwandt. Drei zeigen Verwandtschaft zu liasischen Typen, doch können zwei von diesen ebensowohl auch mit rhätischen Formen verglichen werden. Endlich erscheinen sechs weitere mit mitteleuropäischen Arten verwandt, doch auch unter diesen sind wieder zwei, die sich auch den rhätischen Typen anschliessen lassen. Die Gesammtheit der verwandtschaftlichen Beziehungen der Flora deutet also auf rhätische Schichten.“ Wenn Prof. Feistmantel die Rajmahalschichten auch als liasisch angesehen wissen will, kann er dafür doch keine zwingenden Gründe vorbringen, obgleich damit nicht gesagt werden soll, dass diese Ablagerungen nicht vielleicht auch theilweise liasischen Bildungen gleichalterig sein könnten.

„Kota-Maleri: Die Ablagerungen, welche zu dieser Gruppe gehören, finden sich im Thale des Godoveri in sehr beträchtlicher Entfernung von den Rajmahalbergen, welche die Flora der vorhergehenden Schichtengruppe geliefert haben. Sowohl die Rajmahalschichten, wie die von Kota-Maleri werden von Damudaschichten unterteuft. Es konnte nicht mit voller Sicherheit festgestellt werden, ob die Schichten von Kota, in denen Fischreste, Insecten und Crustaceen gefunden wurden, mit den Malerischichten, die Fische, Reptilien und Pflanzen einschliessen, wechselgelagert sind, oder ob die Kotaschichten überhaupt höher liegen als die Malerischichten. So viel steht aber fest, dass die beiden in sehr naher Verbindung mit einander stehen.“

Die in diesen Schichten gefundenen organischen Reste sind folgende:

- Hyperodapedon Huxleyi* Lyd.  
*Parasuchus Hislopi* Lyd.  
*Pachygonia* cf. *incurvata* Huxl.

## Schilder unbestimmter Labyrinthodonten.

- Ceratodus virapa* Oldh.  
 " *Hunterianus* Oldh.  
 " *Hislopianus* Oldh.  
*Lepidotus pachylepis* Eg.  
 " *calcaratus* Eg.  
 " *Deccanensis* Sykes Eg.  
 " *longiceps* Eg.  
 " *breviceps* Eg.  
*Tetragonolepis Oldhami* Eg.  
 " *analis* Eg.  
 " *urgosus* Eg.  
*Dapedius Egertoni* Sykes.  
*Estheria Kotahensis* Jones.  
*Candona Kotahensis* Jones.  
*Angiopteridium spathulatum* M'Cl.  
*Ptilophyllum acutifolium* Morr.  
*Cycadites* sp.  
*Palissya conferta* Oldh.  
 " *jabalpurensis* Fstm.  
 " *indica* Oldh.  
*Chirolepis* sp.  
*Araucorites entchensis* Fstm.

In South-Rewa wurden in Schichten von wahrscheinlich gleichem Alter Reste von *Belodon* und (?) *Thecodontosaurus* gefunden, während von Denwa in Satpura ein *Mastodonsaurus* beschrieben wurde.

„Unter diesen Fossilien zeigen die Fische eine entschiedene Verwandtschaft zu liasischen Formen, während die Reptilien und Amphibien ebenso entschieden an triasische Vorkommnisse erinnern. *Ceratodus* findet sich am häufigsten in der Trias, kommt aber auch im Perm und im Jura vor. Die Pflanzen lassen Beziehungen sowohl zu der Flora der Rajmahal als auch zu der der Jabalpurschichten erkennen, und da die Beziehungen zu Schichten, die in naheliegenden Gegenden vorkommen, höher angeschlagen werden müssen, hat man sich entschieden, die Kota-Malerischichten als ungefähr in der Mitte liegend zwischen Rajmahal und Jabalpur zu betrachten.“

„Cutch und Jabalpur: Die Jabalpurschichten finden sich in Centralindien, südlich vom Thale der Nerbudda und bilden die höchste Abtheilung des eigentlichen Gondwanasystems. Die Cutchschichten dagegen treten im Westen auf der Halbinsel Cutch auf und stehen dort mit marinen Ablagerungen in Verbindung. Aehnliche Schichten sind auch in Südindien, an der Ostküste der indischen Halbinsel in der Nähe der Mündung des Godavery nachgewiesen worden, doch ist die Flora dieser letzteren schon etwas mehr abweichend.“

Die Veranlassung zu der Anschauung, dass alle diese Ablagerungen gleichalterig seien, haben die Pflanzenreste gegeben, doch ist es in keiner Weise festgestellt, ob diese Auffassung auch wirklich richtig sei.“

Ans den Jabalpurschichten wurden bis jetzt folgende Arten beschrieben:

- Sphenopteris cf. arguta* L. & H.  
*Dicksonia* sp.  
*Alethopteris lobifolia* Schimp.  
     " *Medlicottiana* Oldh.  
     " *Whübyensis* Göpp.  
*Macrotaeniopteris* sp.  
*Glossopteris cf. communis*.  
*Sagenopteris* sp.  
*Podozamites lanceolatus* L. & H.  
     " *spathulatus* Fstm.  
     " *Hacketi* Fstm.  
*Otozamites Hislopi* Oldh.  
     " *gracilis* Schimp.  
     " *distans* Fstm.  
     " *angustatus* Fstm.  
*Ptilophyllum acutifolium*.  
     " *Cutchense* Morr.  
*Pterophyllum Nerbuddaicum* Fstm.  
*Williamsonia cf. gigas* Corr.  
*Cycadites cf. gramineus* Heer.  
*Palissya indica* Oldh.  
     " *Jabalpurensis* Fstm.  
*Araucarites Cutchensis* Fstm.  
*Brachyphyllum manillare* L. & H  
*Echinostrobus expansus* Schimp.  
*Taxites tenuerrimus* Fstm.  
*Ginko lobatu* Fstm.  
*Czekanowskia* sp.  
*Phönicopsis* sp.

Von diesen Pflanzen sind sechs identisch mit Arten aus den Unteroolith Englands, einige andere sind mit solchen nahe verwandt. Das Vorkommen von *Glossopteris* und *Sagenopteris* gibt aber der ganzen Flora einen etwas alterthümlichen Anstrich. Ausserdem sind vier Arten identisch mit solchen aus den Rajmahalschichten.

Auf der Halbinsel Cutch wurden die folgenden Pflanzenreste aufgefunden:

- Chondrites dichotomus* Morr.  
*Oleandridium vittatum* Brynt.  
*Taeniopteris densinervis* Fstm.  
 \**Alethopteris Whübyensis* Brynt.  
*Pecopteris tenera* Fstm.  
*Pachypteris specifica* Fstm.  
     " *brevipinnata* Fstm.  
*Actinopteris* sp.  
 \**Ptilophyllum Cutchense* Morr.  
 \*    " *acutifolium* Morr.  
     " *brachyphyllum* Fstm.  
*Otozamites contiguus* Fstm.  
     " *imbricatus* Fstm.  
     " *cf. Goldiaei* Brynt.

*Cycadites Cutchensis* Fstm.  
*Williamsonia Blanfordi* Fstm.  
*Cycadolepis pilosa* Fstm.  
*Palissya Boojoorensis* Fstm. und zwei weitere Arten.  
*Pachyphyllum divaricatum* Bunb.  
 \**Echinostrobus expansus* Stbg.

Von diesen Arten sind die mit Sternchen bezeichneten identisch mit solchen aus den Jabalpurschichten und es ist vielleicht noch eine der nicht benannten Palissyaarten ebenfalls als ident zu rechnen. Sieben sind nach Feistmantel identisch mit solchen aus dem Unteroolith von Yorkshire und drei weitere nahe verwandt, doch ist wohl nur von vierein die Identität wirklich sicher festgestellt.

Die pflanzenführenden Schichten sind in ihrem unteren Theile wechselgelagert mit marinen Ablagerungen, die die oberste Abtheilung einer langen Reihe jurassischer Schichten darstellen, innerhalb welcher sämtliche Zonen des Kelloway, Oxford und Kimmeridge vertreten sind. Die oberste Lage speciell hat folgende Cephalopoden geliefert:

*Haploceras* cf. *tomephorum* Zitt.  
*Aspidoceras Wynnei* W.  
*Perisplanctes* cf. *suprajurensis* Orb.  
 „ *Bleicheri* Lor.  
 „ *occultefurcatus* W.  
 „ *eudichotomus* Zitt.

Alles Portland-Tithonische Typen. Bedeckt werden die pflanzenführenden Schichten von Ablagerungen des Aptien.

Hiermit ist die Reihe der einzelnen Abtheilungen des Gondwana-Systems abgeschlossen. Mich weiter einzulassen in die Streitigkeiten wegen des wahren Alters dieser obersten Pflanzenschichten, liegt ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit. Die bis jetzt gegebene Darstellung wird genügen, um als Grundlage für weitere Erörterungen dienen zu können. Als Gesamtergebnis der ganzen Darstellung erscheint, dass in Indien sich eine mächtige Schichtenreihe findet, welche zu unterst glaciäle Ablagerungen beherbergt und ihren Einschlüssen an fossilen Pflanzen zufolge als in die mesozoische Aera gehörig angesehen worden ist. Gegen diese letztere Anschauung haben sich aber schon frühe Bedenken geltend gemacht, da aus geologischen Gründen für die unteren Abtheilungen des Systems ein höheres Alter wahrscheinlich erschien. W. T. Blanford hat durch mühsame und geistvolle Deductionen wahrscheinlich zu machen gesucht, dass die Talchir- und Damudaschichten dem Perm Europas entsprechen, und ist damit der Wahrheit sehr nahe gekommen, allein directe Beweise fehlten ihm, und so stand es den Phytopaläontologen immer noch frei, bei ihrer Ansicht zu verharren, und den Typus der Floren als massgebend für die Altersbestimmung der Schichten zu betrachten.

Schon Blanford hatte sich bei seinen Deductionen theilweise auf das Vorkommen der Glacial-Bildungen gestützt.

## II. Süd-Afrika.

Leider sind wir in Bezug auf geologische Details in Afrika viel weniger genau unterrichtet, als wünschenswerth, oder auch als dies in Bezug auf Indien der Fall ist. In allgemeinen Zügen lässt sich der

geologische Aufbau Südafrikas darstellen als aus ausgedehnten Sandstein-Regionen bestehend, die das ganze Centrum einnehmen, während die Ränder von einem breiten Gürtel älterer Formationen, krystallinischen Gesteinen, alten Schiefeln und devonischen Schichten eingefasst werden. Am äussersten Rande, längs der Meeresküste, treten wieder kleine Strecken der centralen Sandsteinformation in einzelnen Fetzen auf, hier indess theilweise mit marinen Schichten in Wechsellagerung, während im Centrum marine Schichten vollständig fehlen.

Schon der ganze Aufbau erinnert sehr an die Verhältnisse, wie sie in Indien herrschen, und die Aehnlichkeit tritt noch bedeutend schlagender hervor, wenn man mehr in die Details eingeht.

Es ist namentlich die centrale Sandstein-Formation, welche den Namen des Karoosystems erhalten hat, die uns hier interessirt. Dieselbe breitet sich durch den ganzen nördlichen Theil der Cap-Colonie, den Oranje-Freistaat, Natal, Transvaal und die westlich davon gelegenen Wüsten aus und bildet zusammen eine Schichtenfolge von Sandsteinen und Schieferthonen, hie und da unterbrochen von eruptiven Gesteinen, deren Gesamtmächtigkeit bis gegen 5000 Fuss beträgt.

Die Unterlage des ganzen Systems ist eine ziemlich wechselnde, da dasselbe, wenigstens grösstentheils, discordant auf den älteren Bildungen aufruhet.

Am häufigsten wird die Unterlage gebildet durch die sogenannten Tafelberg-Sandsteine, deren Alter viel umstritten worden ist. Gewöhnlich werden sie als Devon angesehen; in einem eben erschienenen Aufsätze aber weist E. Cohen<sup>1)</sup> nach, dass dieselben wahrscheinlich der Carbonformation zugetheilt werden müssten. Sie selbst ruhen theilweise discordant auf wahrscheinlich silurischen Thonschiefeln, theilweise concordant auf den versteinungsreichen devonischen Grauwacken des Bokkeveld. Andere weisse oder gelbliche Sandsteine, die am Witteberg und Zuurburg, sowie bei Grahamstown, Winterhoek<sup>2)</sup> etc. anstehen, haben Reste von Lepidodendron geliefert. Bei Tulbagh in der Cap-Colonie liegen Kohlen in diesen Schichten, die Calamites-, Equisetum- und Lepidodendronreste einschliessen.<sup>3)</sup>

Ueber diesen Gebilden nun folgt das Karoosystem in discordanter Lagerung, oft direct auf devonischen Grauwacken ruhend.

Das Karoosystem wird in eine Reihe von Unterabtheilungen gebracht, welche nach der ausführlichen Gliederung Wyley's sich folgendermassen darstellen:

	Strombergschichten . . .	1800 Fuss mächtig,	
	Beaufortschichten . . .	1700 " "	
	Koonapschichten . . .	1500 " "	
Ecca- schichten	{	Obere Eccaschiefer . . .	1200 " "
		Ecca-Conglomerat . . .	500—800 " "
		Untere Eccaschiefer, wenig mächtig.	

Die untersten Schichten, die unteren Eccaschiefer, sollen stark gewunden sein, ebenso wie die Sandsteine, die damit in Verbindung

<sup>1)</sup> E. Cohen, Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. V. Beil.-Band 1887, pag. 195.

<sup>2)</sup> Wyley, Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. Vol 23, 1867, pag. 173.

<sup>3)</sup> Griesbach, Ibid. Vol. 27, 1881, pag. 57.

stehen. Sie finden sich an den gleichen Localitäten, wie die oben erwähnten Carbon-Sandsteine (Witteberg, Zuurberg etc.) und sollen marine Versteinerungen enthalten. Da alle anderen Schichten darunter und darüber fast vollkommen horizontal und ungestört liegen, ist die gewundene Beschaffenheit dieser Schiefer auffallend. Sie werden indess nur an wenigen Stellen angetroffen. Gewöhnlich folgt unmittelbar über den älteren Schichten das

**Eccä-Conglomerat:** Es ist dies ein sehr merkwürdiges Gestein, das lange Jahre hindurch für eruptiv gehalten und als „Trap-Breccia“ bezeichnet wurde. Dr. Sutherland war der Erste, der den Einfluss des Eises bei Bildung dieser Schichten erkannte, doch stiess seine Anschauung damals auf mannigfachen Widerspruch.<sup>1)</sup>

Dr. Sutherland schildert die Ablagerung als aus einem graublauen, thonigen Material bestehend, in welches Bruchstücke von Granit, Gneiss, Quarzite, Grünstein und Thonschiefer eingebettet sind. Diese Fragmente sind von sehr verschiedener Grösse, von kleinen Sandkörnern bis zu riesigen Blöcken von 6 Fuss Durchmesser und einem Gewicht von 5—10 Tonnen. Diese Blöcke sind geglättet, als wenn sie in einem thonigen Sediment bis zu einem gewissen Grade abgeschliffen worden wären, sie sind aber nicht gerundet wie Blöcke, die den Brandungswogen ausgesetzt waren. Der Bruch des thonigen Bindemittels ist nicht muschelrig und im Allgemeinen zeigt das Gestein eine gewisse Neigung zu undeutlicher welliger Schichtung. Stellenweise lässt die Ablagerung deutliche Wellenfurchen erkennen. Die Mächtigkeit dieser Bildung ist sehr wechselnd, kann aber an einzelnen Stellen bis zu 1200 Fuss wachsen.

Diese Conglomerate liegen gewöhnlich discordant auf den Tafelberg-Sandsteinen und an den Contactflächen sind die Sandsteine meist mit tiefen Gruben und Schrammen versehen, „als ob sich eine schwere halb plastische Substanz, in welche harte und eckige Fragmente eingeschlossen waren, mit grosser Gewalt darüber hinbewegt hätte“: eine recht drastische Beschreibung der Wirkungen einer sich fortbewegenden Eismasse.

Nach oben gehen die Conglomerate ganz allmählig in die nächst höhere Schichtengruppe über.

**Obere Eccäschiefer:** Dieses sind gewöhnlich dunkelgraue Schieferthone von sehr bedeutender Mächtigkeit und mit nur wenigen untergeordneten Sandsteinablagerungen. Stellenweise enthalten sie Kohlenflötze, und Pflanzenreste sollen nicht selten sein, doch ist bis jetzt nur die Gattung *Glossopteris* citirt worden.

