

UBER

KLIMATISCHE ZONEN WÄHREND DER JURA- UND KREIDEZEIT.

VON

M. NEUMAYR,

CORRESPONDIRENDEM MITGLIEDE DER KAISERLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

(Mit 1 Karte.)

(VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 1. MAI 1863.)

I. Theorien über das Klima der Vorzeit.

Lange Zeit hindurch hat sich in der Geologie und Paläontologie fast unbestritten die Ansicht behauptet, dass während der Dauer der älteren Formationen eine ganz gleichmässige Vertheilung der Temperatur über die ganze Erde geherrscht, und dass erst seit Beginn der Tertiärzeit sich eine Gliederung in klimatische Zonen herausgebildet habe. Als Ursache dieses merkwürdigen Verhaltens wurde die Wirkung der inneren Erdwärme angegeben, welche früher intensiv genug war, um eine Heizung der ganzen Oberfläche und des Luftkreises herzustellen, der gegenüber der Einfluss der Sonne ein verschwindender war.

Wie wenig die innere Erdwärme nach der Bildung einer festen Kruste auf das Klima zu wirken im Stande ist, hat W. Thomson theoretisch entwickelt; es ist aber auch von anderem Standpunkte aus leicht zu zeigen, dass diese Annahme eine total unmögliche ist; nach ihr zerfällt die Erdgeschichte seit dem ersten Auftreten der Organismen in zwei Abschnitte; in dem einen, der vom Erscheinen der frühesten Lebewesen bis zum Ende der Kreidezeit dauert, schreitet die Abkühlung von der höchsten Temperatur, welche die Existenz von Thieren und Pflanzen gestattet, bis zu dem Grade vor, bei welchem die Sonne neben der tellurischen Heizung überhaupt Einfluss auf das Klima zu gewinnen im Stande ist; der andere, die Tertiärperiode in sich begreifend, reicht von dieser Zeit bis zu dem heutigen Zustande der Dinge, in welchem die Einwirkung der Erdwärme auf das Klima eine verschwindende ist. Fassen wir diese zwei Zeiträume etwas näher ins Auge, so finden wir, dass für den ersten derselben die beiden Gränzwerte der Temperatur sehr nahe beisammen liegen; um den Einfluss der Sonne auf das Klima auszuschliessen, muss die Lufttemperatur auf der ganzen Erde höher gewesen sein, als jetzt die heissesten Sommertemperaturen, wir können sie nicht zu viel weniger als 60° Celsius anschlagen; sie kann aber auch in der cambrischen Zeit nicht viel höher gewesen sein, da sonst kein organisches Leben denkbar wäre, und wir werden also für die ganze paläozoische und mesozoische Ära zur

Annahme einer relativen Stabilität oder wenigstens einer sehr langsamen Erkaltung geführt. In der zweiten Periode dagegen, welche nur das Tertiär in sich begreift, finden wir einen ganz kolossalen Betrag von Abkühlung; wir müssten also voraussetzen, dass die Temperaturabnahme durchaus ungleichmässig, stossweise vor sich gegangen sei, d. h. die Hypothese führt uns zu einem absurden und mit erwiesenen Naturgesetzen in Widerspruch stehenden Resultate. Dieser grelle innere Widerspruch wird auch nicht gehoben, wenn man etwa zugiebt, dass seit Beginn der Juraformation die ersten Spuren von klimatischen Zonengliederungen hervortreten.

Dass man eine so haltlose Hypothese aufgestellt und lange festgehalten hat, war ein Irrthum, ich möchte es aber weder als einen Fehler, noch als einen Schaden für die Wissenschaft betrachten; als Paläontologie und Stratigraphie an das schwierige Werk gingen, die Gesetze der Verbreitung der Organismen in der Vorzeit den grossen Hauptzügen nach zu untersuchen, war es nützlich, das Problem möglichst zu vereinfachen; eine unbekannte Grösse, der Einfluss wechselnder klimatischer Verhältnisse wurde vorläufig von der Betrachtung ausgeschlossen, als bekannt und constant vorausgesetzt, und ich glaube, dass man wohl daran gethan hat. Man darf aber nicht darauf vergessen, dass ein weiter gehender Werth der Annahme einer gleichmässigen tellurischen Heizung nicht zukömmt, und es scheint mir an der Zeit, der Ansammlung von Material zur Beantwortung der noch ungelösten Frage nach den klimatischen Verhältnissen der Vorzeit und speciell der vor-tertiären Perioden mehr Aufmerksamkeit zu schenken, als dies bis jetzt in der Regel geschehen ist.

Von manchen Seiten hat man in der That gefühlt, dass die ganz einfache Annahme über die Wirkung der inneren Erdwärme, wie sie oben dargestellt wurde, sehr schwach begründet sei, und man suchte daher sie durch Hilfhypothesen zu stützen; man ging dabei hauptsächlich vom Studium der Verhältnisse während der Steinkohlenformation aus, welche in der That die merkwürdigsten und räthselhaftesten Erscheinungen darstellt, bezüglich deren aber auch die Erklärer ihrer Phantasie den weitesten Spielraum gelassen haben.

Ehe wir weiter auf diesen Gegenstand eingehen, scheint es mir vor Allem nothwendig, die Bedeutung derjenigen Argumente zu prüfen, welche für die bedeutende Wärme und die Gleichmässigkeit der Klimas in den verschiedensten Breiten während früherer Perioden angeführt werden; dieselben zerfallen in dreierlei Kategorien; die eine umfasst jene Belege, welche sich auf die grosse Üppigkeit der Vegetation in der Vorzeit stützen, die sich in der Mächtigkeit der Kohlenlager verrathen soll; die zweite beruft sich darauf, dass die geologisch alten Organismen mehr Verwandtschaft und Analogie mit der jetzigen Bevölkerung der Tropenwelt als mit jener kälterer Gegenden zeigen; die dritte Art der Folgerung endlich geht davon aus, dass Fauna und Flora in sehr verschiedenen geographischen Breiten übereinstimmend sind.

Das erste dieser Argumente ist, wie schon mehrfach und namentlich von Lyell und Croll hervorgehoben wurde, falsch; da die pflanzlichen Substanzen bei wärmerer Temperatur viel leichter einer vollständigen Verwesung unterliegen als in der Kälte, so spräche das Vorhandensein von Kohlenlagern an sich eher für ein rauhes Klima, wenn es überhaupt zulässig sein sollte, auf so unsicherer Basis einen Schluss zu ziehen; die bedeutendsten Ansammlungen kohligter Substanzen, die Torflager, finden sich wenigstens in der Jetztzeit nur in kälteren Regionen und verdanken ihre Bildung einer nichts weniger als üppigen Vegetation.

Weniger einfach verhält es sich mit dem zweiten Punkte; in der That kann man eine ganze Reihe der geologisch alten Pflanzen- und Thierformen und auch solcher, welche fossil in hohen Breiten sich gefunden haben, anführen, deren nächste Verwandte jetzt nur die Tropen bewohnen, allein Bedeutung und Allgemeinheit dieser Erscheinung ist im allerhöchsten Grade überschätzt worden.

Betrachten wir zunächst die marinen Organismen; hier wird in der Regel eine ganze Reihe von Typen als solche angeführt, welche nur in warmen Klima leben können. Unter diesen Vorkommnissen nehmen entschieden die erste Stellung die grossen, Stöcke und Rasen bildenden Korallen ein, welche in der That heute nur da gedeihen, wo die Wassertemperatur das ganze Jahr nicht unter 20° Celsius herabsinkt; hier haben wir allerdings eine sehr wichtige Thatsache vor uns, indem man Vertreter dieser Abtheilung, wenigstens in einzelnen der alten Formationen, z. B. im Kohlenkalk, noch weit im Norden findet; allein ich kann hinzufügen, dass unter den wichtigeren Typen dieser Fall einzig dasteht. Von anderen führt man häufig die schalentragen-

den Cephalopoden als Belege nach derselben Richtung an; so weit es sich dabei um die Nautiliden handelt, liegt eine gewisse Berechtigung dafür in dem Vorkommen der wenigen, jetzt lebenden Arten der Gattung *Nautilus*, welche alle in den warmen Theilen des indischen und stillen Oceans leben; allein schon hier ist es eine sehr kühne und bei näherer Betrachtung unhaltbare Annahme, dass diese überaus mannigfaltigen und in eine sehr grosse Zahl von Gattungen und Arten sich gliedernden Typen alle unter denselben Verhältnissen gelebt haben müssen, unter denen gerade das letzte Überbleibsel des einst so gewaltigen Stammes sich erhalten hat; wir kennen in der Jetztwelt keine auch nur annähernd gleichwerthige Abtheilung der Mollusken, deren Vertreter auf eine einzige klimatische Zone beschränkt wären.