**Koonapschichten:** Braune Sandsteine und Schieferthone, welche letztere aber auch oft grünliche Färbungen zeigen. Pflanzenreste sind häufig, namentlich in der Oberregion. Beschrieben wurden diese Pflanzenreste aber noch niemals.

**Beaufortschichten:** Dunkelrothe, grünliche oder graue Schieferthone mit verhältnissmässig wenigen Sandsteineinlagerungen, aber mit desto zahlreicheren Reptilienresten. Daneben finden sich auch Fischzähne und Pflanzenabdrücke.

<sup>1)</sup> Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. 1870, Vol. XXVI, pag. 514.

Die von Tate aus dem Karoosystem beschriebenen Pflanzenreste sollen aus diesen Schichten stammen, könnten aber wohl ebensogut auch in den Koonapschichten zu Hause sein. Das Lager ist eben leider nicht hinreichend genau bekannt. Es sind folgende Arten, welche beschrieben wurden:

- Glossopteris Browniana* Bgt.  
 „ *Sutherlandi* Tate.  
 „ (*Dictyopteris?*) *simplex* Tate.  
 „ (*Rubidgea*) *Mackayi* Tate.  
*Phyllothea* sp.

Auf den ersten Blick erkennt man, dass diese Pflanzen eine sehr grosse Aehnlichkeit mit solchen aus den Damudaschichten besitzen. Andererseits sind sie auch nahe verwandt mit ähnlichen Arten aus Australien, wie im Verlaufe der Darstellung deutlicher hervortreten wird.

Viel reicher als die Flora ist die Fauna der Beaufortschichten. Es sind bis jetzt nur Wirbelthierreste gefunden worden und ein vollständiges Verzeichniss derselben findet man in: Owen, „Catalogue of the Fossil Reptilia of South Africa, contained in the British Museum.“ Es sind namentlich drei Abtheilungen vertreten, die Dicynodonten, die Theriodonten und die Dinosaurier. Wir haben gesehen, dass Dicynodonten auch in den Panchetschichten Indiens auftreten.

**Strombergsschichten:** Mächtige Sandsteinmassen von weisser oder hellröthlicher Farbe mit untergeordneten Lagen von Schieferthon und Kohlenflötzen. An Pflanzenresten wurden bisher folgende Arten beschrieben:

- Pecopteris (Thinnfeldia) odontopteroides.*  
*Cyclopteris cuneata.*  
*Taeniopteris Daintreei.*<sup>1)</sup>

Alle Arten, welche in den höchsten pflanzenführenden Schichten Australiens ebenso vorkommen.

Von Thierresten wurde aus diesen Schichten vor allen Dingen der Schädel eines Säugethieres beschrieben, das den Namen *Tritylodon* erhielt. Neumayr<sup>2)</sup> hat gezeigt, dass dieser Rest mit der Gattung *Triglyphus Fraas* aus dem rhätischen Bonebed Württembergs ganz ausserordentlich nahe verwandt ist, und vielleicht von Manchen für generisch identisch gehalten werden dürfte.

Fasst man alle Beziehungen der Strombergsschichten zu ausserafrikanischen Bildungen zusammen, so dürften unter den indischen Schichtengruppen wohl am ehesten die Rajmahal- und Jabalpur-schichten mit den Strombergsschichten in Parallele zu setzen sein.

**Uitenhagegruppe:** Im Innern des Landes schliesst das Karoosystem mit den Strombergsschichten ab; am Rande des Continents aber, von der Südspitze Afrikas hinauf bis gegen Natal und den Tugelafluss, zeigen sich marine Bildungen mit Pflanzenschichten wechselgelagert, welche theils dem Jura, theils der mittleren und oberen Kreide zugeheilt wurden. Die Beziehungen dieser Ablagerungen zu den Schichten

<sup>1)</sup> Dunn, Report on the Stromberg Coalfield. Geol. Mag. 1879, pag. 552.

<sup>2)</sup> Bronns Jahrb. 1884, I, pag. 279.

des Karoosystems sind unklar und bisher noch nicht mit genügender Sicherheit ermittelt. Nichtsdestoweniger sind auch diese Gebilde für uns von hohem Interesse. Die von Griesbach und Baily beschriebenen Kreidevorkommnisse, welche mit denen Südindiens auf's Genaueste übereinstimmen, können wir hier füglich ausser Acht lassen, desto mehr aber verdient die Uitenhagegruppe unser Interesse.

Das geologische Alter dieser Schichtengruppe ist durch Neumayr's neueste Arbeit über diesen Gegenstand<sup>1)</sup> ziemlich sicher festgestellt, und es unterliegt wohl kaum mehr einem Zweifel, dass die ganze Gruppe dem Neocom zugezählt werden müsse. Die in dieser Beziehung wichtigsten Versteinerungen sind:

*Olcostephanus Atherstoni* Sharpe.

„ *Baini* Sharpe.

*Crioceras spinosissimum* Hausm.

*Hamites Africanus* Tate.

*Trigonia Herzogi* Hausm.

„ *ventricosa* Krauss.

„ *conocardüiformis* Krauss.

*Ptychomya implicata* Tate.

Dass *Trig. ventricosa* auch in den tithonischen Schichten von Cutch in Indien vorkommt, kann, gegenüber den angeführten Cephalopodenarten, wohl nicht viel an einem solchen Schlusse ändern, wenn auch in Folge dessen immerhin noch eine gewisse Vorsicht geboten erscheint.

Ausser den marinen Versteinerungen finden sich aber auch Pflanzenreste in diesen Schichten, und es wurden von Tate folgende Arten beschrieben:

*Otozamites recta* Tate.

*Podozamites Morrisi* Tate.

*Palaezamia Rubidgei* Tate.

*Pterophyllum Africanum* Tate.

*Pecopteris Atherstonei* Tate.

„ *Rubidgei* Tate.

„ *Africana* Tate.

*Asplenites lobata* Oldh.

*Sphenopteris Antipodum* Tate.

*Cyclopteris Jenkinsiana* Tate.

? *Arthrotaxites Indicus* Oldh.

Von diesen Arten sind zwei identisch mit solchen aus den Rajmahalschichten Indiens. Die anderen sind theils verwandt mit Rajmahalarten, theils mit Arten von Scarborough. Im Ganzen wird die Flora für jurassisch gehalten.

Schon das Vorkommen der *Trigonia ventricosa* in Südafrika und Indien leitet uns darauf, diese Uitenhagegruppe mit den obersten Abtheilungen des Jura von Cutch, den Oomienschichten, oder den Cutch plant-beds, in Parallele zu stellen. Auch die geologischen Verhältnisse

<sup>1)</sup> E. Holub und M. Neumayr, Ueber einige Fossilien aus der Uitenhageformation in Südafrika. Denkschr. kais. Akad. d. Wiss. Wien. Vol. XLIV.

sind damit in Einklang. In Cutch folgt die Hauptmasse der Pflanzenschichten über dem Tithon, in Südafrika sind die Pflanzenschichten mit neocomen Ablagerungen wechselgelagert.

Das ist Alles was man über Südafrika weiss. Im Ganzen scheint sich eine ziemlich gute Uebereinstimmung mit Indien zu finden, doch sind die Verhältnisse im ersten Gebiete noch zu wenig gründlich erforscht, um ganz sichere Schlüsse zuzulassen. Es wäre höchst wünschenswerth, dass in Südafrika ein Survey nach indischem Muster etablirt würde.

Eine Unsicherheit muss ich noch besonders hervorheben. Nach den älteren Schriftstellern scheint es, dass die Eccaschichten discordant auf älteren Gebilden ruhen und von hier aus sich eine concordante Schichtenfolge fortsetzt, während neuerlich behauptet wird, dass die Eccaschichten concordant über den älteren Ablagerungen folgen und eine Discordanz sich erst zwischen Ecceca und Koonap einstelle. Da aber die Kohlendsteinen nur stellenweise vorhanden zu sein scheinen, ist wohl an den meisten Stellen auch eine Discordanz zwischen Ecceca und den älteren Schichten vorhanden.

### III. Ost-Australien.

Obwohl Kohlenflötze mit zahlreichen Versteinerungen schon seit langer Zeit aus Australien bekannt sind, so sind doch die geologischen Verhältnisse dieses Continents im Grossen und Ganzen noch wenig erforscht, und viele Fragen, welche man gerne beantwortet haben möchte, können nach der vorhandenen Literatur nicht zur Lösung gebracht werden. Es hängt diese mangelhafte Kenntniss wohl von der schweren Zugänglichkeit des Inneren des Landes und von den eigenthümlichen Ablagerungsverhältnissen der australischen Gebirgsglieder zum grössten Theile ab.

Die grössten Verdienste um die geologische Erforschung Australiens hat sich wohl der verstorbene Rev. W. B. Clarke erworben, und es sind namentlich die von ihm aufgestellten Unterabtheilungen, zunächst für New-South-Wales giltig, auf welche die Ablagerungen anderer Districte bezogen werden müssen.<sup>1)</sup>

Die Kohlenschichten Australiens müssen eine sehr grosse verticale Mächtigkeit besitzen, doch ist es schwer, aus der Literatur die Gesamtmächtigkeit zu ermitteln. Die Schichtenfolge ist nicht überall gleich und nicht überall vollständig. Im Allgemeinen liegen die Kohlenschichten discordant auf älteren Felsarten (Granit, Porphyry etc.) und die jüngeren Glieder greifen oft über die älteren über. Silurische und devonische Ablagerungen, letztere Kalksteine mit zahlreichen marinen Thierresten, sind zwar bekannt, doch sind ihre Beziehungen zu den Kohlenschichten sehr unklar. im Innern des Landes tritt,

<sup>1)</sup> Neuerlichst hat freilich David (Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. Vol. XLIII, 1887, pag. 190) eine ganz andere Schichtenfolge für New South-Wales angenommen, doch wurde bereits in der Discussion, die sich an die Vorlesung des Aufsatzes anschloss, entschieden gegen die David'sche Auffassung protestirt. Die Glacialbildungen der Carbonzeit werden aber auch in dem David'schen Aufsatz auf's Genaueste beschrieben und das geologische Niveau derselben bestätigt.

vielleicht an Stelle der mehr östlich gelegenen marinen Schichten, eine mächtige Ablagerung gelber Sandsteine auf, welche bis jetzt nur *Lepidodendron nothum* und *Cyclostigma sp.* geliefert haben. Gewöhnlich werden diese Schichten als devonisch angesehen. Darüber sollen die Kohlschichten stellenweise in regelmässiger Lagerung folgen, doch herrscht auch hierüber noch keine Sicherheit.

Die Kohlschichten selbst werden von Clarke folgendermassen unterabgetheilt; von oben nach unten:

Wianamattaschichten;	
Hawksburyschichten;	
Newcastleschichten;	
Mureeschichten, zerfallend in	{
	obere marine Schichten,
	ältere Kohlenflötze,
	untere marine Schichten.

Ich werde versuchen, jede dieser Abtheilungen etwas specieller darzustellen.

**Mureeschichten.** Dieses ist für gegenwärtige Zwecke die wichtigste Abtheilung, einerseits, weil hier Ablagerungen, welche unter der Mitwirkung von Eis entstanden sind, in grosser Ausdehnung vorkommen, andererseits, weil diese Ablagerungen hier theilweise marine Versteinerungen enthalten, welche es ermöglichen, das Alter der Schichten zu bestimmen. Freilich ist auch hier noch Vieles nicht mit genügender Sicherheit festgestellt, Einiges lässt sich aber doch mit Bestimmtheit aus den bis jetzt bekannten Thatsachen schliessen.

Wie oben angegeben wurde, theilt Clarke diese Schichten ein in „obere marine Schichten“, „ältere Kohlenflötze“ und „untere marine Schichten“. Die ganze Schichtenfolge ist wohl am besten und zugänglichsten aufgeschlossen am Stony Creek und bei Greta, wo die Great Northern Railway diese Schichten durchschneidet und in mehreren Durchstichen die Schichtenfolge aufgedeckt hat, und wo auch mehrere Bohrlöcher und Schächte diese Schichten durchsunken haben. Nach R. D. Oldham<sup>1)</sup> ist es ein und dieselbe Schichtenreihe, welche im Stony Creek und bei Greta aufgeschlossen ist, da es die Flügel einer grossen Antiklinale sind, welche hier durchschnitten werden. Clarke gibt ausführliche Profile der Kohlschächte am Stony Creek sowohl wie von Greta, und aus ihnen geht hervor, dass die Hauptmasse der dort aufgeschlossenen Schichten aus groben Conglomeraten und Blockanhäufungen besteht, die untergeordnet Sandsteine und Schieferthone führen, und gegen die Basis mehrere Kohlenflötze unschliessen. Unter den Kohlenflötzen treten nach Oldham nochmals marine Conglomerate auf. Fast alle Schichten, die in diesen Profilen aufgeschlossen, sind fossilführend, sowohl marine Thierreste, als auch Pflanzen, beides hier und da in ein und derselben Schicht.

Die Thierreste sind alle von carbonem Typus, und wurden von L. G. de Koninck in seinen „Recherches sur les fossiles paléozoïques de la Nouvelle Galle du Sud“ ausführlich beschrieben. In diesem Werke

<sup>1)</sup> Rec. Geol. Surv. Ind. 1886, pag. 41.

sind von 176 Arten 74 mit solchen aus dem Kohlenkalke Europas identificirt. Von diesen sind die wichtigsten:

- \**Productus Cora* Orb.,
- \*     "     *semireticulatus* Mart.
- \*     "     *Flemingi* Sow.
- "     *undatus* Defr.
- \*     "     *punctatus* Mart.
- "     *fimbriatus* Sow.
- \*     "     *scabriculus* Mart.
- Strophomena analoga* Phill.
- \**Orthotheses crenistria* Phill.
- \**Orthis resupinata* Mart.
- "     *Michelini* Lév.
- \**Rhynch pleurodon* Phill.
- \**Athy. planosulcata* Phill.
- \**Spir. lineatus* Mart.
- \*     "     *glaber* Mart.
- "     *pinguis* Sow.
- "     *convolutus* Phill.
- "     *triangularis* Mart.
- "     *bisulcatus* Sow.
- \**Spiriferina cristata* Schl.
- "     *insculpta* Phill.
- ?*Cyrtina septosa* Phill.
- \**Terebratula sacculus* Mart.

Bei diesem Verzeichnisse ist vor Allem zu beachten, dass die mit Sternchen bezeichneten Arten durch die gesammte Kohlenformation verbreitet sind, also zur genaueren Fixirung des Horizontes nicht gebraucht werden können, und von den übrigbleibenden Arten dürfte wohl M. de Koninck selbst heute nach 10 Jahren manche nicht mehr mit den entsprechenden europäischen Arten identificiren, nachdem er in seinem herrlichen Werke über den belgischen Kohlenkalk eine so viel genauere und engere Fassung der Arten hat platzgreifen lassen. Immerhin ist zu bemerken, dass auch in der weiten Fassung, welche M. de Koninck damals den Arten gegeben hat, keine Form mit *Prod. giganteus* identificirt werden konnte, so dass diese ganze Formen-Gruppe jedenfalls nicht vertreten ist. Dies ist wichtig hervorzuheben, da gerade *Productus giganteus* eine der bezeichnendsten Arten für die untere und mittlere Kohlenformation ist, während sie in den oberen Coal Measures entschieden fehlt. Dagegen treten in Australien zahlreiche Formen auf, welche mit solchen aus den permischen Ablagerungen der Salt-range nahe verwandt sind. So Arten der Gattungen *Warthia*, *Atomodesma* (*Aphanaia*) und *Martiniopsis*. All diese Einzelheiten lassen den Gesamtcharakter dieser marinen Fauna als einen solchen erscheinen, welcher mit grosser Wahrscheinlichkeit auf ein Alter ähnlich dem der oberen Coal Measures in Europa und Amerika hinzudeuten scheint.

Wir werden im Verlaufe der Darstellung sehen, dass in Australien selbst noch Anhaltspunkte für eine solche Altersbestimmung gewonnen werden können.

An Pflanzenresten wurden in diesen Schichten, nach Dr. Feistmantel's Verzeichniss<sup>1)</sup>, aufgefunden:

*Phyllothea* sp.

*Glossopteris Browniana* Bgt.

„ „ var. *praecursor* Fstm.

„ *primaeva* Fstm.

„ *Clarkei* Fstm.

„ *elegans* Fstm.

*Nöggerathiopsis prisca* Fstm.

*Annularia Australis* Fstm.

Diese Pflanzen, obwohl sie zum grössten Theile einen mesozoischen Charakter an sich tragen, kommen ohne allen Zweifel zusammen mit den oben angeführten Thierresten vor.

Sehr wichtig nun in jeder Beziehung ist der Nachweis R. D. Oldham's, dass der grösste Theil der Schichten, welche die oben aufgezählten Pflanzen und Thierreste enthalten, unter dem Einfluss von Eis zu Stande gekommen seien. Herr Oldham besuchte die Localitäten Greta und Stony Creek persönlich und schildert die Schichten folgendermassen:

„Blöcke von Schiefer, Quarzit und krystallinischen Felsarten, zum grössten Theile kantig, findet man in einer Matrix von feinem Sande oder Schieferthon verstreut. Die Schieferthone enthalten zerbrechliche Fenestellen und Bivalven, deren Schalen noch mit einander vereinigt sind, ein deutlicher Beweis, dass sie lebten, starben und eingebettet worden, wo wir sie jetzt finden und dass sie niemals einer Strömung von hinlänglicher Stärke und Schnelligkeit ausgesetzt waren, um Blöcke fortzuwälzen, wie sie jetzt mit den Versteinerungen untermischt gefunden werden. Die vorhandenen Bruchstücke von Gesteinen sind von allen Grössen, von wenigen Zollen bis zu mehreren Fuss im Durchmesser. Der grösste Block, den ich sah, hatte 4 Fuss im Durchmesser nach jeder Richtung, doch theilte mir Herr Wilkinson mit, dass er in denselben Schichten schon Blöcke gesehen habe, deren Dimensionen nach Ellen gemessen werden konnten.“

„Es ist unmöglich, derartige Verhältnisse zu erklären, ausser durch den Einfluss grosser Massen schwimmenden Eises. Ich hatte auch das Glück, im Eisenbahndurchstich bei Branxton ein Gesteinsfragment zu finden, das wundervoll geglättet und geschrammt war, in der Weise, wie sie für Gletscherwirkung charakteristisch ist. Ausserdem fand ich noch zwei Fragmente, bei denen Aehnliches, jedoch weniger deutlich zu beobachten war. Dies scheint zu beweisen, dass das Eis in der Form von Eisbergen, wie sie von Gletschern abbrechen, die in das Niveau des Meeres herabsteigen, vorhanden war.“

Dieses sind die Verhältnisse, wie sie in den Profilen längs der Eisenbahn westlich von New-Castle, namentlich bei Greta und im Stony Creek angetroffen werden; doch ist hiermit noch nicht alles erschöpft, was über die Mureeschichten zu berichten ist.

In anderen Theilen des Landes, so bei Stroud, Arowa, Port Stephens und Smiths Creek findet sich noch eine andere Flora, die bei

<sup>1)</sup> Notes on the fossil Flora of Eastern Australia and Tasmania. Transact. Roy. Soc. New-South-Wales. 1880.

Greta etc. nicht vorkommt und jedenfalls älter sein muss als die oben angeführte. Diese Flora besteht nach Feistmantel aus folgenden Arten:

- Calamites radiatus* Bgt.  
*Sphenophyllum* sp.  
*Rhacopteris inaequilatera* Göpp.  
 „ *intermedia* Fstm.  
 „ *cf. Roemeri* Fstm.  
 „ *septentrionalis* Fstm.  
*Archaeopteris Wilkinsoni* Fstm.  
*Cyclostigma Australe* Fstm.  
*Lepidodendron Veltheimianum* Stbg.  
 „ *Volkmannianum* Stbg.

Diese Schichten scheinen nach pag. 29 in Clarke's Schrift, über die sedimentären Formationen in New-South-Wales nach unten in die Lepidodendronsandsteine überzugehen, doch ist die betreffende Stelle nicht hinreichend klar. Nach dem von Feistmantel publicirten Profile J. Mackenzie's von Stroud folgen zwischen den Pflanzenschichten und den Lepidodendron-Sandsteinen nochmals marine Schichten mit *Conularia*, *Fenestella*, *Productus* und Crinoiden, doch ist diese marine Fauna noch nicht näher untersucht.

Feistmantel hält diese Flora als sicher auf Schichten hinweisend, die das Alter des Kohlenkalkes besitzen. Diese Thatsache ist ein Grund mehr, die marinen Schichten von Stony Creek u. s. w. dem Alter der oberen Coal Measures zuzuweisen.

New-Castleschichten: Diese Schichten bestehen zum grössten Theil aus Sandsteinen mit untergeordneten Schieferthonen und Kohlenflötzen. Die Durchschnittsmächtigkeit ist mir nicht bekannt, doch gibt Clarke in einem Profil von Burragorang die Mächtigkeit zu 716 Fuss an. Die Kohlenflötze liefern eine ziemlich gute Kohle und werden in zahlreichen Schächten abgebaut.

An organischen Resten scheinen Pflanzenvorkommnisse sehr häufig zu sein, marine Thierreste fehlen aber vollständig. Bisher wurden beschrieben:

- Phyllothea Australis* M' Coy.  
*Vertebraria Australis* M' Coy.  
*Sphenopteris lobifolia* Morr.  
 „ *alata* Bgt.  
 „ „ *var. exilis* Morr.  
 „ *hastata* M' Coy.  
 \* „ *germana* M' Coy.  
 „ *plumosa* M' Coy.  
 „ *flexuosa* M' Coy.  
*Glossopteris Browniana* Bgt.  
 „ *linearis* M' Coy.  
 „ *ampla* Dana.  
 „ *reticulum* Dana.  
 „ *cordata* Dana.  
 „ *taeniopteroides* Fstm.

- Glossopteris Wilkinsoni* Fstm.  
 „ *parallela* Fstm.  
*Gangamopteris angustifolia* M' Coy.  
 „ *clarkeana* Fstm.  
*Caulopteris Adamsi* Fstm.  
*Zeugophyllites elongatus* Morr.  
*Nöggerathiopsis spathulata* Dana.  
 „ *media* Dana.  
*Brachyphyllum Australe* Fstm.

Von Thierresten wurde nur ein Fisch *Urosthene Australis* Dana gefunden.

Die Schichten sind auf's Allerinnigste mit den darunterliegenden verknüpft und wurden nur wegen der Abwesenheit mariner Versteinerungen und wegen gewissen Abweichungen in der Flora von der älteren Abtheilung getrennt. Sie dürften indess wahrscheinlich in einem ähnlichen Verhältniss zu den Mureeschichten stehen, wie in Indien die Kaharbarischichten zu den Talchirschichten.

Diese Schichten sind von besonderem Interesse, da sie es sind, welche, zusammen mit den unterlagernden Mureeschichten, deren Abtrennung früher nie versucht und erst von Feistmantel eingeführt wurde, zu einem Vergleich der indischen Kohlenablagerungen mit den australischen geführt haben und so die Veranlassung wurden, auch die ersteren als paläozoisch aufzufassen. Wenn auch Feistmantel neuerlich zu zeigen versucht hat, dass die Flora der Damudaschichten und der New-Castleschichten nicht bis zu einem solchen Grade übereinstimmt, als bisher allgemein angenommen wurde, so ist doch jedenfalls ein grosser Theil der Gattungen identisch. Feistmantel stellt die Damudaschichten erst in Parallele mit der nächst höheren Schichtenabtheilung, den Hawkesburyschichten.

**Hawkesburyschichten:** Es sind dies mächtige, grobkörnige Sandsteine, welche namentlich in den höheren Lagen eigenthümliche Verwitterungsformen zeigen und oft Felsmassen bilden, die verfallenen Burgen nicht unähnlich sehen. Zu unterst, unmittelbar über den New-Castleschichten, folgen dunkle, violettrothe Mergel, seltener von Sandstein unterbrochen, während höher die Sandsteine vorherrschen. Sie haben gelbliche, röthliche oder dunkle bis braunrothe Farben und gehen oft in Conglomerate über. Brauneisensteinlager, theilweise mit Kohle imprägnirt, sind nicht selten, erreichen häufig eine sehr bedeutende Mächtigkeit und werden dann bergmännisch abgebaut.

Die Gesamtmächtigkeit wird von Clarke zu 800 bis 1000 Fuss angegeben.

Versteinerungen sind in dieser Abtheilung nicht häufig, nur ein paar Fische und einige Pflanzen wurden bis jetzt gefunden. Es sind folgende Arten:

- Cleithrolepis granulatus* Eg.  
*Myriolepis Clarkei* Eg.  
*Thinnfeldia odontopteroïdes* Fstm.  
*Sphenopteris* sp.  
*Odontopteris* sp.

Merkwürdig ist, dass in diesen Schichten wieder Spuren der Thätigkeit des Eises verzeichnet werden. Die Schieferthonschichten zeigen oft eine sehr eigenthümliche Structur. Grosse, nicht abgerundete Blöcke von Schieferthon liegen oft wirr durcheinander, die Zwischenräume ausgefüllt durch Sand und kleine Gerölle. Wilkinson<sup>1)</sup>, der zuerst auf diesen Umstand aufmerksam gemacht hat, glaubt, dass grosse, sich fortbewegende Eismassen diese Erscheinungen hervorgerufen hätten, dass es also mit andern Worten Stauungserscheinungen seien. Dass bei dem Zustandekommen dieser Bildung Eis betheiligt gewesen sei, wurde auch durch Haast bestätigt.<sup>2)</sup>

Die Hawkesburyschichten werden von Feistmantel, wie oben erwähnt, den Talchirschichten und vielleicht auch theilweise den Damudaschichten Indiens gleichgestellt. Diese Gleichstellung ist aber nicht auf paläontologische Daten gegründet, sondern darauf, dass in beiden Ablagerungen sich Spuren der Thätigkeit des Eises finden. Eine solche Parallelisirung wurde aber neuerlich von R. D. Oldham<sup>3)</sup> stark angezweifelt und es muss zugegeben werden, dass diese Parallele nicht sehr natürlich erscheint. Ebenso wenig natürlich erscheint es aber auch, die New-Castle beds den Damudas gleichzustellen, wie Oldham dies thut. Vielmehr ist es das Wahrscheinlichste, dass die Talchirs den Mureeschichten und die Kaharbaris den New-Castleschichten gleichzustellen seien. In beiden Ablagerungen finden sich *Gangamopteris* und *Glossopteris* häufig und *Gangamopteris angustifolia* M'Coy ist beiden gemeinsam. So würden dann die Damudas den Hawkesburys im Alter gleichzustellen sein, doch dürfte die Eventualität wohl nicht auszuschliessen sein, dass die Damudas möglicherweise auch noch in die New-Castle beds theilweise herabreichen.

Wianamattaschichten: Nach Clarke scheinen diese Schichten nicht vollkommen concordant über den Hawkesburys zu folgen und hier ist zum erstenmale eine Unterbrechung in der Schichtenfolge der australischen Kohlenablagerungen eingetreten. Die Hawkesburys scheinen beträchtlich denudirt gewesen zu sein, ehe die Wianamattas zur Ablagerung gelangten. Diese bestehen zum grössten Theile aus weichem Schieferthone und feinkörnigen Sandsteinen, die gerundete Hügelformen bilden. Die Mächtigkeit finde ich nirgends angegeben.

In den Schieferthonen sowohl, wie in Sphärosideritknollen finden sich Fisch- und Pflanzenreste. Bis jetzt wurden folgende Arten identificirt:

- Palaeoniscus antipodeus* Eg.  
*Cleithrolepis granulatus* Eg.  
*Thinnfeldia odontopteroides* Fstm.  
*Odontopteris microphylla* M'Coy.  
*Pecopteris tenuifolia* M'Coy.  
*Macrotaeniopteris wianamattae* Fstm.

<sup>1)</sup> Trans, Roy. Soc. New. South Wales. 1879 und 1884, XIII, pag. 105.

<sup>2)</sup> Feistmantel, Rec. Geol. Surv. India. XIII, pag. 251, 252.

<sup>3)</sup> Rec. Geol. Surv. India. XIX, pag. 42—45.

Diese Flora wird von Feistmantel für triasisch angesehen und den Damudas Indiens gleichgestellt. Das Vorkommen von *Thinnfeldia odontopteroides* aber scheint mir eher auf eine Verwandtschaft mit den Panchets hinzudeuten. Von den Fischen wird die Gattung *Palaeoniscus* gewöhnlich als permisch angesehen, während *Cleithrolepsis* mehr an mesozoische Formen erinnert.

Im Grossen und Ganzen ist mit den Wianamattaschichten die Reihe der Ablagerungen in New-South-Wales abgeschlossen, nur stellenweise sind noch jüngere Schichten bekannt geworden. Solche sind von Wilkinson vom Clarence-River beschrieben worden und Feistmantel erwähnt aus ihnen zwei Pflanzenarten:

*Taeniopteris Daintreei* M'Coy.  
*Alethopteris Australis* M'Coy.

Diese beiden Pflanzenarten sind von Wichtigkeit für die richtige Classificirung von gewissen Ablagerungen, welche anderwärts in Australien gefunden wurden.

Die bisherige Darstellung hat sich nur auf die Schichtenfolge in New-South-Wales bezogen, wir müssen nun aber unsere Blicke auf die übrigen Provinzen Ost-Australiens richten.

In Queensland kennt man Kohlenbecken, welche zweierlei verschiedenen Altersstufen angehören. Die älteren von diesen, mehr in den nördlichen Gegenden gelegen, enthalten marine Versteinerungen von carbonem Typus, und an Pflanzenresten *Glossopteris*, *Schizopteris* und *Pecopteris*. Auch in diesen Ablagerungen wurden Spuren einer Thätigkeit des Eises nachgewiesen.<sup>1)</sup>

Die mehr südlich gelegenen Kohlenfelder sind jüngeren Alters und die aus ihnen beschriebene Flora ist folgendermassen zusammengesetzt:

*Sphenopteris elongata* Carr.  
*Thinnfeldia odontopteroides* (Morr.) Estm.  
*Cyclopteris cuneata* Carr.  
*Taeniopteris Daintreei* M'Coy.  
*Sagenopteris rhoifolia* Presl.  
*Otozamites* cf. *Mandelslohi* Knor.  
*Cardiocarpon Australe* Carr.

Feistmantel parallelisirt die diese Flora enthaltenden Schichten mit den jüngsten Schichten in Neu-Süd-Wales, wie sie am Clarence-River nachgewiesen wurden.

In Victoria ist die Schichtenfolge wieder eine etwas vollständigere. Zu unterst liegen Sandsteine, die in Iguana Creek namentlich aufgeschlossen sind und wahrscheinlich als devonisch angesehen werden müssen. Sie haben folgende Pflanzenarten geliefert:

*Sphenopteris Iguanensis* M'Coy.  
*Aneimites Iguanensis* M'Coy.  
*Archaeopteris Howitti* M'Coy.  
*Cordaites Australis* M'Coy.

<sup>1)</sup> R. L. Jack. Report on the Bowen-River Coalfield, Brisbane 1879.

Darüber folgen Sandsteine, die als Avon-River-Sandsteine bezeichnet werden und *Lepidodendron Australe* geliefert haben. Feistmantel hält die Gebilde für Carbon.

Die nächst höhere Abtheilung ist von grosser Wichtigkeit. Sie führt den Namen der Bacchusmarshsandsteine, und umschliesst häufig grosse Blockanhäufungen, welche unzweifelhaft glacialen Ursprunges sind. An Pflanzenresten hat diese Abtheilung geliefert:

- Gangamopteris obliqua* M'Coy.  
 „ *angustifolia* M'Coy.  
 „ *spatulata* M'Coy.

Feistmantel hat diese Schichten mit den Hawkesbury's von New-Süd-Wales in Verbindung gebracht, doch scheint es viel natürlicher, sie mit den Muree- und New-Castleschichten und mit diesen mit den Talehir-Kaharbarischichten Indiens zu parallelisiren. In beiden Abtheilungen ist *Gang. angustifolia* ebenfalls nachgewiesen.