Noch viel schlimmer verhält es sich bei den Ammonitiden, die denn doch mit *Nautilus* nur sehr entfernt verwandt sind, mag man sie nun noch zu den Tetrabranchiaten, oder was besser begründet scheint, zu den Dibranchiaten stellen. Hier liegt nicht der leiseste Anhaltspunkt dafür vor, sie sammt und sonders für Formen eines heissen Klimas anzusprechen, und es scheint mir einzig die bedeutende Grösse mancher dieser Thiere zu dieser Annahme geführt zu haben, welche meines Wissens auf Hooke zurückgeht; es kann eine solche Ansicht bei einem Schriftsteller des 17. Jahrhunderts nicht Wunder nehmen, aber man darf wohl darüber staunen, dass dieselbe nun seit 200 Jahren ohne Kritik nachgesprochen wird. Bekanntlich kommen in der jetzigen Schöpfung riesige Cephalopoden vor, gegen welche die grössten Ammoniten, die wir kennen, noch recht bescheiden zurückbleiben; diese gewaltigen Exemplare, welche eine Länge bis zu 12 Meter erreichen sollen, sind weder ausschliesslich noch vorwiegend Bewohner der Tropen, sondern die meisten Vorkommnisse werden aus dem nordatlantischen Ocean vor allem von Neu-Fundland, ferner von Irland, Jütland, Norwegen erwähnt, während sie in äquatorialen Meeren seltener angetroffen zu werden scheinen.

Von kleineren Formengruppen, von einzelnen Gattungen sind einige in der Vorzeit vorhanden und weit verbreitet, die in der Jetztzeit nur in warmen Gegenden leben, aber es lassen sich auch Fälle in ganz entgegengesetzter Richtung anführen. Ich erinnere vor allem an die zahlreichen, geologisch alten Typen, die jetzt nur in grossen Meerestiefen, also in sehr kaltem Wasser leben; von Bewohnern seichteren Wassers sind die Astarten aus der Classe der Muscheln, eine der verbreitetsten Gattungen in der mesozoischen Zeit, jetzt specifisch boreale Formen, die Trigonien, vielleicht die charakteristischsten Bivalven in Jura und Kreide kommen heute an den temperirten Küsten Australiens vor; weitaus am auffallendsten aber sind die Verhältnisse bei den Bryozoen, bei denen wir geradezu ein Gegenstück zu dem Verhalten der Riffforallen finden; bekanntlich ist in allen älteren Formationen unter den Bryozoen die Abtheilung der Cyclostomen ausschliesslich oder ganz vorwiegend vertreten, in der Jetztzeit aber sind die Cyclostomen ganz entschieden arktische Formen.

Es liegt mir ferne, daraus folgern zu wollen, dass z. B. die paläozoischen und mesozoischen Meere in den Temperaturverhältnissen jenen der grönländischen Küste in unserer Zeit zu vergleichen seien, aber eben so wenig darf man die Bedeutung derjenigen Meeresthiere überschätzen, die auf grosse Wärme zu deuten scheinen; wir müssen uns immer daran erinnern, dass sehr häufig nächst verwandte Formen unter den aller verschiedensten Verhältnissen vorkommen, und dass eine Umänderung der Anforderungen an die Temperatur und die Fähigkeit, sich an diese anzupassen als positiver Factor in Rechnung gezogen werden muss. Kein Geologe oder Paläontologe wird mehr daran zweifeln, dass Elephant und Rhinoceros, heute Charakterthiere der heissen Zone, in der Diluvialzeit unter einem kalten Klima gelebt haben. Um so sicherer dürfen wir voraussetzen, dass ähnliche Differenzen in so sehr viel weiter entlegenen Zeiten stattgefunden haben.

Unter den Wirbelthieren des Meeres kommen wohl nur die Reptilien in Betracht; in der Jetztzeit sind diese ziemlich dürftig vertreten, und vorwiegend in warmen Meeren, doch gehen einige Schildkröten weit über die Wendekreise hinaus in die gemässigte Zone. Es ist a priori kein Grund einzusehen, warum Reptilien nicht in allen Meeren sollten existiren können, die im Winter nicht zufrieren, ihr Zurücktreten im Tertiär und in der Jetztzeit ist wohl vor allem dem Überhandnehmen der Cetaceen und Robben zuzuschreiben; immerhin aber bleibt z. B. das ziemlich häufige Vorkommen jurassischer Meeressaurier auf Spitzbergen eine sehr auffallende Thatsache.

Wenn wir vorurtheilsfrei die Argumente betrachten, die sich aus dem Charakter der Meeresthiere ableiten lassen, so kommen wir zu dem Resultate, dass für vereinzelte Zeiträume Anzeichen vorhanden sind, dass in früherer Zeit bis in hohe Breiten warme Temperatur geherrscht habe, dass es aber durchaus unzulässig ist, diesen Schluss auf die Gesamtheit der vortertiären Ablagerungen auszudehnen.

Unter den Binnenlandsorganismen der paläozoischen und mesozoischen Zeit treten uns zunächst die Land- und Süßwasserconchylien entgegen; für die ganze paläozoische Zeit ist deren Vorkommen viel zu beschränkt, um irgend einen Schluss zu gestatten; für die mesozoische Zeit werden die jurassischen Vorkommnisse Europa's von Sandberger als einem heissen, diejenigen der Wealdenbildungen als einem gemässigten Klima entsprechend gedeutet,¹ während in der oberen Kreide wieder der tropische Typus hervortritt. Die paläozoischen Insecten weisen nach dem allgemeinen Urtheile auf warmes Klima, während für den Jura die Ansichten sich schroff entgegnetreten; darüber, dass die Insectenfauna der Solenhofener Schiefer tropischen Charakter trägt, scheinen wohl alle Entomologen einstimmig, den Formen des Lias dagegen wird von den einen dieselbe Deutung gegeben, während von anderer Seite mit grösster Entschiedenheit behauptet wird, dass sie keinerlei Anlass zu einer solchen Annahme bieten.

Von höheren Thieren sind vor allen die Landreptilien von Bedeutung, von welchen wohl mit Sicherheit behauptet werden darf, dass sie einem sehr kalten Klima zu widerstehen nicht im Stande wären; übrigens ist eine Verbreitung von Landreptilien in polaren Gegenden meines Wissens nicht constatirt, und es ist mir kein Fall des Vorkommens fossiler Land- oder Süßwasserreptilien aus einer Gegend bekannt, welche heute für das Fortkommen dieser Thierklasse zu rauh ist.

Anders verhält es sich mit den Landpflanzen; das Vorkommen von Cycadeen und Baumfarnen in hohen Breiten lässt für die Kohlenformation wenigstens vorläufig keine andere Erklärung zu, als dass bis nahe an den Pol warmes oder wenigstens frostloses Klima geherrscht habe; auch für Perm, Trias, Jura und Kreide drängen sich ähnliche Schlüsse, wenn auch nicht in so extremer Weise auf, und wenn wir auch an die Möglichkeit denken mögen, dass die Pflanzen in früherer Zeit anderen klimatischen Anpassungen unterworfen gewesen seien als heute, so darf das doch nicht als eine Lösung der Schwierigkeit betrachtet werden.

Es kann dies um so weniger der Fall sein, als gerade in denselben Fällen auch die dritte Methode die Beobachtung der Verbreitungsgebiete, zu demselben Resultate führt; dass die Steinkohlenflora der Bäreninsel unter 75° nördl. Br. sich nach unserem heutigen Wissen nicht wesentlich von jener südlicher Gegenden unterscheidet, ist eine Thatsache, die wir einfach hinnehmen müssen, ohne sie vorläufig verstehen zu können, und einzelne andere Fälle geben wenigstens ähnliche Resultate.

Allerdings kömmt dabei in Betracht, dass wir überhaupt gar keine Ahnung haben, wie wir uns eine alte Borealfloora der Carbonzeit vorstellen sollen; man hat überhaupt noch keine Versuche gemacht, sich darüber Klarheit zu verschaffen.

Es soll hier jedoch nicht weiter untersucht werden, ob etwa doch irgend welche Gründe vorhanden sein mögen, an einer universellen Verbreitung der Steinkohlenflora zu zweifeln; wir stellen uns vorläufig auf den Standpunkt, dass sie erwiesen sei, und wollen weiter sehen, ob die älteren Theorien, welche in der Regel zur Erklärung dieser Verhältnisse aufgestellt werden, in irgend welcher Weise genügen. Dass jene einfachste Annahme einer Heizung durch innere Erdwärme zu durchaus widersinnigen Folgerungen führt, wurde schon früher gezeigt; man hat jedoch Hilshypothesen eingeführt, ohne übrigens dadurch die Sache wesentlich zu bessern.

Man nahm an, dass nicht das bedeutende Überwiegen der Erdwärme gegenüber der Wirkung der Inso-lation jene Gleichförmigkeit des Klimas in alter Zeit, speciell während der Steinkohlenformation verursacht habe, sondern dass während dieser Periode eine überaus dichte, an Wasserdämpfen und Kohlensäure überreiche Atmosphäre mit dichten Nebeln und Wolken, denen fortwährend Regengüsse entströmten, die Sonnenstrahlen daran hinderten, bis zum Boden hinabzudringen. Die angenommene ausserordentliche Üppigkeit der

¹ Land- und Süßwasserconchylien der Vorzeit.

Steinkohlenflora wird zurückgeführt auf die grosse Feuchtigkeit und die Menge der Kohlensäure, deren Überschuss durch die Bildung der Kohlenflötze dem Luftkreise endgiltig entzogen wurde.

Den Ausgangspunkt für diese Auffassung bilden jene oft wiederholten, aber ungenügend gestützten Hypothesen, nach welchen die Erde in früherer Zeit eine viel bedeutendere Atmosphäre und grössere Wassermenge an der Oberfläche besass, als jetzt, und durch Abgabe von Bergfeuchtigkeit, durch Bildung von Hydraten, Carbonaten und Oxyden, endlich durch die Wachsthumsthätigkeit der Organismen fortwährend Wasser, Kohlensäure und Sauerstoff verliert, bis sie endlich ohne Meer und Luftkreis oder nur mit einer Stickstoffhülle umgeben ihren Weg um die Sonne beschreiben wird. Ich habe bei einer früheren Gelegenheit zu zeigen gesucht, dass es nur Scheingründe sind, auf welche sich diese Vermuthungen stützen;¹ hier mag nur auf einen Punkt etwas eingehender hingewiesen werden, auf den angeblichen Kohlensäurereichthum jener frühen Zeit.