Die höchste Schichtenabtheilung, die in Victoria unterschieden wird, sind die Bellarineschichten. Sie haben eine sehr grosse Verbreitung und sehr bedeutende Mächtigkeit. Kohlenflötze kommen vor, aber in geringer Mächtigkeit und Ausdehnung. Pflanzenreste sind, wie es scheint, zahlreich, und folgende Arten sind bis jetzt beschrieben worden:

- Phyllothea Australis* Bgt.  
*Alethopteris Australis* Morr.  
*Taeniopteris Daintreei* M'Coy.  
*Podozamites Barklyi* M'Coy.  
*Zamites ellipticus* M'Coy.  
 „ *longifolius* M'Coy.

Diese Flora deutet wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit auf ein mesozoisches Alter der sie umschliessenden Schichten, und so werden denn auch die Bellarineschichten von Feistmantel mit den Schichten am Clarence-River in New-Süd-Wales und mit den oberen Kohlen-schichten von Queensland parallelisirt. In Indien würden die Rajmahal- und Jabalpurschichten den ebenbezeichneten australischen Gebilden ungefähr gleichzustellen sein.

Dieses sind in kurzen Hauptzügen die Verhältnisse, wie sie in Südafrika, Indien und Australien angetroffen werden. Es wird gut sein, die bis jetzt gewonnenen Resultate in einer Tabelle zu vereinigen, um erst einen Gesamtüberblick zu erhalten, ehe wir auf weitere Deductionen eingehen.

	Süd Afrika	Indien	Ost-Australien
Neo-com	Uitenhage ?	Cutch { Pflanzen-schichten Marine Titon-schichten	? Marine Schichten in Queensland
Tithon			
(?) Jura und Kreide	Strombergschichten	Jabalpurschichten Kota-Malerischichten Rajmahalschichten	Bellarineschichten Clarence-Riverschichten Südliche Kohlenfelder in Queensland
(?) Trias	Beaufortschichten	Panchetschichten	Wianamattaschichten
(?) unterste			Discordanz
Perm	Koonapschichten	Damudaschichten	Hawkesburyschichten (glacial)
Ober-Carbon	Discordanz	Kaharbarischichten	New-Castleschichten
	Eccaschichten (glacial)	Talchirschichten (glacial)	Stony Creekschichten Bacchusmarshschichten (glacial)
Unter-Carbon	Lepidodendronsandsteine	Auf krystallinischen Gesteinen discordant aufruhend	Schichten von Strond, Port Stephens etc.
Devon	Marines Devon		Lepidodendronsandsteine
			Marines Devon

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, dass sowohl in Süd-Afrika wie in Indien und Ost-Australien mächtige Schichtensysteme sich finden, die in ziemlich nahen Beziehungen zu einander stehen und jedenfalls unter einander viel näher übereinstimmen, als mit irgend einer Schichtenfolge, welche aus Europa oder Amerika bekannt geworden ist. Der grösste Theil dieser Ablagerungen ist offenbar aus Niederschlägen des süßen Wassers gebildet, und es müssen riesige Seen und gewaltige Stromsysteme sich da ausgebreitet haben, wo wir heute diese Schichten vorfinden.

Diese Beobachtung hat schon früh zur Annahme eines grossen Continentes geführt, welcher in frühen geologischen Zeiträumen sich über einen grossen Theil der Südhemisphäre ausbreitete und an Ausdehnung dem jetzigen asiatisch-europäischen Continente nur wenig nachgestanden haben mag.<sup>1)</sup>

Die Geschichte dieses Continentes scheint eine höchst eigenthümliche gewesen zu sein. Statt der grossen Faltenzüge, die in der Nordhemisphäre die Gebirgserhebungen zusammensetzen und so gewissermassen das Geripp der Continentalmassen bilden, finden wir hier Tafelberge aus horizontal gelagerten Gesteinsmassen aufgebaut. Allerdings ruhen auch

<sup>1)</sup> H. F. Blanford, Quart. Journ. Geol. Soc. Lond. Vol. XXXI, 1875, pag. 519. — Waagen, Denkschr. kais. Akad. d. W. Wien. 1878. — Waagen, Records Geol. Surv. of India. 1878.

diese wieder auf gefalteten Gebirggliedern, allein es sind hauptsächlich nur archäische Gesteine, die von der Faltenbildung betroffen werden. Bereits zur devonischen Zeit sehen wir die Intensität der Faltenbildung bedeutend reducirt; grosse Districte, wie Süd-Afrika und Indien, zeigen die devonischen Gebilde grösstentheils in horizontaler Lagerung, und Alles, was später folgt, wird nur hie und da, ganz local, aus seiner horizontalen Lage gerückt. Während so die faltenbildende Thätigkeit auf diesem Theile der Erdoberfläche mehr und mehr reducirt wird, scheinen zu gleicher Zeit ungeheure Einbrüche die einst vorhanden gewesene grosse Ländermasse mehr und mehr der Zerstückelung zugeführt zu haben. Wir wissen aus der Vertheilung der marinen Niederschläge, dass zur jurassischen Zeit der einstige Continent bereits in drei unabhängige Theile zerfallen war und Afrika, Indien und Australien durch Meeresarme von einander getrennt waren; zur triasischen Zeit dagegen hing Afrika wahrscheinlich noeh mit Indien zusammen, während Australien schon damals selbstständig geworden war.

So, statt zu wachsen, verkleinerte sich der einstige Continent mehr und mehr, und wahrscheinlich ungefähr in demselben Maasse, als Europa und Asien dem Meere entstieg, überfluthete dort im Süden das Meer gewaltige Räume, die einst Festland waren.

Heute existiren nur mehr geringe Bruchstücke des einstigen südlichen Continentes, doch lassen uns bereits diese durch die Mächtigkeit der horizontal gelagerten Süswasserschichten und die Gewaltigkeit der sich durch sie verrathenden physikalischen Vorgänge auf die gewaltige Ausdehnung der Ländermasse schliessen, der sie einst angehörten.

Die im Obigen behandelten Schichtensysteme wurden sämmtlich erst abgelagert, nachdem die Faltenbildung bereits eingestellt war. Wir finden die sämmtlichen Schichten nahezu horizontal abgelagert, entweder ausgedehnte Plateau-Landschaften zusammensetzend, oder flache Mulden ausfüllend, und durchgreifendere Schichtenstörungen sind nur als local oder als seltene Ausnahmefälle zu verzeichnen. Die Periode der Einbrüche begann noch im Laufe der Zeiten, ehe die Bildung der oben beschriebenen Schichtensysteme gänzlich zum Abschlusse gelangt war. Gewaltige Strecken, die früher Festland gewesen, wurden nun immer mehr und mehr vom Meere bedeckt, und die Zeugen dieser Vorgänge sind die sparsamen marinen Niederschläge aus jurassischer und cretacischer Zeit, welche wir noch heute theilweise an den Rändern der wenigen uns überlieferten Bruchstücke des alten Continentes in Afrika, Indien und Australien antreffen.

Dieser Continent war es auch, auf dem sich in längst entschwundenen Zeiten Vorgänge abspielten, welche stark an die Vorgänge während der quartären Glacialzeit in der Nordhemisphäre erinnern, und es gab wahrscheinlich eine Zeit, in der dieser südliche Continent grossentheils von gewaltigen Eismassen bedeckt war.

Welches war aber diese Zeit? Das ist die grosse Frage, welcher wir nun näher zu treten haben werden.

Es ist schon zu wiederholtemalen darauf hingewiesen worden, dass die paläontologischen Erdkunde in den oben beschriebenen Schichtensystemen merkwürdig widersprechende Resultate liefern. Wenden wir uns nur zu den obersten Abtheilungen, den Uitenhage und den Cutch-

schichten, so finden wir in denselben eine marine Fauna, welche auf ein neocomes und tithonisches Alter der Ablagerungen hinweist, während die Pflanzenreste, die in denselben Schichten getroffen werden, allgemein dahin beurtheilt werden, dass sie auf Unteroolith, speciell auf den Horizont von Scarborough, hindeuten sollen.

Diese Widersprüche zwischen Thier- und Pflanzenresten finden sich nun in allen einzelnen Schichtenabtheilungen mehr oder weniger wiederholt und treten wieder in ungemeiner Deutlichkeit in die Augen in den australischen Mureeschichten, wo wieder marine Ablagerungen in Wechsellagerung mit Pflanzenschichten auftreten. Die in diesen Schichten vorkommenden Pflanzenfossilien wurden und werden noch heute von M'Coy mit aller Entschiedenheit für mesozoisch erklärt, da in Europa die Gattung *Glossopteris* nur im Jura Russlands und im Tertiär angetroffen worden ist, daher auch in Australien kaum älter als mesozoisch sein könne. Wenn sich Feistmantel später auch bequemt hat, die australischen Ablagerungen in die paläozoische Epoche einzureihen, so geschah dies doch viel weniger deswegen, weil die Flora dazu Veranlassung gab, als vielmehr wegen der marinen Thierreste, die in denselben Schichten zu finden waren und die entschieden paläozoischen Habitus besitzen. Da die Schichtenfolge nun aber weder über, noch unterhalb der strittigen Ablagerungen ganz unzweifelhafte Anhaltspunkte für die Altersbestimmung lieferte, so stand es den Anhängern der Annahme eines mesozoischen Alters immer noch frei zu sagen: Die Pflanzenreste deuten mit Entschiedenheit auf ein mesozoisches Alter der gesammten Schichten und so ist es wahrscheinlich, dass in Australien die paläozoischen Thierformen länger gelebt, also noch in die mesozoische Zeit herauf gereicht haben, als in Europa. Als Stütze hierfür konnte noch angeführt werden, dass in der heutigen Fauna und Flora Australiens überhaupt alte, aus früheren Perioden heraufreichende Typen häufig sind, dort also auch in früheren Zeiten alte Typen höher heraufreichen konnten als anderwärts. Andererseits waren in Monsieur de Koninck's Werk die Arten so weit gefasst, dass die dort angewendeten Speciesbezeichnungen eigentlich nur als Gruppennamen gelten konnten. Ich selbst war einige Zeit hindurch nicht ganz abgeneigt, mich diesen Anschauungen der Phytopaläontologen anzuschliessen, weshalb ich hier und da von den „sogenannten Carbonablagerungen Australiens“ gesprochen habe.

Die Frage nach dem Alter dieser Schichten ist nun aber noch von ganz besonderem Interesse wegen der glacialen Bildungen, welche in den gleichen Horizonten angetroffen werden.

Wie ich schon oben erwähnt habe, hat sich W. T. Blanford mit vielem Geschicke bemüht, ein permisches Alter für die Schichtenreihe Talchir-Kaharbari-Damuda und die mit diesen gleichzustellenden Schichten in Afrika und Australien wahrscheinlich zu machen, allein es war ihm unmöglich, mehr als Wahrscheinlichkeitsbeweise beizubringen und so konnten weitere Schlüsse auf seine Deductionen nicht gebaut werden. Erst der neueren Zeit war es vorbehalten, mehr Klarheit in die Sache zu bringen und es waren namentlich die Entdeckungen des Württembergers Dr. H. Warth in der Salt-range, welche die ganze Frage in neuem Lichte erscheinen liessen.

#### IV. Salt-range.

Es ist seit lange bekannt, dass auch in der Salt-range nicht selten Ablagerungen angetroffen werden, welche ohne Zweifel unter Mitwirkung des Eises entstanden sind. Ich selbst habe diese Bildungen an vielen Stellen gesehen und studirt, doch hatte ich bis jetzt keine Gelegenheit, mich öffentlich darüber auszusprechen. Auch jetzt gehe ich mit einer gewissen Befangenheit daran, mich in dieser Beziehung zu äussern, denn es waltet ein eigenthümlicher Unstern über Allem, was ich über die allgemeinen Verhältnisse der Salt-range in die Oeffentlichkeit bringe: jedesmal werde ich in einer Weise zurückgewiesen, wie dieselbe eigentlich nicht vorkommen sollte. Ausdrücke wie „Ignoranz“ oder „Charlatanismus“ oder „es ist wohl das Beste, einen derartigen Aufsatz als gar nicht gedruckt anzusehen“, gehören zu den Koseworten, deren ich da gewürdigt werde. Solche Ausdrücke richten sich selbst! Wenn die Herren wüssten, wie ich Jahre lang mit mir zu Rathe gehe und hin und her überlege, ehe ich eine schwerwiegende Anschauung der Oeffentlichkeit übergebe, würden sie vielleicht etwas glimpflicher urtheilen. So war es ihnen denn auch bis jetzt noch in keinem Falle möglich, mich sachlich zu widerlegen und ich fühle mich in Folge dessen berechtigt, die Ansichten, welche zu so herber Kritik Veranlassung gegeben haben, auch ferner festzuhalten.

Die Schichtenfolge der Salt-range umfasst, wie bekannt, die Schichtengruppen vom Eocän bis zum Devon ungefähr (abgesehen von den jungtertiären Sandsteinen des Potwar-Plateau) ohne besonders grosse Lücken aufzuweisen. Ebenso bekannt ist es, dass in verschiedenen Theilen der Salt-range die Schichtenreihe sich sehr verschieden darstellt. Ich muss die von Wynne eingeführten Schichtennamen auch hier noch gebrauchen, da eine Anwendung der europäischen Schichtenbezeichnungen zu concrete Parallelisirungen mit sich bringen würden und solche für den Augenblick nicht ganz erwünscht erscheinen.

Im östlichen Theile der Salt-range ist die Schichtenfolge folgendermassen:

Nummulitenschichten,  
Olive-Group,  
Schichten mit Salzkry stall-Pseudomorphosen,  
Magnesian Sandstone.  
Neobolusschichten,  
Purple Sandstone,  
Salt marl und Steinsalz.

Diese ganze Schichtenfolge hat ausser in den Neobolusschichten, der Olive-Group und den Nummulitenkalken kaum nennenswerthe Reste organischer Wesen geliefert, und es wäre nach dem bis ganz neuerlich vorliegenden Materiale kaum möglich, das Alter irgend einer dieser Schichtengruppen zu bestimmen.

In den westlichen Theilen der Salt-range steht dagegen die Sache anders, indem hier Schichten reich an wohl erhaltenen und charakteristischen Versteinerungen vorhanden sind. Die Schichtenreihe stellt sich hier folgendermassen dar:

Nummulitenschichten,  
 Olive-Group,  
 Variegated Sandstone (Jura),  
 Ceratitenschichten,  
 Productuskalk (Perm),  
 Speckeled Sandstone,  
 Magnesian Sandstone } hier kaum zu trennen,  
 Neobolusschichten } nach Westen auskeilend,  
 Purple Sandstone, nach Westen auskeilend,  
 Salt marl und Steinsalz.

Man sieht, die Gliederung ist hier viel mannigfaltiger und einzelne der Ablagerungen können ihrem Alter nach genau bestimmt werden. Für unsere Zwecke ist hier der Speckeled Sandstone das wichtigste Glied der ganzen Reihe und wir wollen denselben näher in's Auge fassen. Unter Speckeled Sandstone verstehe ich hier aber nicht nur das, was Wynne mit diesem Namen in der eigentlichen Salzkette belegt, sondern auch die Aequivalente dieses Niveaus im Westen sowohl (Boulder-Group), als auch im Osten (Olive-Group, zum Theil). Zum richtigeren Verständniss der Lagerung muss indessen hervorgehoben werden, dass die Nummulitenschichten und die Olive-Group (richtiger *Cardita Beaumonti* beds) discordant auf allem Darunterfolgenden liegen und so, von Westen nach Osten fortschreitend, successive auf Jura, Ceratitenschichten, Perm und Speckeled Sandstone zu liegen kommen, ein Umstand, der theilweise auch die Verschiedenheit der Schichtenfolge im Osten und Westen des Gebirgszuges bedingt. Ich muss mich übrigens hier durchaus auf den Bericht Wynne's<sup>1)</sup> stützen, da demselben all meine eigenen Beobachtungen eingeflochten sind. Der Bericht ist in der That als ein gemeinsamer zu betrachten, soweit die Beobachtungen im Felde in Betracht kommen. Er sollte auch in der Ausführung ein gemeinsamer werden, doch wurde dies durch meine wiederholte schwere Erkrankung verhindert, und so war Wynne gezwungen, die Ausarbeitung allein vorzunehmen. Die Benutzung des Materiales ist freilich in Folge dessen oft nicht ganz so ausgefallen, wie ich dasselbe verwendet haben würde, wenn ich auf die Ausarbeitung hätte Einfluss ausüben können, allein deshalb kann ich doch meine eigenen Anschauungen nicht ganz aufgeben, und Herr Wynne muss mir doch gestatten, dieselben hier und da auch zum Ausdrucke zu bringen. Ich bin ja weit davon entfernt, deshalb die grossen Verdienste, die sich Herr Wynne um die Ausarbeitung der Karte erworben hat, zu ignoriren oder die bewundernswerthe Genauigkeit seiner Karte nicht anzuerkennen. Wenn ich aber jetzt, nachdem ich die fossilen Faunen der Salt-range grossentheils durchgearbeitet habe, mich veranlasst sehe, manche Punkte, in Betreff deren Auffassung ich nicht mit Herrn Wynne übereinstimmte, jetzt noch schärfer zu betonen, so liegt dies eben in dem Fortschritte, der durch die genauere paläontologische Erkenntniss der Schichten erzielt wurde. Herr Wynne wird unmöglich behaupten wollen, dass es undenkbar sei, zu einer besseren Erkenntniss zu gelangen, als die in seinem Berichte niedergelegt ist, und es wird sich wohl in

<sup>1)</sup> Mem. Geol. Survey India. 1878, Vol. XIV.

seinen eigenen Anschauungen in den letzten 10 Jahren manches geklärt haben, wie dies bei jedem Gelehrten der Fall ist, wenn er nicht absolut allem Fortschritte sein Ohr verschliesst.