Wir haben einen sehr positiven Beweis dafür, dass ein solcher zur Carbonzeit in der Atmosphäre nicht vorhanden gewesen sein kann, in dem Vorkommen des Kohlenkalkes; wäre eine sehr kohlenäurereiche Atmosphäre vorhanden gewesen, so hätte das Wasser des Meeres beträchtliche Mengen dieses Gases absorbiren und in Folge dessen die sich bildenden organogenen Kalksedimente auflösen müssen, und wenn man dem gegenüber behauptet, dass ja das Vorhandensein der Kohlenflötze das Gegentheil handgreiflich beweise, dass es zeige, dass die Atmosphäre wirklich beträchtliche Mengen von Kohlensäure verloren habe, so spricht das nur von ungenügender Berücksichtigung des Kreislaufes der Kohlensäure. Was sich in den Kohlegesteinen von den Graphiten der frühesten Vorzeit bis zu den Torflagern des heutigen Tages gebildet, erhalten, und seine Substanz der Atmosphäre dauernd entzogen hat, ist doch verhältnissmässig wenig gegen die ungeheuren Massen von Kohlensäure, welche die Ablagerung der Kalksteine und Dolomite derselben Quelle entnommen hat. Man kann rechnen, dass ein Gewichtstheil eines Kohlegesteins der Atmosphäre etwa 3 Theile Kohlensäure entzogen hat, ein Gewichtstheil Kalkstein etwa 0.4, so dass also bei dem enormen Überwiegen, der Masse des letzteren in der Natur, die ersteren bei der Kohlensäureverminderung nur wenig in Betracht kommen.

Die jetzt in der Atmosphäre vorhandene Kohlensäuremenge würde, wie die einfachste Rechnung ergibt, nicht hinreichen, um eine centimeterdicke Kalksteinschicht über die ganze Erdoberfläche zu bilden, und den jetzt fortwährend dauernden Gang der Bildung kalkiger Sedimente und das organische Leben auch nur während einiger Jahrtausende zu erhalten. Wenn wir andererseits der Atmosphäre die Kohlesäuremengen zurückgeben, welche derselben seit der Carbonzeit entzogen worden sind, so ergibt sich eine so kolossale Menge, dass sie alles thierische Leben unmöglich machen würde.² Es geht daraus hervor, dass die Massen der Kalksteine, Dolomite und Kohlegesteine ihre Kohlensäure nicht einem früher in seiner Gesamtheit gleichzeitig in der Atmosphäre anwesenden Vorrathe dieses Gases entnommen haben können, sondern dass eine stets genügende Zufuhr desselben aus dem Erdinnern durch Vulkane, Kohlsäuerlinge und Mofetten stattfindet. Seit dem Auftreten von Säugethieren in der Triaszeit kann, wenn überhaupt, jedenfalls nur eine ganz minimale und im Verhältniss zum Verbrauch vollständig verschwindende Abnahme der atmosphärischen Kohlensäure stattgefunden haben, da deren Menge schon damals jenes sehr geringe Maass nicht überschritten haben kann, welches die Athmung warmblütiger Thiere beeinträchtigt. Es geht daraus mit voller Evidenz hervor, dass Zufuhr und Verbrauch sich wahrscheinlich genau, mindestens aber bis auf ein Minimum die Wage halten, und dass letzterer sich einfach nach der ersteren regelt.

Ich will nicht weiter auf diesen Gedankengang eingehen, der uns in Vulkanen, Mofetten und Kohlsäuerlingen die Erhalter des organischen Lebens zeigt, noch kann es hier meine Aufgabe sein, die Herkunft der Kohlensäureausströmungen zu untersuchen, über welche ja die Wissenschaft nicht im Unklaren ist. Für

¹ Theorien über die Zukunft der Erde. Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftl. Kenntnisse. Wien 1882.

² Nehmen wir auch nur an, was natürlich viel zu wenig ist, dass alle kalkigen Sedimente über die ganze Erdoberfläche gleichmässig ausgebreitet, eine Mächtigkeit von 30 Metern einnehmen würden, so ergäbe deren Kohlensäure einen Atmosphärendruck von 2000⁰⁰ Quecksilber.

die hier vorliegende Frage ergibt sich wohl aus dem Gesagten von selbst die Unhaltbarkeit der erwähnten Hypothese über die Verhältnisse während der Dauer der Kohlenformation. Dass auch manche Insecten dieser Periode auf ein sonniges Klima hinweisen, hat Brongniart genügend erörtert¹

Nach dem Gesagten kann die Verbreitung der Organismen in der Vorzeit und der dieselbe regelnden klimatischen Verhältnisse durch die Wirkung der inneren Erdwärme für sich allein oder unterstützt durch einen geänderten Zustand der Atmosphäre nicht erklärt werden; allein wir müssen offen gestehen, dass auch die zahlreichen anderen Versuche, welche in dieser Richtung gemacht worden sind, sich als vollständig unzulänglich erweisen, ja dass unsere Kenntniss der Thatsachen in dieser Richtung eine so verschwindend geringe ist, dass wohl auf geraume Zeit hinaus, eine richtige Deutung ausser dem Bereiche der Möglichkeit liegt, und dass wir uns vorläufig noch ganz auf das Sammeln von Thatsachen beschränken müssen.

Allerdings sind sehr zahlreiche Versuche gemacht worden, die räthselhaften Erscheinungen, von denen die Rede war, ohne Hilfe der inneren Erdwärme zu erklären; Anhäufung der Landmassen am Äquator oder um die Pole, Annahme sonstiger mannigfacher Verschiedenheiten in der Vertheilung von Wasser und Land, speciell einer stark insularen Entwicklung am Nordpol, Veränderungen in der Lage der Erdaxe, in der Excentricität der Erdbahn, in der Schiefe der Ekliptik, Hindurchgehen des ganzen Sonnensystems durch wärmere Regionen des Weltraumes, all das sind Hypothesen, die aufgestellt und theilweise mit grossem Geschicke vertheidigt wurden; manche dieser Factoren sind wohl sicher keine fictiven Grössen und müssen irgend welchen Einfluss auf das Klima der Erde gehabt haben; ob derselbe aber ein namhafter war, ist heute durchaus unsicher, gewiss dagegen ist, dass keine der Hypothesen auf unserer heutigen Stufe des Wissens eine auch nur entfernt ausreichende Erklärung gibt. Mir scheint es überhaupt vergebliche Mühe, Thatsachen, die man nicht oder nur ganz unzulänglich kennt, erklären zu wollen.

Unsere Kenntnisse sind jetzt nur in Beziehung auf das Tertiär, vor allem in Folge der stets denkwürdigen Arbeiten von Oswald Heer, bis zu einem gewissen Grade gediehen; es wäre überflüssig, diese glänzenden und allgemein bekannten Resultate hier darzustellen; ich erinnere nur daran, dass in der Eocänzeit in Europa ein tropisches Klima herrschte, und dass die Flora der oberen Kreide auf dieselben Verhältnisse für diesen Abschnitt hinweist. Für die früheren Perioden ist es unmöglich, sich ein präcises Bild zu schaffen; für eine Reihe von Zeitpunkten kann hohe Temperatur verhältnissmässig weit entfernt vom Äquator mehr oder weniger wahrscheinlich gemacht werden, während auf der anderen Seite Spuren von Eiswirkung von der cambrischen Zeit an aus den verschiedensten Formationen erwähnt, und Gründe für die Richtigkeit dieser Auffassung beigebracht werden. In der That ist es schwer, sich von manchen dieser Erscheinungen, vor allem von dem Auftreten der Talchir-boulders in Indien auf andere Weise Rechenschaft zu geben. Allein man muss sich auch immer daran erinnern, dass das Vorkommen isolirter Gesteinsblöcke in einem feinkörnigen Sediment noch kein Beweis für Eiswirkung ist; ein Transport von Steinen findet z. B. auch durch die Vermittlung von Bäumen statt, die ins Meer geschwemmt werden, wie die allbekannten Beispiele von den Koralleninseln der Südsee ergeben.² Auch die Wirkung der Erdbebenfluten ist dabei nicht zu übersehen, und endlich zeigen die sogenannten Blockklippen des südlichen Klippenzuges in den Karpathen, dass selbst durch eigenthümliche tektonische Vorgänge mächtige Massen eines älteren Sedimentes in später Zeit in eine jüngere Bildung hineingepresst werden können.³ Wenn man aber so weit geht, und wie Croll die ganze Erdgeschichte in einen unaufhörlichen Wechsel zahlloser glacialer und interglacialer Perioden auflöst,⁴ für welch' letztere jeder positive Anhaltspunkt fehlt, so ist damit der Boden inductiver Forschung aufgegeben, auf dem allein eine Lösung der Frage möglich ist. Eine solche Hypothese kann nur die Bedeutung haben, einem noch nicht spruchreifen

¹ C. Brongniart, On a new genus of Orthopterous Insects of the family Phasmidae. Geolog. Magazine. Decade II, fol. VI, p. 97.