Wie ich schon in meiner Einleitung zu den Salt-range-Fossils ausgeführt habe, zerfallen die paläozoischen Ablagerungen der Salt-range in zwei grosse Gruppen, deren eine vom Purple Sandstone und Salt marl, deren andere von den höher folgenden Schichtenabtheilungen gebildet wird.<sup>1)</sup> Beide Gruppen haben eine ganz verschiedene Verbreitung, die ältere findet sich nur im Süden und verschwindet theilweise, wo die Gebirgskette nach Norden umbiegt; es scheinen die diese Gruppe zusammensetzenden Schichten in einem sich nach SO. ausdehnenden Wasserbecken, wahrscheinlich einem Binnenbecken, abgelagert worden zu sein, und das offene Meer jener Zeit wäre erst weiter im Norden zu suchen.

Die obere Gruppe dagegen schliesst viele Küstenbildungen in sich und dürfte von einem Meere abgelagert worden sein, das von NW. her vordrang. Die ungeheueren Sandsteinanhäufungen im Osten der Salt-range, welche im Westen alle zu unbedeutenden Schichten zusammenschumpfen und fast ganz verschwinden, scheinen mir als Dünenbildungen zu erklären zu sein, und zwar glaube ich, dass dieselben die Mündung eines grossen Stromes bezeichnen, der in längst entschwundenen Zeiten, aus Südosten kommend, in dieser Gegend das Meer erreichte. Es sind für eine solche Annahme verschiedene Anhaltspunkte vorhanden. Zunächst die Neobolusschichten, da die hornschaligen Brachiopoden wahrscheinlich ähnliche Standorte hatten, wie viele der heutigen *Lingulae*, die sich häufig auf schlammig-sandigem Boden in der Nähe von Flussmündungen ansiedeln, dann die Schichten mit Salzkristall-Pseudomorphosen, die auf ein Gebiet deuten, das bald von salzigem, bald von süssem Wasser überschwemmt wurde, Verhältnisse, wie sie sich in den die Flussmündungen umgebenden Lagunen am häufigsten einstellen.

<sup>1)</sup> Einer gütigen brieflichen Mittheilung R. D. Oldham's zufolge glaubt derselbe eine Discordanz unterhalb des Speckeled Sandstone nachweisen zu können, während die tieferfolgenden Glieder bis hinab zur Saline series eine zusammengehörige concordante Schichtenfolge bilden. Was die Discordanz betrifft, so habe ich gegen eine solche nichts einzuwenden, im Gegentheile glaube ich selbst Beobachtungen gemacht zu haben, die wenigstens an gewissen Stellen eine solche als wahrscheinlich erscheinen lassen, dennoch aber glaube ich, dass nicht Alles, was unterhalb dieser Discordanz folgt, als eine einzige Schichtengruppe aufzufassen sei. Magnesian Sandstone und Neobolus beds gehören ebenso sicher zusammen, als es sicher ist, dass ihre Fauna Beziehungen zu den, wenn auch discordanten überlagernden Schichten besitzt, und die Anschauung, dass beide noch den carbonen Gebilden zuzuthellen seien, gewinnt immer mehr Wahrscheinlichkeit. Der Purple Sandstone aber zeigt so innige Beziehungen zur Saline series, dass beide kaum getrennt werden können. Das Liegende der letzteren ist in der eigentlichen Salt-range nicht aufgeschlossen. Nach Westen zu nimmt die Saline series mehr und mehr graue Dolomite und Gypse mit Quarzkrystallen in sich auf, und scheint Trans-Indus in die durchschnittlich grau gefärbte „Upper gypsum und Dolomite group“ Wynne's überzugehen. Das Liegende dieser Gruppe aber sind wieder rothe Sandsteine, identisch mit dem Purple Sandstone der eigentlichen Salt-range. Somit scheint die Saline series überhaupt nur eine Einlagerung zu bilden in eine mächtige Bildung rothen Sandsteines, die offenbar für sich als besondere Formation angesehen werden muss. Ich halte diese Formation für ein Aequivalent der Vindhyan der indischen Halbinsel, und zufolge ihrer Lagerung unter den carbonen Neobolusschichten, für devonisch.

Unter diesen Sandsteinbildungen sind die Speekeled Sandstones, wie oben angedeutet, diejenigen, welche am weitesten nach Westen reichen und wegen mancher anderen Verhältnisse die wichtigsten und interessantesten sind. In ihren obersten Lagen schliessen sie eine marine Fauna ein, die mit der Fauna des Productus limestone sehr nahe verwandt ist, weshalb diese Ablagerung von mir als „Lower Productus limestone“ bezeichnet wurde. Der Procentsatz der echt carbonen Arten in diesen Schichten ist grösser als im eigentlichen *Productus limestone* und so habe ich geglaubt, diese Schichten mit den Coal Measures vereinigen zu müssen, nachdem auch *Fusulina longissima* Möll. in grösserer Menge hier angetroffen wird. Freilich dürften sie nur den allerobersten Lagen dieser Schichtengruppe, etwa den Schichten von Nebraska oder den Sandsteinen von Artinsk, gleichzustellen sein wegen des häufigen Vorkommens der Gattungen *Strophalosia* und *Aulosteges*.

Etwas tiefer finden sich dann in diesen Sandsteinen Blockanhäufungen, welche nach Norden und Westen zu die einzigen Vertreter der ganzen Schichtengruppe sind, und sich dort mit grosser Constanz unter den fossilführenden Schichten und den permischen Kalksteinen vorfinden.

Leider kann ich mich in Bezug auf diese Blockanhäufungen nicht so sehr in Details einlassen, als vielleicht wünschenswerth erscheinen dürfte, theils wegen des zu grossen Umfanges, den diese Schrift sonst erhalten würde, theils wegen des Umstandes, dass im letzten Bande der Salt-range Fossils eine detaillirte geologische Darstellung der Salt-range folgen wird, welcher hier nicht vorgegriffen werden soll.

Im Westen (Trans-Indus), namentlich bei Kingriali, unterscheidet Wynne eine eigene „Boulder-Group,“ die aus grauen Thonen mit untergeordneten Sandsteinen und Gypsen besteht und in der Oberregion eine Blockanhäufung von bedentender Mächtigkeit enthält. Die Blöcke sind wohl geglättet und oft mit Schrammen versehen. Auf dieser „Boulder-Group“ folgen dann, wie anderwärts über dem Speekeled Sandstone, die permischen Kalke.

Von hier nach NO. zu liegt Kalabagh, welches den nördlichsten Punkt bezeichnet, bis zu welchem die Salte-range in ihrer allgemeinen Richtung abgewichen ist. Hier beginnt auch, am linken Ufer des Indus, die eigentliche Salzkette mit einer Gruppe von Bergen, die den Namen der Tredian Hills führen. Hier sind die Blockanhäufungen besonders stark entwickelt und werden von Wynne folgendermassen beschrieben.<sup>1)</sup>

„Die Carbonkalke (Perm) enthalten viel Feuerstein, sowohl schwarzen wie weissen, während graue Conglomerate und Sandsteinbänke in den dunklen conglomeratischen Thonen über dem Salt-marl sich einstellen. Unmittelbar über dem erdigen Theil finden sich grosse Blockanhäufungen, in denen Blöcke von Granit, Syenit und anderen krystallinischen Gesteinen von 2 Fuss im Durchmesser angetroffen werden; diese Blockanhäufung, wenn sie nicht auf sich selbst zurückgefaltet ist, mag eine Mächtigkeit von 155 Fuss besitzen.“ Darüber finden sich Spuren des Speekeled Sandstone.

<sup>1)</sup> Mem. Geol. Surv. Ind. Vol. XIV, pag. 258.

Hiermit treten wir in das Gebiet des eigentlichen Speekeled Sandstone ein. Diese Abtheilung ist, wie Wynne selbst beschreibt, an vielen Stellen conglomeratisch und die Conglomerate stellen sich oft als wahre Blockanhäufungen dar, namentlich in der Gegend von Makrach und Sardi. Wie es in der Natur der Sache liegt, sind solehe Blockanhäufungen nicht übermässig regelmässig gelagert und es ist schwer zu sagen, ob sie an verschiedenen Stellen in absolut demselben Niveau auftreten, jedenfalls sind sie aber, abgesehen von kleinen verticalen Variationen, geologisch gesprochen, gleichalterig. Die Lagerung ist immer derartig, dass man die Blockanhäufungen als unter den Fusulinenschichten liegend auffassen muss.

Der Speekeled Sandstone erreicht seine grösste Entwicklung in der Gegend zwischen Vureha und Nursingpohar und nimmt von da nach Osten zu rasch an Mächtigkeit ab, ohne dabei aber seine Blockanhäufungen einzubüssen. Ganz allmählig nehmen die Thonzwischenlagen eine namentlich rothe Farbe an, die Blockanhäufungen dagegen werden grün und es entwickeln sich so zwei neue Gruppen, die aber im Alter sicher dem Speekeled Sandstone gleichstehen, nämlich die „Schichten mit Salzkristall-Pseudomorphosen“ und die Conglomerate der „Olive-Group“. Der westlichste Punkt, von dem Wynne die Blockanhäufungen der „Olive-Group“ angibt, ist Karuli. Hier liegen sie auf Speekeled Sandstone, wahrscheinlich der mittleren Abtheilung der Gruppe. Noch weiter im Westen ist zwar die Olive-Group ebenfalls deutlich entwickelt, allein hier, wie z. B. in Neela Wan, liegt dieselbe auf den fossilführenden Schichten des Lower Productes limestone, jede Spur von Blockanhäufungen fehlt an der Basis der Gruppe und wir müssen in den Speekeled Sandstone hinabsteigen, um dieselben wieder anzutreffen.

Die Blockanhäufungen der Olive-Group haben in neuerer Zeit speciell die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt, da in ihnen Versteinerungen aufgefunden wurden, die mit solchen aus den australischen marinen Kohlschichten übereinstimmen. Ich habe eine Notiz über diese Sachen veröffentlicht <sup>1)</sup>, aber damit wieder in ein Wespennest gestochen und wurde von R. D. Oldham in nichts weniger als höflicher Weise zurückgewiesen. <sup>2)</sup>

Die Olive-Group, wie sie von Wynne umschrieben wurde, enthält in der Oberregion ein Aequivalent der Cardita-Beaumontschichten in Sind, in ihrer Unterregion die viel umstrittene Blockanhäufung. In dieser letzteren wurden von Warth Knollen eines thonigen Sandsteines aufgefunden, die zahllose Exemplare von Conularien enthielten. Diese Knollen bilden eine dünne Lage an der obersten Grenze der Blockschiechte und haben bis jetzt folgende Fauna geliefert:

- Bucania cf. Kattaensis* W.  
*Conularia laevigata* Morr.  
 „ *tenuistriata* M' Coy.  
 „ *cf. irregularis* Kon.  
*Nucula sp. ind.*

<sup>1)</sup> Rec. Geol. Surv. India. XIX, 1886, pag. 22; XIX, 1886, pag. 2.

<sup>2)</sup> Rec. Geol. Surv. India. XIX, 1886, part. 11.

*Atomodesma* (?) *Warthi* W.  
*Aviculopecten* cf. *limaeformis* Morr.  
*Discina* sp.  
*Serpulites* *Warthi* W.  
 „ *tuba* W.

Zu diesen vermag ich nun noch *Spirifer Vespertilio* Sow. hinzuzufügen, nach neuerlich von Dr. Warth eingesandten Stücken. Diese ganze Fauna ist entschieden eine paläozoische und es ist nicht eine einzige Art vorhanden, die auf andere Ablagerungen deuten würde. Vier der Arten sind ident mit solchen aus carbonen Ablagerungen Australiens, diese sind:

*Conularia laevigata* Morr.  
 „ *tenuistriata* M Coy.  
*Aviculopecten* cf. *limae* Morr.  
*Spirifer vespertilio* Sow.

Eine *Bucania* cf. *Kattaensis* W. kann mit einer solchen aus der obersten Abtheilung des Speckeled Sandstone, dem sogenannten unteren Productus Limestone, verglichen werden.

Nach Wynne und Oldham finden sich diese Knollen auf secundärer Lagerstätte und als Hauptbeweis hierfür wird das seltene Vorkommen von abgerollten Exemplaren von Conularien und der Umstand angeführt, dass die Knollen nicht wie echte Concretionen die organischen Reste im Centrum vorfindlich enthalten, sondern dass die Versteinerungen durch die Oberfläche der Knollen in der verschiedensten Weise abgeschnitten erscheinen, weshalb sie als abgerollte Gesteinsfragmente angesehen werden müssten.

Was den letzteren dieser Beweispunkte betrifft, so ist derselbe ohne alle Beweiskraft. Ich brauche nur an die Quarzitknollen in unserer Siluretage Dd 1 zu erinnern, die genau dasselbe Verhalten zeigen, von denen man aber weiss, dass sie genau dieselben Versteinerungen enthalten wie die Thonschiefer, in denen sie liegen, wo es also keinem Zweifel unterliegen kann, dass beide gleichzeitig sind und also die Knollen keinesfalls sich auf secundärer Lagerstätte befinden können. Aber auch der erste der beiden oben angeführten Punkte scheint mir in eine ähnliche Kategorie zu fallen. Auch hier in Böhmen findet man mit den anderen Quarzitknollen hie und da kleine Knöllchen, die auf der Aussenseite Bruchstücke zusammengerollter Trilobiten oder ähnliche organische Reste tragen. Man würde sie entschieden für abgerollt halten, wenn sie nicht mit den anderen Sachen zusammenlügen und nicht die gleichen Arten enthielten. Es ist offenbar eine unvollkommene Knollenbildung, die hier vorliegt. Aehnlich mögen auch die scheinbar abgerollten Exemplare von Conularien vielleicht zu erklären sein, doch kann ich mich in dieser Beziehung nicht bestimmt äussern, da mir selbst die von Wynne untersuchten Stücke nicht vorgelegen haben.

Mir selbst hat H. Warth neuerlich auch ein solches abgerolltes Exemplar einer Conularie zugeschiekt, das auf den ersten Augenblick allerdings sehr wie abgerollt aussieht. Bei näherer Betrachtung machen sich aber doch allerlei Bedenken geltend. Zunächst die Grösse des

Exemplares, das 60 Millimeter lang, 20 Millimeter am oberen Ende breit und nur 11 Millimeter dick ist. Wenn ein derartig dünner und langer Körper aus weichem Sandstein einer so rauen Behandlung unterworfen wird, wie dies nothwendig geschehen muss, wenn er mit Conglomeratmassen zusammen fortbewegt wird, so ist es zunächst sehr erstaunlich, dass er nicht in kleinere Fragmente zerbrochen worden ist. Dann sind zwei der Seiten und eine Kante fast ganz intact mit der feinsten Sculptur erhalten. Nun ist jedenfalls eine Kante einer der am meisten vorspringenden Theile des Gehäuses und muss, wenn Abrollung stattfindet, zuerst abgerollt werden. Von den wohl erhaltenen Seiten ist allerdings die eine, breitere, concav und könnte in Folge dessen der Wirkung der Abrollung entgangen sein, die andere aber ist zufolge einer eigenthümlichen Deformation des Stückes weit bauchig vorgetrieben. Dennoch ist auch hier die feinste Sculptur erhalten. Ich muss hier bemerken, dass das von Warth mir geschickte Stück noch ganz vom Muttergestein, einem groben conglomeratartigen Sandstein, umschlossen wird, und so der Einwand, dass das Stück vielleicht einem grösseren abgerollten Fragment entstammt, wodurch die wohl erhaltenen Seiten in dem Fragment eingeschlossen, vor dem Abrollen geschützt worden seien, vollständig wegfällt.

So wird es auch in diesem Falle bei genauerem Studium wieder wahrscheinlich, dass die eigenthümliche Erhaltung des Stückes eher von unvollkommener Knollenbildung als von Abrollung herrühre. Sollte aber das Stück dennoch transportirt sein und sich auf secundärer Lagerstätte befinden, so kann es nicht weiter als ein paar tausend Schritte weit her gebracht sein, da ausserdem die Erhaltung der Sculptur an gewissen Stellen vollkommen unerklärlich wäre.

Ein entscheidender Beweis für das secundäre Lager der Knollen der Salt-range scheint mir jedenfalls durch Wynne's und Oldham's Angaben nicht erbracht. Das wäre nur dann der Fall, wenn sie Versteinerungen jüngeren Alters mit den älteren untermischt gefunden hätten. So heftig aber auch Oldham seine Anschauung vertritt, einen solchen Nachweis ist er doch nicht beizubringen im Stande.

Ich will deshalb freilich nicht behaupten, dass die Möglichkeit einer secundären Lagerstätte absolut ausgeschlossen sei, da ich die Fundstätten seit Auffindung der Knollen nicht wieder selbst besuchen konnte, allein eine Wahrscheinlichkeit hierfür liegt nicht vor.

Wenn sie aber selbst secundär sein sollten, können sie nur aus einer Schichte stammen, die im Alter nur wenig verschieden ist von ihrer jetzigen Lagerstätte. Auch ihr Ursprungsort kann nicht weit entfernt sein von dem Orte, wo man sie jetzt findet. Ein Beweis hierfür ist die Geschlossenheit der Fauna, die sie enthalten, die auf einheitliche Lage und einheitlichen Ursprung hinweist. Eine solche Geschlossenheit kann sich aber nur erhalten, wenn die Schichte, der die Stücke entstammen, erst kürzlich gebildet war, also jüngere Ablagerungen nicht mit zur Denudation gelangten und wenn die Stücke nur auf eine kurze Entfernung transportirt wurden.

Sehen wir uns unter den Gebilden der Salt-range um, welchen die Knollen allenfalls entstammen könnten, wenn sie secundär wären, so ist es allein der Magnesian-Sandstone mit den Neobolusschichten,

welcher derartige Stücke geliefert haben könnte. Ist dies aber der Fall, entstammen die Knollen dem Magnesian-Sandstone, dann rückt diese Bildung plötzlich ebenfalls hinauf in die Zeit der Coal Measures, während sie von mir bisher als Untercarbon angesehen wurde. Sollte dies die Revision sein, der meine Anschauungen in Bezug auf die Salt-range unterzogen werden sollten, wie von Medlicott<sup>1)</sup> angedeutet worden ist?

Neuerlichst wurden nun weitere Thatsachen durch Dr. Warth zu Tage gefördert, welche wieder viel neues Licht über die ganze Frage verbreiteten. Im Neela Wan fand Warth die Conularien-Knollen in Blockanhäufungen, welche unmittelbar über den Neobolusschichten zu folgen scheinen, und jedenfalls an der Basis der Spekeled Sandstone liegen. Hier ist es nun über allem Zweifel erhaben, dass die Conularienknollen älter sind als die Fusulinenschichten, welche in nächster Nähe des Fundortes anstehen.

Ueber das Alter der Blockanhäufung ist noch Einiges zu sagen. Dieselbe wurde von Wynne für cretacisch gehalten, da er sie mit den darüber lagernden Cardita-Beaumontschichten vereinigte, die wahrscheinlich als oberste Kreide oder als ein Aequivalent der Lamariegruppe oder der liburnischen Stufe angesehen werden können.

R. D. Oldham betonte auf's Schärfste das cretacische Alter der Blockanhäufung und behauptet, dass dieselbe discordant sei zu den unterlagernden Schichten. Von einer solchen Discordanz hat aber weder Mr. Wynne, noch ich selbst etwas gesehen, im Gegentheile habe ich Profile gemessen, in denen ein vollständiger Uebergang von den unterlagernden Schichten mit Salzkristall-Pseudomorphosen zu den Blockablagerungen zu constatiren war, was durch eine Wechsellagerung von grünen und rothen Sandsteinen und Schieferthonen bewerkstelligt wurde.

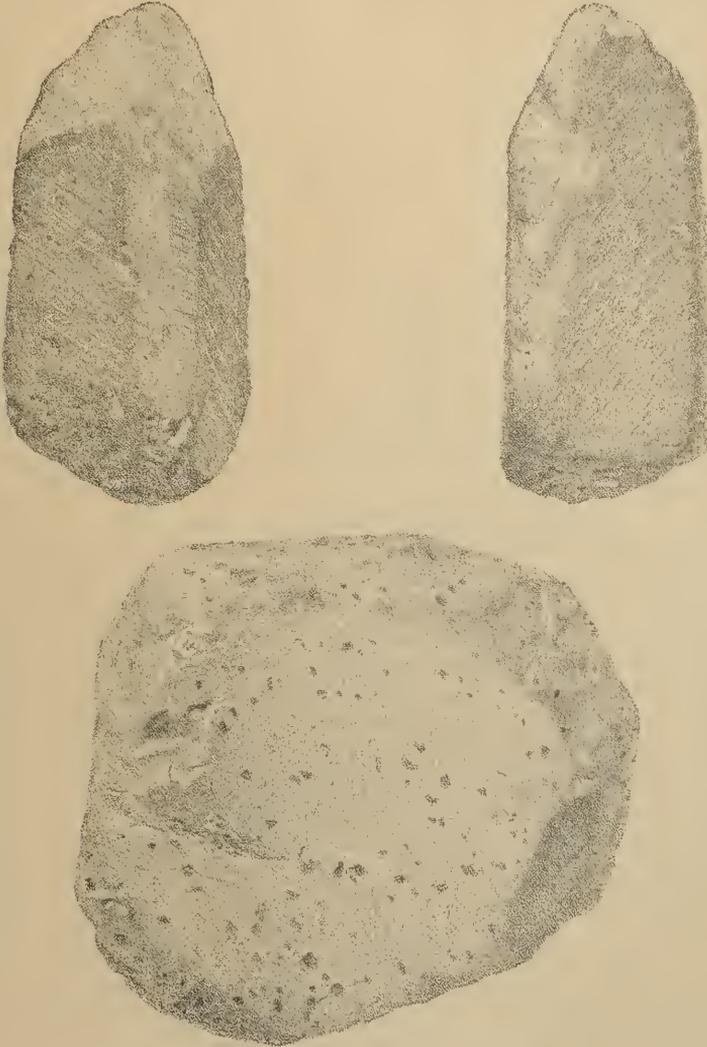
Also auch in dieser Beziehung ist kein Grund vorhanden, um gezwungen zu sein, die Blockanhäufungen mit den oberen, statt mit den unteren Schichten in Verbindung zu bringen. Dass eine solche Blockanhäufung nicht immer so regelmässig auf ihrer weichen Unterlage ruht, als dies bei anderen Schichten die Regel ist, liegt in der Natur der Sache. Eine solche Ablagerung ist eben auch unter ganz ungewöhnlichen Umständen zu Stande gekommen.

In diesen Blockanhäufungen der „Olive-Group“ ist die glaciäre Entstehungsweise so deutlich zum Ausdrucke gelangt, als dies nur immer gewünscht werden kann. Die Blöcke und Geschiebe bestehen namentlich massenhaft aus rothen Porphyren und zahllose Exemplare zeigen deutliche Schlifflinien und Schrammen. Sehr viele derselben sind an verschiedenen Seiten angeschliffen, ein Beweis, dass sie nach und nach in verschiedenen Lagen in die Eismasse eingebacken wurden, während dieselbe noch in Bewegung war. Ich gebe beifolgend Abbildungen zweier solcher Geschiebe, das grössere aus Porphyr, das kleinere aus einem schwarzgrauen aphanitischen Gesteine bestehend, von denen das grössere auf der Vorder- und Rückseite, das kleinere an drei aneinander stossenden Seiten angeschliffen erscheint. Die Richtung der Schrammen ist auf jeder Schlifflinienfläche verschieden, doch finden sich auch oft auf ein und derselben Schlifflinienfläche Schrammen in zwei sich kreuzenden Richtungen.

<sup>1)</sup> Records Geol. Surv. Ind. Vol. XIX, pag. 2.

Fassen wir das bisher Gesagte in Betreff der Blockanhäufung der „Olive-Group“ zusammen, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

1. Die Blockanhäufungen stellen sich gerade da in der Olive-Group ein, wo dieselbe mit dem Speckeled Sandstone in Contact tritt, während sie weiter westlich in der Olive-Group gänzlich fehlen, dafür aber im Speckeled Sandstone auch weiter westlich häufig auftreten.



Polirte und gekritzte Geschiebe aus den carbonen Glacial-Ablagerungen (Olive-Group) von Chel-Hill, Salt-range.

2. Der Speckeled Sandstone kann zufolge seiner Lagerung unter den permischen Kalken und seiner Fossilführung in den allerersten Lagen mit Bestimmtheit als ein Aequivalent der obersten Abtheilung der Coal Measures angesehen werden.

3. In den Blockanhäufungen der „Olive-Group“ finden sich Knollen, welche unter 11 Arten von Fossilien 5 enthalten, die mit solchen aus den Coal Measures Australiens, und eine, die mit einer Art aus dem Spekeled Sandstone identificirt werden kann.

4. Dieselben Conularienknollen, die in den Blockanhäufungen der Olive-Group vorkommen, wurden neuerlich im Neela-Wan ebenfalls in Blockanhäufungen angetroffen, die sicher unter den Fusulinenschichten liegen.

Da nun all diese Punkte mit grosser Bestimmtheit nach derselben Richtung deuten, so kann man wohl nicht anders, als annehmen, dass die Blockanhäufungen der „Olive-Group“ als ein theilweises Aequivalent des Spekeled Sandstone anzusehen seien, und ungefähr dasselbe geologische Alter besitzen, als die Blockanhäufungen, welche weiter im Westen in so grosser Verbreitung im Liegenden der permischen Kalke angetroffen werden.

Damit haben wir auch für die Salt range einen grossen einheitlichen Glacialhorizont erhalten, welcher von ganz besonderer Wichtigkeit ist für das richtige Verständniss der grossen Fragen, die hier zu lösen sind.

Freilich haben sich neuerlichst auch Stimmen vernehmen lassen, die der entgegengesetzten Ansicht Ausdruck verleihen, und R. D. Oldham sagt in einem Aufsätze im Geological Magazine<sup>1)</sup>, dass in der Salt-range nicht weniger als vier verschiedene Glacialhorizonte vorhanden seien. Neue Thatsachen werden leider nicht beigebracht, und so kann uns Oldham's Anschauung allerdings nicht dazu bringen, die eigene wohl erwogene Ansicht aufzugeben. Solche Auffassungen der Sachlage gehen immer wieder auf die Croll'sche Theorie zurück, dass Eiszeiten auf der Erde so häufig und billig seien wie Brombeeren, eine Theorie, die durch die im Allgemeinen beobachteten geologischen Thatsachen in keiner Weise unterstützt wird. Die Ansicht, dass die sämmtlichen in der Salt-range beobachteten Glacialbildungen einer und derselben Formationsabtheilung beizuzählen seien, that weder den von Wynne, noch den von mir selbst gemachten Beobachtungen irgend einen Zwang an, und kann somit als die richtige gelten, bis schlagende Beweise für das Gegentheil beigebracht werden.

Auf die Angaben zahlreicher Glacialhorizonte über einander in ein und derselben Gegend werde ich noch später Gelegenheit haben zurückzukommen.

Andere Angaben, welche von Oldham in demselben Aufsätze gemacht werden, verdienen eine genauere Erwähnung, da sie den bisher bekannten noch neue Gebiete glacialer Ablagerungen in Indien hinzufügen, und zugleich Aufschluss darüber bringen, woher die Glacialgeschiebe der Salt-range wahrscheinlich stammen.

In der grossen indischen Wüste, die sich zwischen dem Arvaligebirge und dem Indus ausbreitet, fand Oldham in der Nähe der Stadt Pokran eine Landoberfläche, welche aus Porphyrr und Syenit besteht und welche ganz und gar mit glacialen Schrammen und Kritzen bedeckt ist. Auf dieser Oberfläche liegt eine äusserst zähe

<sup>1)</sup> Dec. III. Vol. III, Nr. 7, 1886.

Glacialmasse, die Oldham als Till oder Grundmoräne anspricht, während in der Nähe in grosser Verbreitung geschichtete Glacialbildungen auftreten, die offenbar marin sind. In der Grundmoräne sind nur Geschiebe von Porphyr und Syenit vorhanden, in den marinen Gebilden dagegen namentlich Gneisse und Granite, die dem Arvaligebirge entstammen. So glaubt dem Oldham, dass die Glacialgeschiebe der Salt-range ebenfalls aus dem Süden stammen, theils vom porphyrischen Festlande, theils aus dem Arvaligebirge. Auch für diese Bildungen nimmt Oldham das Alter der Talchirgruppe an.

Ich habe schon in einem früheren Aufsätze ausgesprochen, dass ich auch die Glacialbildungen der Salt-range durchgängig für marin halte, doch glaube ich, dass nicht nur, wie Oldham dies annimmt, von den Arvalis grosse Gletscher an die Meeresküste herabstiegen, um sich dort in Eisberge aufzulösen, sondern vielmehr scheint es mir, dass auch der grosse Strom, dessen Mündung in der östlichen Salt-range ich oben als wahrscheinlich bestehend angegeben habe, dem Meere mächtige schwimmende Eismassen zuführte.

Wie dies Alles aber auch beschaffen gewesen sein mag, es tritt vollständig in den Hintergrund gegenüber den grossen allgemeinen Fragen, die hier noch gelöst werden müssen.

Die bedeutendste unter diesen ist die Frage nach dem Alter der glacialen Schichten. Für die glacialen Ablagerungen in Australien und Afrika haben wir festgestellt, dass sie auf untercarbenen Gebilden ruhen, und in Australien enthalten dieselben eine marine Fauna, welche auf das Alter der oberen Coal Measures hindeutet. Damit stehen die mitvorkommenden Pflanzenreste im Widerspruche, welche für mesozoisch gehalten werden.

Nun haben wir aber in der Salt-range glaciäre Ablagerungen kennen gelernt, welche permische Kalke unterteufen, und sogar Andeutungen der australischen Coal Measure-Fauna, die dort auch in glacialen Schichten liegt, enthalten. Es kann somit nach allen Regeln des Synchronismus keinem grossen Zweifel unterworfen sein, dass die glacialen Bildungen der Salt-range als ungefähr gleichalterig mit jenen Australiens zu betrachten sind, in denen sich dieselbe Fauna vorfindet. Damit wäre aber das geologische Alter der hier in Rede stehenden Glacialzeit überhaupt festgelegt. In Australien haben wir unzweifelhaft untercarbone Ablagerungen, Culmschichten, als Unterlage derselben, in der Salt-range haben wir Schichten unzweifelhaft permischen Alters im unmittelbar Hangenden derselben, und so bleibt uns nichts Anderes übrig, als die Annahme, dass sich die glacialen Vorgänge, von denen bis jetzt die Rede war, zu einer Zeit abspielten, als anderwärts die oberen Coal Measures zur Ablagerung gelangten. Die Annahme der Phytopaläontologen, auf die früher hingewiesen wurde, dass in Australien die Pflanzen das Ausschlaggebende seien, und dass die paläozoischen Thiertypen dort bis in die mesozoische Zeit herauf fortgelebt hätten, worauf die Pflanzenreste hinwiesen, ist damit gänzlich unhaltbar geworden und wir wissen nun ganz bestimmt, dass in Australien, Afrika und Indien eine Flora von mesozoischem Typus bereits zur Zeit der Coal Measures erscheint. Das ist aber ein Resultat von der allergrössten Tragweite, das eine Fülle von weiteren Schlüssen in sich birgt.