² Vgl. Darwin, Reise eines Naturforschers um die Erde. Darwin's Gesammelte Werke, deutsche Ausgabe, Vol. I, p. 532.

³ Neumayr, Der penninische Klippenzug. Jahrbuch der geol. Reichsanst. 1871, p. 526 ff.

⁴ Croll, Climate and time. London 1875.

Probleme gegenüber vorläufig zu beruhigen, eine befriedigende Antwort bietet sie nicht; sie hat das Verdienst, dass eine neue Möglichkeit erwogen und besprochen wird, dass sie ein Ferment in die Discussion bringt, aber sie kann doch nur dazu beitragen, den Boden zu ebnen, auf dem dann die eigentliche Forschung beginnt, welche Beobachtungen sammelt und zur einstigen theoretischen Verwerthung vorbereitet. Dass die Thatsachen des Vorkommens der Organismen mit der Croll'schen Hypothese nicht harmoniren, wird sich im Verlaufe der Darstellung zeigen.

Wir müssen auch auf diesem Gebiete zur sorgfältigsten Beobachtung zurückkehren. Vor allem scheint mir das genaueste Studium der geographischen Verbreitung der fossilen Organismen aus vortertiärer Zeit, mehr als das bisher geschehen ist, für die Lösung der in Rede stehenden Fragen nothwendig; einen Beitrag in dieser Richtung zu liefern, ist die Aufgabe der folgenden Blätter.

II. Bisherige Untersuchungen über Klimazonen in der Jurazeit.

Nach manchen früheren Andeutungen in den Schriften von L. v. Buch und Boué war wohl Ferdinand Römer der erste, der für vortertiäre Bildungen eingehend einen Einfluss klimatischer Verhältnisse auf die Verbreitung der Organismen nachzuweisen suchte;¹ er zeigte, dass die oberen Kreidebildungen im nördlichen Theile der Vereinigten Staaten von Nordamerika zu jenen in Texas durch ihre Fauna in demselben Contraste stehen, wie man ihn in Europa zwischen den gleichalterigen Ablagerungen von Norddeutschland, Nordfrankreich und England einerseits und denjenigen der Mittelmeerländer andererseits kennt, ein Gegensatz, der bekanntlich in der Verbreitung der Rudisten am klarsten zum Ausdrucke kommt. Er folgerte, dass diese Differenzen nur klimatischen Verschiedenheiten zugeschrieben werden können, und knüpfte daran Bemerkungen über den damaligen Verlauf der Isothermenlinien.

Für den Jura hat namentlich Marcou diesen Gegenstand ausführlich behandelt und durch seine Forschung eine mächtige Anregung gegeben. Er unterschied Thierprovinzen und homoiozoische Gürtel, und wies den mächtigen Einfluss der Wärmevertheilung auf die Verbreitung der Jurafauna nach,² und Trautschold hat die Vermuthung ausgesprochen, dass die Abweichungen zwischen dem innerrussischen Jura und jenem am Donez durch die südlichere Lage des letzteren bedingt seien.³ Ich selbst habe denselben Gegenstand später behandelt und zu zeigen gesucht, dass in Europa von Süden nach Norden drei grosse Faunengebiete auf einander folgen, deren jedes durch bestimmte Charaktere ausgezeichnet ist, und dass diese Unterschiede nur auf Temperaturdifferenzen beruhen können; die eine dieser Entwicklungsarten, die boreale, konnte als ein zusammenhängender, circumpolarer Gürtel durch Asien und Amerika weiter verfolgt werden, während dies für die übrigen nicht gelang. Heute glaube ich diese Lücke ausfüllen und so weit Jurabildungen auf der Erde überhaupt näher bekannt sind, klimatische Zonen nachweisen zu können; ausser dem borealen, lässt sich ein nördlich gemässigter Gürtel, bei uns durch die mitteleuropäische Provinz vertreten, deutlich erkennen, während der Jura der Mittelmeerländer den uns nächstliegenden Typus der äquatorialen Entwicklung darstellt. Von besonderer Wichtigkeit aber scheint mir zu sein, dass nun auch auf der südlichen Hemisphäre ein gemässigter Gürtel hervortritt, der sich vom äquatorialen in seiner Fauna aufs Deutlichste unterscheidet, dagegen auffallende Anklänge an die mitteleuropäische Entwicklung zeigt. Ob ein dem borealen entsprechender antarctischer Gürtel existirt hat, können wir heute noch durchaus nicht beurtheilen, da uns aus den Regionen, welche er umfassen müsste, noch so gut wie gar nichts von Juraablagerungen bekannt geworden ist.

Ehe ich jedoch weiter auf diesen Gegenstand eingehe, möchte ich einige Einwürfe, die sich meiner Auffassung entgegenzustellen scheinen, entkräften, und die befolgte Methode etwas näher begründen, um eine sichere Basis für die Ausdehnung der darauf ruhenden Ansichten zu erhalten.

¹ F. Römer, Die Kreidebildungen in Texas und ihre organischen Einschlüsse. Bonn 1852.

² F. Marcou, Lettres sur les roches du Jura.

³ Trautschold, Der Korallenkalk des russischen Jura. Bulletins de la société des naturalistes de Moscou. 1862, XXXV, p. 560.

⁴ Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1871, p. 524. Verhandlungen der geol. Reichsanstalt 1872, p. 54.

Bei meinen früheren Untersuchungen habe ich hervorgehoben, dass gewisse Ammonitengattungen der Juraformation namentlich *Phylloceras*, *Lytoceras* und *Simoceras* längs einer Linie, die der Nordgrenze der jetzigen Alpen und Karpaten entspricht, auch die Nordgrenze ihre Hauptverbreitung finden; dass ferner der Jura von Mitteleuropa demjenigen von Innerrussland, Spitzbergen, Grönland, kurz der borealen Zone gegenüber, dadurch ausgezeichnet ist, dass die Ammonitengattungen *Oppelia*, *Harpoceras* und *Aspidoceras*, sowie die grossen Riffkorallen ihm eigenthümlich sind.

Den Angelpunkt der ganzen Frage bildet offenbar die Feststellung der Factoren, welche die Verbreitung der oben genannten Ammonitengattungen regeln; wenn gezeigt würde, dass die Seltenheit der *Phylloceraten* und *Lytoceraten* in Mitteleuropa von einer anderen Ursache als von den Temperaturverhältnissen abhängt, so wäre damit die Hauptbasis dieser Auffassung zerstört.

In der That sind in neuerer Zeit einige Stimmen laut geworden, welche speciell das Vorkommen oder Fehlen der Gattungen *Lytoceras* und *Phylloceras* als wesentlich von der Natur des umschliessenden Sedimentes abhängig betrachten; E. v. Mojsisovics hat das merkwürdige Verhältniss constatirt, dass in der Trias der Alpen gewisse Genera von Ammoniten, z. B. *Arcestes*, *Pinacoceras* wesentlich in kalkigen, andere wie *Trachyceras* vorwiegend in thonigen Gesteinen auftreten; er knüpft daran die Vermuthung, dass möglicherweise dieselben Ursachen sich auch im Jura geltend machen, und dass *Phylloceras* und *Lytoceras* spezifische Kalkformen gewesen seien, die Aegoceratiden im weitesten Sinne dagegen thonigen Meeresboden vorgezogen haben; ¹ dieser Ansicht hat sich auch neuerdings Th. Fuchs angeschlossen. ² Für die jurassischen Ablagerungen sind allerdings diese Anschauungen nicht positiv ausgesprochen worden, es handelt sich mehr um einen beachtenswerthen Wink für die Jura-Specialisten, der hier gegeben wurde; trotzdem halte ich es für nothwendig zu zeigen, dass das Vorkommen von *Phylloceras* und *Lytoceras* sich nicht in dieser Weise erklären lässt.

Die ammonitenführenden Ablagerungen des Jura in den Alpen sind zum grössten Theile kalkiger Natur und nur in verhältnissmässig geringer Zahl stellen sich thonige Gesteine mit Ammoniten ein, und diese müssen wir untersuchen, ob sie den gleichaltrigen kalkigen Bildungen gegenüber durch Seltenheit von *Phylloceras* und *Lytoceras* ausgezeichnet sind. Die unterste Zone des Jura, das Niveau der Psilonotenschichten, ist in den Alpen und zwar im Zlambachgraben im Salzkammergut als thonreiches Gestein entwickelt; hier sind *Phylloceraten* in sehr grosser Menge vorhanden, so dass sie wohl ein Viertel aller Ammoniten ausmachen mögen; in den gleichaltrigen reinen Kalken vom Pfonsjoch am Achensee in Tirol sind im Gegentheil die *Phylloceraten* selten und liegen nur in vereinzelt Exemplaren vor. ³ Ebenso verhält es sich in einem wenig höheren Niveau; die Angulatenkalke von Adneth bei Salzburg und vom Breitenberge im Salzkammergut enthalten in ihrer überreichen Ammonitenfauna nur wenige *Phylloceras*- und *Lytoceras*-Arten, ⁴ während diese in den bedeutend thonreicheren, gleichaltrigen Gesteinen von Spezia in Italien in grosser Anzahl vorhanden sind. ⁵

Ganz umgekehrt stehen die Verhältnisse in einer höheren Abtheilung des Lias, hier treten in einem grossen Theile der Nordalpen eigenthümliche, häufig geschieferte, thonreiche Gesteine, die Fleckenmergel auf, welche, so weit ich orientirt bin, verhältnissmässig wenige *Phylloceraten* und *Lytoceraten* aufzuweisen haben, während diese in den gleichaltrigen Kalken derselben Gegenden förmlich wimmeln. Dagegen finden wir wieder in den Thonen und Mergeln, welche in den Karpaten den untersten Theil des mittleren Jura vertreten, eine beträchtliche Zahl von Vertretern der fraglichen Gattungen.