Zunächst sei hervorgehoben, dass die neue Flora überall zusammen mit glacialen Bildungen erscheint, worin ein deutlicher Beweis liegt, dass dieselbe tiefe Temperaturen zu ertragen vermochte, und zum wenigsten Nachtfrösten zu widerstehen im Stande war. In Australien sowohl wie in Afrika verdrängt diese neue Gesellschaft von Pflanzen eine Reihe echt carboner Pflanzentypen, wie Calamiten und Lepidodendren, und die Kluft zwischen den älteren und neueren Floren ist so bedeutend, dass kaum eine einzige Gattung beiden gemeinsam ist. Unter diesen Umständen ist es wohl erlaubt, anzunehmen, dass die erste, eigentlich paläozoische Flora ihren Untergang durch die eintretende Kälte gefunden habe, welche die hereinbrechende Eiszeit über den grossen südlichen Continent verbreitete. Denn was sollte sonst diesen Untergang herbeigeführt haben, nachdem zur selben Zeit auf anderen Theilen der Erdoberfläche, wo sich keine so deutlichen Spuren eingetretener heftiger Kälte nachweisen lassen, dieselbe paläozoische Flora sich in höchster Entwicklung befand und die Bildung der Coal Measures ihren ungestörten Fortgang nahm? Wir haben somit einen Maassstab gewonnen für die Temperaturbedingungen, an welche die Pflanzengesellschaften in jenen entlegenen Zeiten ihre Existenz knüpften. Die paläozoischen Floren, zum grössten Theil aus zarten Organismen zusammengesetzt, konnten offenbar tiefere Temperaturen nicht ertragen und mussten zu Grunde gehen, sobald häufigere und stärkere Fröste sich einstellten. Die aus mesozoischen Typen bestehende jüngere Flora dagegen enthielt offenbar Organismen, die, kräftiger, tieferen Temperaturen zu widerstehen vermochten und so im Stande waren, sich mannigfaltigeren Lebensbedingungen anzupassen.

Eine weitere Folgerung, welche aus dem Obigen sich mit Nothwendigkeit ergibt, ist die, dass sich die aus mesozoischen Pflanzentypen zusammengesetzte jüngere Flora auf dem grossen südlichen afriko-indo-australischen Continent autochthon entwickelt habe, denn wir haben in keinem Lande der Erde die geringsten Anhaltspunkte, welche uns annehmen liessen, dass mesozoische Pflanzenformen sich irgendwo in Perioden, welche der Bildung der Coal Measures vorausgehen, entwickelt, und durch Wanderung sich auf den südlichen Continent ausgebreitet hätten. Dagegen liegt die Annahme sehr nahe, dass die mesozoischen Floren Europas, die alle eine grosse typische Aehnlichkeit zeigen, als Abkömmlinge jener paläozoischen Flora zu betrachten seien, die zur Zeit der Coal Measures auf dem südlichen Continent zur Entwicklung gelangte.

Die Hauptsache aber bleibt immer der Nachweis einer Eiszeit, welche sich während der Periode der Coal Measures auf dem südlichen Continente eingestellt habe, denn alle anderen Schlüsse basiren doch nur immer wieder auf dieser einen fundamentalen Thatsache. Diese Thatsache aber kann nicht mehr bezweifelt werden, nachdem so zahlreiche Forscher in verschiedenen Welttheilen ganz unabhängig von einander zu dem übereinstimmenden Resultate gelangt waren, dass die betreffenden Schichten unter Mitwirkung des Eises entstanden seien. Nur die Altersbestimmung der Schichten war zweifelhaft, diese kann aber jetzt mit aller Sicherheit durchgeführt werden.

Die Glacialgebilde dieser Zeit sind über einen ungeheuer grossen Raum der Erdoberfläche verbreitet. Sie beginnen etwa im 40.<sup>o</sup> südlicher

Breite und erstrecken sich von hier bis in etwa 35° nördlicher Breite und vom etwa 35. Meridian östlicher Länge, von Ferro gerechnet, bis zum 170.° derselben Länge, ein Flächenraum, welcher mehr als den vierten Theil der Erdoberfläche umfasst und an Verbreitung und Grösse jenem Areale nicht viel nachgibt, das von den intensivsten Wirkungen der quartären Glacialepoche betroffen wurde. Während aber bei der quartären Glacialzeit hauptsächlich die nördliche Hemisphäre in Mitleidenschaft gezogen wurde und sich verhältnissmässig geringe Ausläufer längs der Anden und in Neuseeland in die südliche Hemisphäre vorsehoben, spielten sich die Hauptvorgänge der carbonen Glacialzeit in der Südhemisphäre ab und es sind nur wenig ausgedehnte Vorkommnisse an der afghanisch-persischen Grenze, die bis zum 35.° nördlicher Breite hinaufreichen. <sup>1)</sup> Dies Alles ist aber selbstverständlich nur in ganz allgemeinen Zügen richtig. Um ein klares Bild der ganzen Verhältnisse zu erhalten, dazu fehlt uns noch sehr viel und noch mannigfaltige Studien werden nöthig sein, um die hier entworfene Skizze zu vervollständigen. Wir selbst müssen unseren Blick auch noch weiter schweifen lassen und zunächst Europa zu jener Zeit einer näheren Betrachtung unterziehen.

### V. Europa.

Schon wiederholt glaubte man in Europa Glacialschichten aufgefunden zu haben in Ablagerungen, welche der Quartärzeit mehr oder weniger weit vorausgehen. Wir wollen hier von Croll's Angaben, der in jeder einzelnen Formation zahlreiche Glacialbildungen nachweisen zu können glaubte, absehen, denn diese Angaben können ja überhaupt kaum ernst genommen werden. Viel vorsichtiger äussert sich James Geikie in seinem classischen Werk: „The great ice age“, und es scheint für ihn nur in zwei Fällen der glacial Ursprung gewisser Schichten ausgemacht. Die Conglomerate an der Basis des Carbon im südlichen Schottland und die Blockanhäufungen im Perm, die von Ramsay beschrieben wurden, scheinen ihm sicher glacial.

Leider konnte ich über den glacialen Horizont im Unter-Carbon von Schottland (von dem es übrigens zweifelhaft ist, ob er nicht in's obere Old Red zu stellen ist) nichts Näheres aus der vorhandenen Literatur erfahren. Ich habe mir zwar mit grosser Mühe den erläuternden Text zu den betreffenden Blättern der geologischen Karte verschafft, allein genauere Angaben fand ich dort auch nicht. Uebrigens scheint man in England selbst die Ansicht, dass diese Bildungen glacial seien, wieder mehr oder weniger aufgegeben zu haben, da Archibald Geikie in seinem „Textbook of Geology“ auf diese Angaben keinen grossen Nachdruck legt, und kürzlich in einer Sitzung der Geologischen Gesellschaft in London ein diesen Schichten entstammendes gekritztes Gerölle vorgezeigt wurde, um darzuthun, wie auf secundäre Weise, durch späteres Zusammenrutschen der Schichten, derartige gekritzte Geschiebe entstehen können. Anders gestaltet sich die Sache mit dem Glacial-Horizonte des Perm, der von allen Autoritäten einstimmig als unzweifelhaft glacial angesehen wird. Auf diesen permischen Glacialhorizont näher einzugehen,

<sup>1)</sup> Nach Griesbach's Angaben: Rec. Geol. Surv. Ind. Vol. XIX, pag. 57.

werde ich später noch Gelegenheit haben, vor der Hand wollen wir uns noch an das eigentliche Carbon halten. Der oben erwähnte Glacialhorizont an der Basis des Carbon in Schottland aber erscheint solchermassen wohl zum mindestens als zweifelhaft.

Schon ein Jahr nachdem Ramsay die glaciale Natur der permischen Breccien in England nachgewiesen hatte, erwähnte Godwin-Austen<sup>1)</sup> Gesteinsblöcke aus den die Kohlenflötze unterteufenden Conglomeraten Frankreichs, welche nach seiner Ansicht zu bedeutende Dimensionen besaßen, um auf andere Weise, als durch schwimmende Eismassen an die Stelle transportirt worden zu sein, wo sie heute angetroffen werden. Wenn auch die Blöcke als mehr oder weniger eckig beschrieben werden, so reicht eine solche Thatsache bei dem Mangel anderweitiger, parallel laufender Thatsachen, wie polirter und gekritzter Geschiebe u. s. w., doch kaum aus, um solche Bildungen mit Sicherheit als glaciale zu bezeichnen. Sie mögen bis zu einem gewissen Grade als verdächtig erscheinen, allein es ist kaum möglich, weitere Schlüsse auf derartige Dinge zu bauen, namentlich wenn sie nur vereinzelt an nicht sehr zahlreichen Stellen beobachtet wurden.

Dasselbe gilt wohl auch von den Gesteinsrundmassen, die aus den schlesischen Kohlenfeldern und aus dem Ostrauer Becken bekannt geworden sind, und neuerlich so viel von sich haben reden machen.<sup>2)</sup> Diese Rundmassen finden sich in der Kohle selbst und erreichen oft ein beträchtliches Gewicht (ein Block von Granulit wog 55 Kilogramm). Diese Blöcke sind offenbar von oben in die Kohle hereingefallen, so lange dieselbe sich noch in weichem torfigem Zustande befand, und es scheint, dass die Entfernung, woher sie transportirt wurden, eine ziemlich beträchtliche sein muss. Um so schwerer aber ist es zu sagen, auf welche Weise der Transport erfolgt sein mag. Das Einfachste wäre wohl anzunehmen, dass Eis den Transport vermittelt habe, doch ist es misslich, aus so vereinzelt Thatsachen mit Sicherheit derartig weittragende Schlüsse zu ziehen, umso mehr, da andere Möglichkeiten wohl auch nicht absolut auszuschliessen sind. Es wurde schon von verschiedenen Schriftstellern darauf hingewiesen, dass Bäume in ihren Wurzeln Felsstücke über grosse Distanzen zu verschleppen vermögen, und auch für die Vorkommnisse der Kohlenflötze könnte vielleicht etwas derartiges angenommen werden. Freilich ist dabei zu bedenken, dass die baumartigen Gewächse der damaligen Zeit ein eigentliches Wurzelgeflecht, in dem sich Felsen festhalten konnten, nur in Ausnahmefällen besaßen haben, dafür mag aber auch die Tragkraft jener schwammigen Holzkörper grösser gewesen sein, als die des compacten Holzes unserer heutigen Bäume. Auf alle Fälle müssen die Umstände, unter denen jene Gesteinsstücke transportirt wurden, sehr ungewöhnliche gewesen sein, worauf schon das verhältnissmässig doch ungemein seltene Vorkommen solcher Geschiebe in den Kohlenflötzen hinweist. Jedenfalls reicht aber das Vorkommen der betreffenden Gesteinsrundmassen nicht dazu hin, um etwas einer Eiszeit Aehnliches für die Zeit der Bildung dieser Kohlenflötze in Europa zu statuiren.

<sup>1)</sup> Quart. Journ. Geol. Soc. Vol. XII, pag. 58.

<sup>2)</sup> Vergl. Stur, Jahrb der k. k. geol. Reichsanstalt 1835, Vol. XXXV, pag. 627.

Wenn das Vorkommen vereinzelter grösserer Felsblöcke in einer Schicht oder selbst das Vorhandensein ganzer Blockanhäufungen allein ein hinreichender Beweis für die einstmalige Thätigkeit des Eises wären, dann wäre wohl keine Gegend reicher an alten Glacialbildungen als die Gailthaler Alpen. Es kommen dort riesige Blockanhäufungen in sehr verschiedenen Niveaus (Grüne Carbonbreccien, Uggowitzer-Breccie, Verrucanoconglomerat) vor, und wenn man nur den Gesamthabitus des Gesteines in's Auge fasst, möchte man diese Bildungen entschieden für glacial halten. In keinem Falle jedoch war ich im Stande, im Speciellen die glaciale Natur dieser Ablagerungen nachzuweisen. Im Herbste vorigen Jahres habe ich namentlich die carbonen Vorkommnisse dieser Art im Nötschgraben bei Bleiberg auf einigen Exeursionen besucht.

Das Profil des Nötschgrabens wurde von Suess in gewohnter, meisterhafter Weise beschrieben.<sup>1)</sup> Das Liegendste bilden die carbonen Kalke und Schiefer, welche von Suess folgendermassen dargestellt werden: „Die den (Thonglimmer-) Schiefer unterteufenden Lagen haben eine ähnliche Zusammensetzung, sind jedoch derber; sie führen Quarzgänge von ganz gleicher Beschaffenheit, wie jene im Thonglimmerschiefer. Erst etwas tiefer erscheint ein grünes, tuffähnliches Gestein in Begleitung einer anderen dunkelgrünen Felsart, dem sogenannten Diorit von Bleiberg. Diese letzteren Gesteine scheinen durch Uebergänge verbunden zu sein. Unter ihnen lagert sofort in dicken Bänken das lichte Quarzconglomerat der Steinkohlenformation, wie es auch in Kerschedorf im Liegenden des Thonglimmerschiefers beobachtet wurde. Es ist von Sandsteinbänken begleitet und mitunter liegen unter demselben milde schwarze Schiefer an ihren Flächen mit feinen Glimmerschüppchen bedeckt. Die mächtigere untere Partie derselben führt verschiedene marine Fossilreste, unter denen kleinere Producte und *Fenestella plebeja* die häufigsten sind; Spuren von Farrenwedeln und Calamiten sind ihnen beigemischt. Darunter folgen einige Bänke von schwarzem Kohlenkalke, voll von *Productus giganteus*, Stielen von *Poteriocrinus* und *Cyathophyllum*, in Begleitung von einer sehr harten dunkelgrünen Breccie; neuerdings folgt etwas schwarzer Schiefer und wieder schwarzer Kalkstein mit *Productus giganteus* und *Poteriocrinus*. Diesen unterteuft bei ununterbrochenem Südfallen eine grössere Masse jener grünen dioritischen Gesteine, welche an der Grenze gegen den Thonglimmerschiefer erwähnt worden sind und mit denselben erscheint die dunkle Breccie wieder, welche insbesondere dort ein auffallendes Aussehen gewinnt, wo in ihr schwarzgrünes Bindemittel zahlreiche Stücke von weissem körnigen Kalkstein eingeschlossen sind. Unterhalb der amerikanischen Schmelzhütte taucht unter derselben eine neue Bank von schwarzem Kalkstein hervor, welche unzählige und riesige Schalen von *Productus* mit Crinoidenstielen und *Cyathophyllum* enthält und von rothen Gypsschnürcchen durchzogen ist.“

Es sind die dunkelgrünen Breccien, die sich als wahre Blockanhäufungen darstellen, und auf die sich meine Beobachtungen namentlich bezogen haben.

<sup>1)</sup> Suess, Ueber die Aequivalente des Rothliegenden in den Südalpen. Sitzungsbericht Akad. d. W. Wien 1868, Vol. LVII, Abth. I.

Diese Blockanhäufungen sind scheinbar den Schichten mit *Productus giganteus*, welche die von Koninek beschriebene Fauna geliefert haben, doch ziemlich unregelmässig eingelagert. Die fossilführenden Schichten werden in der Nähe der Blockanhäufungen ebenfalls unregelmässig, sind mannigfaltig gebogen und oft wie zusammengerutscht. Die Blockanhäufungen selbst zeigen häufig keinerlei Schichtung, sind ihrer Hauptmasse nach aus wirr durcheinander liegenden Blöcken, die oft beinahe die Grösse eines kleinen Hauses erreichen, sonst aber sehr verschiedene Grösse besitzen, aufgebaut, und zeigen als Bindemittel ein feines, grünes, sandiges Material (vielleicht Diorittuff?), das mit mehr oder weniger grobem Sand und Gerölle gemengt erscheint. Die Blöcke selbst bestehen zum grössten Theile aus grünen mehr oder weniger aphanitischen Gesteinen, doch sind auch andere Gesteine nicht selten. Sie sind niemals vollkommen kantig, meist halb abgerundet, doch fehlen auch vollkommen abgerollte Stücke nicht. Die einzelnen Anhäufungen von Blöcken scheinen horizontal nicht sehr weit ausgedehnt zu sein. Trotz eifrigen Suchens konnte ich nun in diesen Bildungen auch nicht eine Spur eines geglätteten und gekritzten Geschiebes finden und es wird dadurch sehr problematisch, ob man es hier überhaupt mit einem glacialen Gebilde zu thun habe. Viel wahrscheinlicher erscheint mir dagegen die Annahme, dass diese Blockanhäufungen unter der Mitwirkung zweier anderer Factoren entstanden seien, nämlich der Brandung und der Gewalt von Sturz-bächen, welche letztere ja heute dieselben Blöcke den Anhäufungen entnehmen und fortbewegen. Die Ablagerungen im Nötsehgraben sind ohne Zweifel sehr nahe der Küste auf einer Untiefe entstanden, und so konnten beide Factoren Einfluss auf die Bildung der Anhäufungen nehmen.