¹ Mojsisovics, Über heteropische Verhältnisse im Triasgebiete der lombardischen Alpen. Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1880, p. 712.

² Th. Fuchs, Welche Ablagerungen haben wir als Tiefseebildungen zu betrachten. Neues Jahrbuch 1882. Supplement-Band II, p. 559.

³ Neumayr, Zur Kenntniss des untersten Lias in den nordöstl. Alpen. Abhandlungen der geol. Reichsanstalt Vol. VII.

⁴ Wähner, Beiträge zur Kenntniss der tieferen Zonen des unteren Lias in den Alpen. Beiträge zur Paläontologie Österreich-Ungarns. Bd. II—IV.

⁵ Canavari, Beiträge zur Fauna des unteren Lias von Spezia. Palaeontographica, Bd. 29.

Von weiteren thonigen Gesteinen des alpinen Jura, die viele *Phylloceraten* und *Lytoceraten* enthalten, sind noch zu nennen, der Medolo der lombardischen Alpen, die thonigen Kalke des mittleren Jura von der Blattenhaide in der Stockhornkette (Schweiz), mehrere Horizonte in den Freiburger Alpen.

Diese Beispiele werden genügen, um zu zeigen, dass die grosse Mehrzahl der thonigen Ammonitengesteine der Alpen reich an *Phylloceraten* und *Lytoceraten* sind; eine Ausnahme davon bilden allerdings die Fleckenmergel, aber ihnen stehen zwei Fälle gegenüber, in denen die thonigen Gesteine an den betreffenden Gattungen reicher sind als die gleichaltrigen Ammonitenkalke.

Wenden wir uns zum ausseralpinen Jura, in welchem *Phylloceraten* und *Lytoceraten* nur sporadisch auftreten, so finden wir durchaus übereinstimmendere Verhältnisse; es ist wohl unmöglich, die ganze Masse der hiehergehörigen Vorkommnisse zu erörtern, und ich beschränke mich daher auf die Darstellung einer einzelnen, besonders genau bekannten Region, des schwäbischen Jura. An der Basis desselben liegen zuerst kalkige Bänke, dann Sandsteine und Sandkalke, darüber wieder reine Kalke, endlich eine mächtige Entwicklung von Thonen; dieser Schichtfolge, d. h. dem ganzen unteren Lias fehlen die beiden Gattungen vollständig; der mittlere Lias besteht seiner ganzen Mächtigkeit nach aus Thonen und Mergeln, in denen *Phylloceras* und *Lytoceras* zwar nicht sehr häufig, aber in einigen Arten vorkommen (*Phyll. Zetes*, cf. *Loscombi*, *Lytoceras fimbriatum*); der obere Lias aus bituminösen Schiefeln, ferner aus Thonen und Mergeln bestehend, enthält *Phylloceras* in geringer (*Phylloceras heterophyllum*), *Lytoceras* dagegen in grösserer Anzahl (*Lyt. jurensis*, *hircinum*, *cornucopiae*, *sublineatum*, *Trautscholdi*, *Germaini*). Mit Beginn des mittleren Jura treten beide Gattungen stark zurück, nur in den tiefsten thonigen Bildungen sind noch *Lytoceras torulosum* und *dilucidum* von einiger Bedeutung, und in den höchsten Schichten, den Ornatenthonen ist ein *Phylloceras* (*Ammonites heterophyllum ornati* Qu.) nicht allzu-selten. Dann folgen an der Basis des oberen Jura Thone mit *Terebratula impressa*, die weder *Phylloceras* noch *Lytoceras* enthalten, und über diesen erheben sich die lichten reinen Kalke des „weissen Jura“, welche überall Millionen von Ammoniten führen; wenn irgendwo im schwäbischen Jura, so müssten hier die *Phylloceraten* und *Lytoceraten* in Menge vorkommen, aber in Wirklichkeit gehören sie zu den allergrössten Seltenheiten, und ich glaube, dass man unter 100-000 Exemplaren, die man dort aufliest, kaum einen Angehörigen dieser Gattungen findet; es sind im Ganzen drei Arten bekannt, und ich zweifle, dass in allen Sammlungen 20 Exemplare davon vorhanden sein mögen (*Ammonites lineatus albus*, *heterophyllum albus*, *tortisulcatus*).

Ich glaube, es ist nicht nöthig, ja kaum möglich, präzisere Beweise dafür beizubringen, dass das Auftreten von *Phylloceras* und *Lytoceras* von der erwähnten Natur des Gesteins, oder richtiger des Meeresbodens unabhängig ist; die angeführten Thatsachen, die sich noch beliebig vermehren liessen, könnten fast noch eher dahin gedeutet werden, dass die genannten Gattungen thonliebend, als dass sie kalkliebend seien.

Eine andere Erklärung der Unterschiede zwischen alpinem und ausseralpinem Jura, die namentlich in früherer Zeit sehr gebräuchlich war, und auf die man seltsamer Weise wenigstens von einer Seite neuerdings wieder zurückgreifen zu wollen scheint, besteht darin, dass man die alpinen Jura-Bildungen für Absätze aus tiefem, die ausseralpinen für solche aus seichtem Meere hält. Es ist wohl kaum nothwendig, ausführlich die vollständige Haltlosigkeit dieser Ansicht nachzuweisen; es genügt dazu auf das Vorkommen eines Korallriffes mit reicher typisch-alpiner Ammonitenfauna hinzuweisen, wie wir es in Stramberg vor uns haben.

III. Unterschiede zwischen alpinem und mitteleuropäischem Jura.

Eduard Forbes, der geniale Bahnbrecher auf dem Gebiete der Thiergeographie der Meeresräume definirt eine Provinz als „eine Area, in welcher specielle Kundgebungen der Schöpfungskraft hervortreten, d. h. in welcher die Originale oder Prototypen von Thieren oder Pflanzen ins Dasein gerufen worden sind.“¹ Wir können an dieser Begriffsbestimmung nicht festhalten; zunächst geht sie, dem Zeitpunkte ihrer Aufstellung entsprechend, von dem Standpunkte aus, dass jede Species durch einen eigenen Schöpfungsact hervorgebracht worden sei, während wir heute der Descendenzlehre gegenüber doch allerwenigstens die Möglichkeit einer

¹ The natural history of the European seas, p. 7.

Abänderung zugeben müssen. Allein auch abgesehen davon, ist die Definition eine rein theoretische, und es erscheint daher eine empirische Begründung des Begriffes nothwendig.

Unter einer zoogeographischen Meeresprovinz versteht man ein durch gemeinsame Eigenthümlichkeiten seiner Fauna charakterisirtes, grösseres Meeresgebiet, dessen zoologische Merkmale nur durch seine geographische Lage, unabhängig von den Einflüssen der wechselnden Faciesentwicklung bedingt sind. Die wesentlichen Unterschiede zwischen zwei Provinzen können demnach nur auf dreierlei Factoren zurückgeführt werden, weite räumliche Entfernung, gegenseitigen Abschluss durch zwischenliegendes Festland und Verschiedenheit der Temperaturverhältnisse.

Diese Grundsätze müssen uns leiten, wenn wir zoogeographische Provinzen in der Vorzeit nachzuweisen versuchen, ihre nähere Betrachtung lehrt uns aber auch die grossen Schwierigkeiten kennen, auf welche ein solches Unternehmen stösst; ich möchte jedoch hier diesen Gegenstand nicht theoretisch weiter verfolgen, sondern wende mich sofort zur praktischen Durchführung am gegebenen Falle, bei dem Vergleiche des alpinen und des mitteleuropäischen Jura. Was unter diesen beiden Ausdrücken zu verstehen sei, braucht nach den vielen Erörterungen über diesen Gegenstand, die sich in der Literatur finden, nicht mehr definirt zu werden; überdies ergibt ein Blick auf die diesem Aufsätze beigegebene Karte die Abgrenzung beider Gebiete auf den ersten Blick.

Niemand wird daran zweifeln, dass zwischen alpiner und ausseralpiner Entwicklung des Jura sehr grosse und handgreifliche Unterschiede existiren, und abgesehen von einigen wenigen, isolirten Ausnahmen, wird kein Geologe, der auf diesem Gebiete specielle Erfahrung hat, in Verlegenheit kommen, zu entscheiden, ob eine ihm ohne Fundortsangabe vorgelegte Petrefactensuite aus dem einen oder dem anderen Bildungsraume stammt.

Allein bei genauerer Prüfung findet man, dass die grosse Mehrzahl der Charaktere keine wesentlichen sind, sondern lediglich darauf beruhen, dass gewisse Faciesentwickelungen bis jetzt ganz oder fast ganz auf das eine der beiden Gebiete beschränkt sind, ohne dass man irgendwie berechtigt wäre, darin Merkmale zu sehen, welche auf Provinzverschiedenheit im oben definirten Sinne hinweisen. Das Auftreten von rothen Ammonitenkalken, von Ablagerungen der Hierlatzfacies in den Alpen, von Spongitenkalken und Eisenoolithen in Mitteleuropa gehört zu diesen sehr auffallenden, aber bei genauer Prüfung durchaus irrelevanten Unterschieden.

Dagegen finden sich allerdings gewisse Thiergruppen, welche in den alpinen Juraablagerungen bei verschiedenster Faciesentwicklung wiederkehren, in Mitteleuropa dagegen unter denselben äusseren Verhältnissen entweder fehlen, oder sehr spärlich sind. Als ein solches Merkmal hat schon vor sehr langer Zeit mit durchdringendem Scharfblicke L. v. Buch das häufige Vorkommen des *Ammonites italicus* — der Gattung *Phylloceras* nach heutiger Terminologie — angegeben; in den Jahren, welche seither verflossen sind, ist das Studium des alpinen Jura ausserordentlich gefördert worden, so dass es leicht war, die Bedeutung von *Phylloceras* für die alpine Entwicklung zu bestätigen, und noch die Gattung *Lytoceras* hinzuzufügen, welche dasselbe Vorkommen zeigt. Beide Gattungen finden sich in den alpinen Jurabildungen in ungeheurer Menge und Verbreitung, während sie in Mitteleuropa stark zurücktreten; dabei findet man, dass auch in Mitteleuropa die südlicher gelegenen Districte (Krakau, Franken, Schwaben, Juragebirge in der Schweiz, ausseralpiner Theil vom Südfrankreich) verhältnissmässig weit reicher an Repräsentanten der beiden Gattungen sind, als die nördlicheren (Norddeutschland, Nordfrankreich, England).¹

Zu diesen vor allem wichtigen Vorkommnissen lassen sich heute einige andere fügen; unter den Ammoniten des oberen Jura verhält sich *Simoceras* ebenso, es ist in den verschiedensten alpinen Ablagerungen in grosser Menge vorhanden, und ich will hier die wichtigsten Vorkommnisse anführen:

Sim. Agrigentinum Gem.
 „ *admirandum* Zitt.
 „ *Benianum* Cat.
 „ *biruncinatum* Q u.

Sim. Caffisii Gem.
 „ *Cavouri* Gem.
 „ *Catrianum* Zitt.
 „ *contortum* Neum.

¹ Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1878. p. 60.

Sim. explanatum Neum.

„ *Favaraense* Gem.

„ *Sartoriusi* Gem.

„ *Herbichi* Hau.

„ *lytogyrum* Zitt.

„ *rachystrophum* Gem.

„ *strictum* Cat.

Sim. teres Neum.

„ *Venetianum* Zitt.

„ *Volanense* Opp.

„ *planicyclum* Gem.

„ *Zeuxis* Gem.

„ *pulchellum* Gem.

„ *Pasinii* Gem.

Aus mitteleuropäischem Malm sind dagegen nur ganz wenige Repräsentanten der Gattung zu nennen, die überdies nur an wenigen Punkten überaus selten gefunden worden sind.

Weit schwieriger fällt es dagegen, positive Merkmale für die mitteleuropäische Provinz zu finden; auf den ersten Blick scheint es zwar, als ob eine ganze Reihe von Typen in den Alpen ganz fehlen würde, die nördlich davon in grosser Menge vorkommen; allein bei genauer Betrachtung findet man, dass in diesen Fällen meistens der Horizont, in welchem die betreffende Gruppe ihre Hauptblüthe entwickelt, in den Alpen noch nicht oder doch nur in relativ fossilarmer Entwicklung und geringer Verbreitung nachgewiesen ist. So verhält es sich mit den Ornaten, den Macrocephalen und einer Reihe anderer Gruppen; im oberen Jura jedoch, der in den Alpen sehr gut und sehr vollständig entwickelt und bekannt ist, lassen sich doch einige Abtheilungen bezeichnen, die spezifisch mitteleuropäisch sind; hier ist zu nennen die Gruppe des *Harporceras trimarginatum*, der *Oppelia tenuilobata*, des *Perisphinctes polyplocus* und die Gattung *Cardioceras*; von diesen sind die drei ersten ausserhalb der Alpen überall in ihren Horizonten sehr häufig, in den Alpen sehr selten, während *Cardioceras* — zwar an vereinzelt alpinen Punkten in Menge vorkommt, aber nur an solchen, welche dem äussersten Nordrande der Provinz angehören; dieser letztere Fall ist besonders desswegen von Werth, weil *Cardioceras* dann noch weiter im Norden, in der borealen Region das Maximum seiner Entwicklung erreicht.

All diese genannten Gruppen, welche für Mitteleuropa charakteristisch sind, treten hier unter den aller verschiedensten Verhältnissen auf, so dass man den Einfluss von Faciesverhältnissen als ausgeschlossen betrachten kann, und sie als Belege für Provinzverschiedenheit deuten muss.

Unter den übrigen Cephalopoden scheint es fast, als ob die Armuth an Belemniten für die alpinen Bildungen charakteristisch sei; doch drängen sich gewisse Bedenken gegen diese Deutung auf, indem die Belemniten auch in den weissen Jurakalken von Franken und Schwaben durchaus nicht häufig vorkommen; ich möchte aus diesen Verhältnissen vorläufig noch keine bestimmten Folgerungen ziehen, es scheint, dass die Bedingungen des häufigen Vorkommens von Belemniten noch nicht hinreichend studirt sind. Dagegen darf wohl das Auftreten von Atractiten als charakteristisch für den alpinen Jura betrachtet werden.

Von allen anderen Vorkommnissen des Thierreiches ist sonst noch keines mit hinreichender Sorgfalt studirt, um hier verwerthet zu werden mit einziger Ausnahme der Brachiopoden, welche einige charakteristische Eigenthümlichkeiten zeigen. So sehen wir in den verschiedensten Ablagerungen des alpinen Jura die Gruppe der Nucleaten, zu denen sich dann in den höchsten Schichten noch deren nächste Verwandte die Diphyen gesellen (*Pygope*); schon im untersten Lias sind sie vorhanden und erstrecken sich von da durch alle Horizonte bis ins Tithon; in Mitteleuropa sind dagegen Formen aus der Gruppe der *Terebratula diphya* nur an den äussersten Südgrenze in Frankreich gefunden worden, und auch die Gruppe der *Terebratula nucleata* dringt nur einmal, während des oberen Jura in den südlichen Theil von Mitteleuropa vor. Uhlig¹ hat ferner darauf aufmerksam gemacht, dass die Gruppe der *Rynchonella contraversa*, welche durch einen Sinus in der kleinen Klappe charakterisirt ist, in den Alpen sehr verbreitet vorkommt, in Mitteleuropa aber nur durch ein einziges isolirtes Vorkommen im oberen Jura von Czenstochau in Polen repräsentirt ist. Allerdings ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass das Vorkommen dieser Gruppe wesentlich an das Auftreten der Hierlatzfacies gebunden ist, und es darf daher bis auf weitere Studien auf deren Auftreten kein grosses Gewicht gelegt werden.

¹ Jahrbuch der geol. Reichsanstalt 1878, p. 657, 1881, p. 419.

Fassen wie kurz diese Daten zusammen, so haben wir folgende Typen, die im Nordrande des alpinen Jura die Nordgrenze ihrer Hauptverbreitung haben:

1. *Phylloceras*.
2. *Lytoceras*.
3. *Simoceras*.¹
4. *Atractites*.
5. Gruppe der *Terebratula nucleata*.
6. Gruppe der *Terebratula diphya*.
7. Gruppe der *Rhynchonella controversa*.

Folgende Typen sind dagegen spezifisch mitteleuropäisch, und in den Alpen sehr schwach entwickelt:

1. Gruppe des *Harpoceras trimarginatum*.
2. Gruppe des *Perisphinctes polylocus*.
3. Gruppe der *Oppelia tenuilobata*.
4. *Cardioceras*.

IV. Unterschiede zwischen mitteleuropäischem und borealem Jura.

Ich habe schon bei wiederholten Gelegenheiten darauf aufmerksam gemacht, dass sich in grosser Deutlichkeit eine boreale Juraprovinz nachweisen lässt, welcher die Vorkommnisse in Innerrussland, in Sibirien, Novaja Semlja, Kamtschatka, Alaska, Grönland und Spitzbergen u. s. w. angehören; es bleibt hier die Aufgabe, die zoologischen Charaktere dieser Region der mitteleuropäischen gegenüber näher festzustellen. Dabei muss man sich erinnern, dass in der ganzen borealen Provinz nur die Glieder vom Kelloway an aufwärts bisher mit Sicherheit nachgewiesen und genau bekannt sind, und dass daher nur diese jüngeren Vorkommnisse berücksichtigt werden können.