Welch colossale Gewalt die Brandung zu üben vermag, konnte ich während eines ganzen Winters an den Gestaden des Busens von Biscaya studiren, wo Felsblöcke von 2—3 Fuss Durchmesser nach jeder Richtung von der Gewalt der Brandungswogen mit solcher Macht gegen die Küste geschleudert werden, dass das Dröhnen der Felsmassen den Donner der Brandung noch übertönt.

Aus diesem Beispiele bereits erhellt, wie vorsichtig man sein müsse, irgend eine Anhäufung von Blöcken als glacial zu erklären, wenn nicht einerseits geschliffene und gekritzte Geschiebe die glacielle Entstehungsweise sicher erkennen lassen, und andererseits nicht andere, parallel laufende Thatsachen auf die Annahme einer durchgreifenden Aenderung des Klimas führen.

In einer und derselben Gegend in den verschiedensten Horizonten auftretende Ablagerungen, die alle als glacial erklärt werden, müssen schon von vorneherein ein gewisses Misstrauen erwecken und der grössere Theil der Angaben über glacielle Gebilde in verschiedenen Niveaus der paläozoischen, mesozoischen und tertiären Zeiträume dürfte sich mit der Zeit als nur auf derartige, nicht glacielle Blockanhäufungen bezüglich entpuppen, oder es dürften Irrthümer in Bezug auf die Altersbestimmung der Schichten unterlaufen, so dass, wenn wirklich glacielle Bildungen vorhanden sind, sich diese dann nur auf ein einziges oder nur auf sehr wenige Niveaus beziehen lassen.

Eben während ich dieses niederschreibe, kommt mir ein Aufsatz Dr. Wartli's zu Handen, der im 2. Heft der *Records Geol. Surv. Ind.* für 1887 erschienen ist und welcher den definitiven Nachweis führt, dass die vier Glacialhorizonte der Salt-range, die R. D. Oldham statuirte, alle auf ein einziges Niveau zu bringen seien. Aehnlich wird es wohl mit den zahlreichen Glacialhorizonten gehen, die man im Himalaya nachweisen zu können glaubte. Einerseits werden sie sich wohl als blosse Blockanhäufungen erweisen, andererseits werden sie vielleicht auf ein Niveau reducirt werden können, das dem Glacialhorizonte der Salt-range nahekommt.

Kehren wir nach dieser Abschweifung wieder nach Europa zurück. Wir haben gesehen, dass in den paläozoischen Ablagerungen Europas keine ganz unzweifelhaften Glacialbildungen vorhanden sind ausser im Perm; diese aber sind über allen Zweifel erhaben. Die permischen Glacialablagerungen Englands wurden von Ramsay in meisterhafter Weise beschrieben. Sie finden sich in den sogenannten Midland-Counties und breiten sich dort über sehr beträchtliche Flächenräume aus, oft eine Mächtigkeit von mehreren hundert Fuss erreichend. Die Blöcke sind entweder kantig oder halb gerundet und besitzen häufig einen Durchmesser von 3 bis 4 Fuss. Die Oberfläche des grösseren Theiles derselben ist geglättet, sehr viele sind vollkommen polirt und mit feinen Kritzen versehen, die entweder alle parallel verlaufen, oder von denen sich verschiedene Systeme unter verschiedenen Winkeln kreuzen. Die Blöcke liegen in einem rothen Mergel und bestehen fast sämmtlich aus cambrischen Quarziten, verschiedenen silurischen Gesteinen und Gesteinen des Upper Caradoc und müssen alle wenigstens zwischen 20 und 40 englische Meilen weit her transportirt sein.

Welchen Platz diese Breccien in der Schichtenfolge des Perm einnehmen, ist etwas schwer zu entscheiden. Die Unterlage derselben bilden Sandsteine und rothe Mergel, die *Lepidodendron*, *Calamites* und ?*Strophalosia* geliefert haben und ihrerseits discordant auf den Schichten der oberen Kohlenformation ruhen. Jedenfalls sind die Breccien marinen Ursprungs und gehören entweder der mittleren oder der Unterregion der oberen Abtheilung des Perm an. Aehnliche Breccien wurden auch in Irland und Schottland nachgewiesen.

So müssen wir also für einen grossen Theil der britischen Inseln wenigstens zur Zeit des mittleren oder oberen Perm glacialen Verhältnisse annehmen, unter denen die betreffenden Breccien gebildet worden sind. Ramsay glaubt zwar, dass auch viele der Rothliegend-Breccien des Continents glacialen Ursprungs seien, doch ist hierüber noch nichts Näheres bekannt geworden. Hier ist aber eine andere Thatsache von hohem Interesse mit in Betracht zu ziehen, nämlich die Thatsache, dass in ganz Europa der Uebergang vom paläozoischen zum mesozoischen Typus der Floren und das Aussterben des grössten Theiles der paläozoischen Pflanzentypen in die Mitte der Permzeit fällt, also zeitlich auch hier wieder zusammentrifft mit den Glacialerscheinungen, wie sie aus England beschrieben worden sind. So sehen wir auch in Europa die durchgreifende Aenderung der Flora Hand in Hand gehen mit einer Aenderung in den klimatischen Verhältnissen.

Auch aus Nordamerika werden Blockanhäufungen von ähnlichem Alter citirt, doch ist es nicht sicher festgestellt, ob dieselben wirklich glacial seien oder nicht. So viel scheint aber festzustehen, dass zur Zeit der permischen Ablagerungen ein grosser Theil der nördlichen Hemisphäre einer starken Depression der Temperatur anheimfiel. Was der Südhemisphäre schon zur Zeit der oberen Coal Measures wiederfahren war, das wurde der Nordhemisphäre erst zur Permzeit zu Theil. In jedem Falle aber kommt die durchgreifende Aenderung in den Temperaturverhältnissen auch in der durchgreifenden Aenderung der Flora zum Ausdruck und durch die in Europa herrschenden Verhältnisse werden wir wieder zu dem gleichen Schlusse geführt, den wir schon oben in Bezug auf die auf dem Südccontinent beobachteten Thatsachen ausgesprochen haben, dass die carbonen Pflanzentypen sehr zarter Natur gewesen sein müssen, und heftigere Fröste nicht zu überdauern vermochten.

Die permische Kälteperiode Europas scheint aber nicht auf die Nordhemisphäre beschränkt gewesen zu sein. Kehren wir zu der auf pag. 170 [28] zusammengestellten Tabelle zurück, so sehen wir in Australien, in den Hawkesburyseichten, nochmals glaciäle Verhältnisse wiederkehren. Diese Schichten sind sehr wahrscheinlich im Alter unserem Perm gleichzustellen, und so hätten wir zur Permzeit eine Wiederkehr der Kälte auch in Australien zu verzeichnen. Hier aber ist die Kälte nicht mehr von so durchgreifender Wirkung. Sie findet eine Pflanzengesellschaft vor, die so etwas zu ertragen vermag und theilweise bereits erlebt hat und in Folge dessen sehen wir keine durchgreifende Veränderung der Flora eintreten.

In Indien fehlen, wie es scheint, Spuren der jüngeren carbonen Glacialzeit. In der Salt-range folgen über den älteren mächtigen Glacialablagerungen Schichten mit *Fusulina longissima* Möll. und einigen anderen Arten, und dann jene Kalke, welche die von mir beschriebene reiche Permfauna enthalten. Diese Fauna ist keinesfalls eine autochthone, sondern sie besteht aus einer Gesellschaft von Organismen, die auf mannigfache Weise zusammengewürfelt worden ist. Der grösste Theil der Fauna stammt aus dem Osten, aus China, welches schon zur Zeit der oberen Coal Measures von Amerika aus besiedelt worden war, wie die von Kayser aus Lo Ping beschriebene Fauna deutlich lehrt. Eine Besiedlung auf so enorme Entfernung hin kann aber nur stattfinden unter besonders günstigen Umständen, unter Beihilfe von Meeresströmungen. Wahrscheinlich waren es auch diese, welche das Klima Chinas so weit milderten, dass dort die Bildung der Coal Measures ihren ungestörten Fortgang nehmen konnte, während in dem benachbarten Indien grosse Eismassen sich anhäuften. Diese Meeresströmungen erreichten zu permischer Zeit auch die indische Küste des grossen südlichen Continents und verursachten dort, warmes Wasser mit sich bringend, die reiche Entwicklung des organischen Lebens, die ich im *Productus limestone* kennen gelehrt habe. Dieser Quelle entstammt also die Hauptmasse der Arten des indischen Perm. Eine andere, jedoch kleine Anzahl, deutet auf einen Zusammenhang mit der Carbonfauna Australiens. Nach den Beobachtungen R. D. Oldham's findet sich diese letztere in die Glacialablagerungen eingebettet

und ist daher wohl als eine Fauna des kalten Wassers aufzufassen. Von diesem Gesichtspunkte aus betrachtet, ist es erklärlich, warum sich so wenige Typen dieser Fauna, von welcher Andeutungen doch auch in den Glacialen Schichten der Salt-range vorhanden sind, in die permischen Ablagerungen herauf gerettet haben. — Ein dritter, beinahe ganz verschwindender Bruchtheil der Fauna endlich deutet auf Beziehungen zu dem Norden (Kaukasusländer).

Je reicher aber diese im *Productus limestone* eingeschlossene permische Fauna sich darstellt, um so auffallender muss es erscheinen, dass diese Fauna plötzlich ohne alle Uebergänge abgeschnitten erscheint, sobald die ersten Ablagerungen der Ceratitenschichten, das ist der untersten Trias, sich einstellen. Dieses plötzliche Verschwinden der paläozoischen Thiertypen in Indien bringt uns aber auf eine andere Frage, die noch zu erörtern bleibt, ob die grosse Temperaturdepression, welche die oben beschriebenen Glacialerscheinungen im Gefolge hatte und welche das Aussterben der paläozoischen Pflanzentypen als nächste Wirkung erkennen liess, auch auf die marinen Faunen einen ähnlichen Einfluss ausgeübt haben möge und die Reduction der paläozoischen Thiertypen auf wenige Ueberbleibsel verursachte.

Wenn wir in der quartären Glacialzeit die Wirkung der Kälte auf die marinen Faunen einem Studium unterziehen, so sehen wir, dass ein Aussterben von Typen zunächst durch dieselbe nicht veranlasst wird, sondern es stellt sich nur eine horizontale Verschiebung der Faunen, welche sich auf diese Weise den Temperaturverhältnissen anpassen, ein.

Auch in jener längst entschwundenen Zeit, der die im Obigen beschriebenen Glacialbildungen angehören, wird die eintretende Kälte zunächst jene Wirkung geübt haben und die einzelnen Faunen werden zunächst jene Plätze aufgesucht haben, welche in ihren Temperaturverhältnissen den für sie nöthigen Lebensbedingungen entsprachen. Wenn nun aber zu der ohnehin schon stark erniedrigten Temperatur eine andere Vertheilung der Festlandsmassen hinzukommt, die eine gänzlich andere Vertheilung der Meeresströmungen im Gefolge hat, so werden an vielen Punkten der Erdoberfläche sich Verhältnisse einstellen, die nicht mehr die nöthigen Lebensbedingungen für eine an eine höhere Temperatur des Wassers gewöhnte Gesellschaft von Meeresorganismen bieten, und diese werden massenhaft zu Grunde gehen müssen, so dass sich nur geringe Bruchtheile in eine neue Zeit hinüber zu retten vermögen.

Ein solcher Fall ist ohne allen Zweifel in der Salt-range eingetreten. Während zur Zeit der zweiten carbonen Kälteperiode eine warme, aus Osten kommende Strömung hier ein reiches Leben begünstigte, wurde diese Strömung zu Ende der Permzeit plötzlich abgelenkt und durch eine aus dem hohen Norden kommende kalte Strömung ersetzt. Dass dies der Fall war, wird durch die eingeschlossenen Versteinerungen bewiesen, indem mit den untersten Schichten der Trias sich in der Salt-range plötzlich sibirische Cephalopodentypen (*Sibirites* etc.) in grosser Menge einstellen. Diese Meeresströmung bleibt nun durch die Zeit der ganzen Trias und des ganzen Jura hindurch bestehen und bewirkt ein tiefes Herabgreifen nach Süden der Grenzen der borealen

Meeresprovinz. Für den Jura wurde dieses Herabgreifen schon längst durch Neumayr nachgewiesen.

Auf solche Weise scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass der grosse Umschwung, welcher auch in der Thierwelt des Meeres am Ende der paläozoischen Periode eingetreten ist, theils direct, theils indirect auf die grosse Temperaturdepression zurückgeführt werden könne, welche gegen das Ende der paläozoischen Zeit sich über die ganze Erde mit Ausnahme Südamerikas ausgebreitet haben dürfte.

Südamerika ist bis jetzt meines Wissens die einzige Continentalmasse, auf der Glacialbildungen weder im oberen Carbon, noch im Perm nachgewiesen worden sind. Das Vorhandensein eines milden Klimas zur oberen Carbonzeit in diesem Erdraume wird bewiesen durch das Vorhandensein von Kohlenbildungen mit echten Carbonpflanzen in Brasilien. Südamerika scheint während der carbonen Eiszeit eine ähnliche Rolle gespielt zu haben, wie das westliche Nordamerika zur Zeit der quartären Eisbedeckung, wo, wie Campbell nachweist, Gletscherspuren nur in sehr geringem Masse vorhanden und nur auf die höher gelegenen Theile des Landes beschränkt sind.

So habe ich mich denn bemüht, eine Eiszeit nachzuweisen, welche zur Zeit des oberen Carbon mit grosser Intensität auf einem Continente, der zum grössten Theile südlich vom Aequator gelegen war, auftrat, sich später im Perm aber über den grössten Theil der Erdoberfläche ausbreitete. So viele durch das Eis hervorgebrachte Ablagerungen in der Literatur in früheren und in späteren geologischen Perioden auch angegeben werden, zu keiner Zeit können solche Ablagerungen in solcher Ausbreitung nachgewiesen werden wie in der carbonen<sup>1)</sup> und in der quartären Zeit. Soweit unsere Kenntnisse bis jetzt reichen, scheinen es also zwei grosse Kälteperioden gewesen zu sein, welche unsere Erde bis jetzt durchlaufen hat, von denen die zweite so ziemlich das Widerspiel der ersten gewesen zu sein scheint.

Aus meinen Deductionen erhellt aber auch zur Genüge, dass in früheren wie in späteren Zeiten die Vertheilung der Pflanzentypen auf der Erdoberfläche von klimatischen Verhältnissen abhängig war, so dass Pflanzenreste nur unter gewissen Beschränkungen und Cautelen als Leitfossilien benützt werden können.

Auf die Ursachen der grossen Temperaturdepression in der Carbonzeit einzugehen, kann nicht im Entferntesten meine Absicht sein. Es wird noch endlose Studien erfordern, ehe man in dieser Hinsicht zu einiger Klarheit gelangen wird. Nur so viel möchte ich erwähnen, dass mir die von R. D. Oldham im Geological Magazine 1886 und früher schon im Journal of the Asiatic Society of Bengal angedeutete Erklärung durchaus nicht genügend erscheint, da die Verhältnisse jedenfalls viel complicirter sind als jener Erklärungsversuch dies voraussetzt.

<sup>1)</sup> Wenn ich von Carbon hier im Allgemeinen spreche, so rechne ich das Perm dem Carbon als Unterabtheilung zu. Ich glaube überhaupt nicht, dass das Perm als eigene Formation sich wird halten lassen.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [037](#)

Autor(en)/Author(s): Waagen Wilhelm Heinrich

Artikel/Article: [Die carbone Eiszeit. 143-192](#)