Bei Betrachtung des borealen Jura sehen wir, dass demselben eine Reihe von Ammoniten-Gattungen entweder ganz fehlen, oder nur in schwachen Spuren vorkommen, die anderwärts dem oberen Jura eigen sind; vollständig fehlen die Gattungen *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Oppelia*, sehr dürftig entwickelt sind *Peltoceras*, *Harpoceras*, *Aspidoceras*. Von Typen, die der nordischen Entwicklung eigen sind oder hier die stärkste Vertretung finden, sind vor allem zu nennen die Arten der Gattung *Cardioceras*, deren gewaltige Manigfaltigkeit namentlich in neuerer Zeit durch die Arbeiten von Nikitin bekannt geworden ist; die Gruppe des *Perisphinctes mosquensis*, *Amaltheus catenulatus* und die Gruppe des *Amaltheus fulgens* (*Neumayria* Nik.). Zu diesen durchgreifenden Unterschieden bei den Ammoniten gesellen sich aber noch andere wichtige Differenzen; von Cephalopoden sind hier vor allem noch die Belemniten zu nennen, welche grosse Wichtigkeit erlangen; in Mitteleuropa ist es die Gruppe der *Hastati*, welcher die grosse Mehrzahl aller Arten angehört, im Norden dagegen wird diese durch die Gruppe des *Belemnites excentricus* ersetzt, welche, in Mitteleuropa sehr spärlich vertreten, hier in grösster Menge auftritt. Auch unter den Muscheln finden wir hier eine ausgezeichnete Leitform der borealen Entwicklung; es ist das die Gattung *Aucella*, welche so ziemlich überall im Norden in Menge auftritt, während sie anderwärts zu den grossen Seltenheiten gehört. Endlich ist zu erwähnen, dass die riffbauenden Korallen sich im borealen Jura nirgends finden, während sie in Mitteleuropa noch in England und Norddeutschland vorhanden sind.

Fassen wir auch hier wieder die positiven Charaktere beider Gegenden zusammen, so haben wir für Mitteleuropa:

1. *Phylloceras* (schwach vertreten).
2. *Lytoceras* (schwach vertreten).
3. *Harpoceras*.

¹ Nach Ausscheidung von *Reineckia*.

4. *Oppelia*.
5. *Peltoceras*.
6. *Aspidoceras*.
7. Gruppe des *Belemnites hastatus*.
8. Riffbauende Korallen.

Für die boreale Provinz:

1. *Cardioceras* (Maximum der Entwicklung).
2. Gruppe des *Periphinctes Mosquensis*.
3. Gruppe des *Amaltheus catenulatus*.
4. Gruppe des *Amaltheus fulgens*.
5. Gruppe des *Belemnites excentricus*.
6. Aucellen

V. Unterschiede zwischen alpinem und mitteleuropäischem Neocom.¹

Die Feststellung der Beziehungen zwischen alpinem und mitteleuropäischem Neocom stösst in mancher Beziehung auf Schwierigkeiten, die theils in der Natur der betreffenden Ablagerungen begründet sind, theils in den mannichfachen Verwirrungen und Irrthümern, welche in der Literatur vorliegen; bei keinem Formationsglied ist so viel von alpinem und ausseralpinem Typus gesprochen worden; aber bei genauerer Betrachtung findet man, dass ein grosser Theil all' der Charaktere, welche in der Regel angeführt werden, sich lediglich auf Faciesverhältnisse beziehen, die zwar häufiger in der einen oder in der anderen Region vorkommen, aber nach dem früher Gesagten für den Nachweis von Provinzunterschieden, in keiner Weise von Belang sein können. Auf der anderen Seite dagegen finden wir eine nicht minder falsche Auffassung, indem der oben genannte Fehler zwar als solcher erkannt, aus dem Umstande aber, dass ein Theil der Kriterien sich als nichtig erwiesen hat, ohne nähere Prüfung der Thatsachen kurzweg der Schluss gezogen wird, dass Provinzunterschiede hier überhaupt nicht existiren.

Dieser Stand der Dinge macht eine streng kritische und gleichzeitig eine etwas eingehendere Untersuchung der Thatsachen nothwendig. Es ist bekannt, dass der grösste Theil des mitteleuropäischen Gebietes während der allerletzten Phase des oberen Jura und zu Beginn der Kreidezeit nicht vom Meere bedeckt war; in einem Theile desselben befanden sich grosse Seen mit süssem oder brackischem Wasser, aus denen sich die Purbeck- und Wealdenbildungen niederschlugen, während andere Theile ganz trocken gelegen zu haben scheinen. Ubrigens fällt die Grenze zwischen Land und Wasser nicht genau mit der früheren Grenze zwischen alpinem und ausseralpinem Jura zusammen, wie z. B. das Vorkommen von Purbeckschichten in den Freiburger Alpen und das Auftreten von marinem Obertithon und Unterneocom in ausseralpinen Theilen von Südfrankreich beweist. Im Verlaufe des mittleren Neocom gewann dann das Meer wieder einen grossen Theil des Areal, den es in der Jurazeit in Mitteleuropa inne gehabt hatte, einen anderen Theil desselben erreichte es nicht wieder, wie dies vor allem für Franken und Schwaben, das mährische und galizische Gebiet der Fall war.

Jedenfalls ist es klar, dass der weitaus überwiegende Theil des mitteleuropäischen Neocommeeres keine autochthone Fauna besitzen konnte, sondern von auswärts durch Einwanderung colonisirt werden musste; ich habe an einem anderen Orte gezeigt, dass dabei zwei Richtungen nachgewiesen werden können, aus welchen diese neuen Faunenelemente herkamen, dass einerseits in der Gruppe des *Olcostephanus bidichotomus*, des *Amaltheus Gevriianus*, des *Belemnites subquadratus* Abkömmlinge der borealen Region erscheinen, während die

¹ Ohne mich irgend mit der Frage nach der grösseren Verwandtschaft des Aptien zum Gault oder zum Neocom zu befassen, bemerke ich nur, dass ich die Aptschichten noch mit in Betracht gezogen, den Gault dagegen aus Mangel an positiven Daten ausgeschlossen habe; ich bezeichne nun hier alle Ablagerungen von der Basis der Kreideformation bis zur oberen Grenze des Aptien als Neocom, um einen kurzen Namen für diese Schichtgruppen zu haben, und ohne damit eine bestimmte Ansicht über nähere Verwandtschaft des Aptien mit älteren oder mit jüngeren Bildungen aussprechen zu wollen.

Gruppe des *Olcostephanus Astierianus*, viele Hopliten, die Gruppe der *Gastrocoeli* (*Duvalia* Bayle) auf südlichen Ursprung deutet.¹

Für einen Theil der Fauna können wir eine solche Herkunft unmittelbar nachweisen; noch deutlicher aber tritt der Gegensatz hervor, wenn wir zwei etwas weiter von einander entlegene Gegenden bezüglich ihrer Faunen vergleichen; wenn wir einerseits die Neocombildungen von Norddeutschland, England und Nordfrankreich, andererseits diejenigen der typisch alpinen Ablagerungen desselben Alters ins Auge fassen, so ist der Gegensatz ein geradezu überraschender; die Gattungen *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Haploceras*, *Hamites*, *Pulchellia*, *Costidiscus* fehlen im ersteren Gebiete fast vollständig, die Gruppe des *Olcostephanus Asterianus* ist kaum vertreten, auch in anderen, den beiden Arealen gemeinsamen Gattungen, sind vielfach verschiedene Gruppen vorhanden;² ebenso finden sich die nordischen Formen nur ganz vereinzelt in alpinen Ablagerungen; Uhlig hat dieses Verhältniss in einer kürzlich erschienenen Arbeit über die Fauna der Wernsdorfer Schiefer sehr schön zum Ausdrucke gebracht.³

Nach allem, was wir wissen, kann darüber kein Zweifel bestehen, dass zwischen den Neocomablagerungen der alpinen Region und jenen von Norddeutschland, Nordfrankreich und England Provinzunterschiede der schärfsten Art existiren; fraglich ist nur das Verhältniss derjenigen Neocombildungen, welche in der Schweiz und in Frankreich südlich vom Centralplateau im ausseralpinen Gebiete auftreten.

Die Entscheidung hierüber bietet grosse Schwierigkeiten, aus dem Grunde, weil wir vielfach die Ablagerungen in den Alpen und im Juragebirge in derselben Facies vorfinden und wir nicht selten sehen, dass eine Ausbildungsweise, die in dem einen Gebiete sehr stark entwickelt ist, und als typisch für dasselbe betrachtet wird, auch in das andere Gebiet local übergreift; als Beispiel mag das Auftreten ausseralpinen Caprotinenkalkes einerseits und alpiner Valangenschichten andererseits gelten. Da trotzdem häufig derartige Faciesunterschiede zur Abgrenzung der Provinzen benützt worden waren, erscheint es ganz gerechtfertigt, dass Vacek sich gegen diesen Missbrauch erklärt hat, dagegen ist er aber wohl ins entgegengesetzte Extrem verfallen, wenn er es direct als ein Unding erklärt, in dem helvetischen Becken Provinzunterschiede nachweisen zu wollen.⁴ Dieser Anschauung schliesst sich Uhlig an, indem er das „Jurabecken zur Kreidezeit nur mehr als Bestandtheil der mediterranen Provinz betrachtet.“⁵

Es ist an sich keine Frage von grosser Bedeutung, ob ein schmaler Strich zur einen oder zur anderen Provinz gerechnet wird; trotzdem gewinnt diese Frage für die Beurtheilung der klimatischen Verhältnisse eine gewisse Wichtigkeit und ich sehe mich daher zu näherer Besprechung genöthigt. Nach den früher besprochenen Grundsätzen müssen wir auch hier von all' den Elementen der Fauna absehen, deren Vorkommen durch Faciesverhältnisse bedingt ist, und nur diejenigen Formen ins Auge fassen, welche zwar nicht in allen, aber doch in sehr verschiedenen Faciesentwicklungen sich finden, und in ihrer geographischen Verbreitung von derartigen Einflüssen unabhängige Verbreitung zeigen; wir müssen auch hier wieder auf die Cephalopoden greifen.

Wenn wir diese ins Auge fassen, dann sehen wir in der That, dass ein durchgreifender Unterschied zwischen dem Neocom im alpinen und jenem im ausseralpinen Theile der Schweiz und Südfrankreichs existirt. Die Gattungen *Lytoceras*, *Phylloceras*, *Haploceras* und die Gruppe des *Belemnites latus* (*Duvalia*), die verbreitetsten Charaktertypen des ersteren Gebietes, sind im letzteren auffallend spärlich; dagegen enthält dieses eine Anzahl von Formen, die in dem alpinen Theil fehlen oder sehr selten auftreten, die aber in Norddeutschland, Nordfrankreich und England verbreitet sind; ich nenne von solchen Typen die Gruppe des *Olcostephanus bidichotomus*, des *Amaltheus Gevillianus* und des *Hoplites radiatus*.

¹ Verhandlungen der geol. Reichsanstalt Wien 1873. p. 288.

² In späteren Perioden der Kreideformation scheinen wesentliche Verschiebungen der Faunengebiete vor sich gegangen zu sein, über die ich vorläufig noch kein sicheres Urtheil abgeben kann.

³ Die Wernsdorfer Schiefer und ihre Äquivalente. Sitzungsber. der Wiener Akad. Vol. 86. Abth. I. 1882. — Die Cephalopoden-Fauna der Wernsdorfer Schichten. Denkschr. der Wiener Akad. 1883. Vol. 46.

⁴ Vacek, Über Vorarlberger Kreide. Jahrb. der geol. Reichsanstalt. 1879. p. 659. — Neocomstudie. Ebenda 1880, p. 493.

⁵ Uhlig, Die Cephalopoden-Fauna der Wernsdorfer Schichten. Denkschr. der Wiener Akad. Vol. 45, p. 164.

Ich will dies nicht durch Listen von Versteinerungen ausführlich nachweisen; einerseits würde das etwas weit ablenken, andererseits wird auch, glaube ich, die Thatsache von keiner Seite bestritten werden. Das Verhältniss ist also folgendes: Alpine und ausseralpine Neocomablagerungen liegen in der Schweiz und in Südfrankreich sehr nahe bei einander, sie standen in offener Meeresverbindung, und doch geht eine Anzahl von Cephalopodentypen nicht oder nur ganz sporadisch von dem einen Gebiete in das andere über; auf der anderen Seite besteht zwischen dem ausseralpinen Neocom der Schweiz und Südfrankreichs und jenem in Nordeuropa keine directe Verbindung, sie sind durch weite Festlandsstrecken von einander getrennt, und doch haben beiderlei Gebiete eine Anzahl auffallender Cephalopodentypen mit einander gemein; ja wenn man die beiderseitigen Affinitäten gegen einander abwägen könnte, so würden wahrscheinlich die Ammoniten des Neocom im Schweizer Juragebirge mehr Verwandtschaft mit denjenigen des weit entlegenen nördlichen Beckens zeigen, als mit jenen der nahe gelegenen Alpen, ohne dass durch verschiedene Meerestiefe, Beschaffenheit des Sedimentes und ähnliche locale Faciesverschiedenheiten eine Erklärung möglich wäre.

Damit soll natürlich durchaus nicht bestritten werden, dass auch zwischen dem alpinen und ausseralpinen Neocom der Schweiz manche wichtige Verbindungen existiren; auf was es hier ankömmt, ist nur die offenkundigen Unterschiede in der Verbreitung der Cephalopoden zu erklären, die gerade dadurch, dass sie in dem kleinen und zusammenhängenden südfranzösisch-schweizerischen Becken auftreten, um so auffallender und räthselhafter erscheinen. Die einzige Auffassung, welche diesem Verhalten gegenüber nicht rathlos dasteht, ist die, welche die genannten Erscheinungen auf Temperaturunterschiede zurückführt; und da die räumliche Entfernung zwischen den beiden von einander abweichende Gebieten eine sehr geringe ist, so müssen wir auch hier wieder, wie für die Juraformation annehmen, dass die Grenze zwischen alpiner und ausseralpiner Entwicklung durch eine Warmwasserströmung bedingt war; ist dies einmal constatirt, dann scheint es mir ganz gleichgiltig, welcher von beiden Thierprovinzen man die betreffenden Ablagerungen anschliessen will; von Wichtigkeit ist nur, dass, durch kältere Temperatur des Wassers begünstigt, sich eine Anzahl nordischer Typen längs des Nordrandes des helvetischen Meeres angesiedelt hat, und dass diese selbe Region dem Fortkommen einer Anzahl von alpinen Typen ungünstig war.

VI. Vertheilung der Meeresprovinzen in Europa.

Ich kann mich bezüglich dieses Gegenstandes ziemlich kurz halten und verweise für die Hauptzüge auf meine frühere Darstellung, sowie auf die diesem Aufsätze beigegebene Karte; doch ist es nothwendig, eine Reihe von Einzelheiten, der einstweilen eingetretenen Erweiterung unseres Wissens entsprechend, nachzutragen, und auf einen erheblichen Irrthum in einem Punkte meiner früheren Auffassung hinzuweisen.

Für die Abgrenzung des alpinen und mitteleuropäischen Gebietes liegen für den äussersten Westen unseres Erdtheiles die Arbeiten von Choffat über den Jura von Portugal vor;¹ wie schon früher vermuthet worden war, läuft diagonal durch die pyrenäische Halbinsel eine scharfe Grenze zwischen nördlicher und südlicher Entwicklung hindurch, welche uns jetzt die Nordgrenze der alpinen Ausbildung bis an die Ufer des atlantischen Oceans zu verfolgen gestattet.

Im Osten ist der Nachweis von Jura und Kreide in alpiner Entwicklung im Balkan durch Toul² von Wichtigkeit, insoferne dieses Vorkommen eine Bestätigung der hier vertretenen Auffassung darstellt, eine Veränderung der Abgrenzung wird jedoch hiedurch nicht bedingt. — Von grossem Interesse sind die Verhältnisse im südlichen Russland; über den alpinen Charakter der Jurabildungen in der Krim und im Kaukasus konnte seit lange kein Zweifel bestehen; andererseits tritt weiter im Norden, im Gebiete der Moskwa, der Oka, der Wolga u. s. w., der boreale, russische Jura in seiner bekannten Form und in typischer Entwicklung auf

¹ Étude stratigraphique et paléontologique des terrains jurassiques du Portugal. Section des travaux géologiques du Portugal. Lissabon 1880.

² Geologische Untersuchungen im westlichen Theile des Balkan und in dem angrenzenden Gebiete. Sitzungsber. der Wiener Akad. Abth. I. Vol. 75, 77, 79, 81.

zwischen beiden Gebieten aber, und von letzteren durch einen Rücken von älteren Gesteinen getrennt, erscheinen ziemlich isolirt die Jurabildungen von Isjum am Donez, welche in ihrem Charakter von der Moskauer wie der krimo-kaukasischen Entwicklung gleichweit abweichen. Leider fehlt es dem dortigen Vorkommen, um dessen Erforschung neben einer Reihe anderer Forscher sich namentlich Trautschold in hohem Grade verdient gemacht hat, an vollständig entscheidend charakteristischen Zügen, indem Ammoniten vollständig fehlen;¹ jedenfalls aber finden wir ähnliche Ablagerungen nur im mitteleuropäischen Gebiete wieder, und wir dürfen daher das Vorkommen von Isjum als einen Vertreter der mitteleuropäischen Provinz betrachten, die auch hier zwischen alpiner und borealer liegt.

Einige Modificationen meiner früheren Ansichten sind bezüglich der ehemaligen Verbindungen zwischen mitteleuropäischen und borealem Jura nothwendig; ich war der Meinung, dass eine derartige Communication nur von Norddeutschland aus stattgefunden habe² und dass einen geringen Erosionsrest der vermittelnden Ablagerungen die Juravorkommnisse von Popilány und anderen Punkten an der Winda, theils in Curland, theils im Gouvernement Kowno gelegen, darstellen; dass diesen Jurapartien in der That eine solche Rolle zukömmt, kann nach der Darstellung von Grewinck wohl nicht bezweifelt werden.³

Allein neben dieser waren auf europäischem Gebiete vermuthlich noch zwei Verbindungslinien vorhanden; die eine geht, wie Trautschold schon seit längerer Zeit angenommen hat, aus der Gegend von Krakau und Czenstochau in Polen nach Nord-Osten. Ich habe mich seiner Zeit sehr entschieden gegen diese Auffassung von Trautschold ausgesprochen, und ich glaube in der That auch heute noch, dass damals keine hinreichenden Anhaltspunkte für dieselbe vorhanden waren. In der Zwischenzeit haben sich aber die Dinge geändert; schon die Monographie der Baliner Brachiopoden von Szajnocha⁴ hat einzelne auffallende Anklänge an Moskauer Formen geliefert, vor allem aber geben noch unpublicirte Arbeiten zweier meiner Schüler, der Herren G. v. Bukovsky und L. Teyssiere sichere Anhaltspunkte für einen innigen Zusammenhang in dieser Richtung. Ich fühle mich begreiflicher Weise zu weiteren Mittheilungen über diesen Gegenstand nicht berechtigt, doch werden die betreffenden Aufsätze in Kurzem erscheinen.

Weniger entscheidend sind die Anhaltspunkte für die Annahme einer weiteren Verbindung, welche von den Hebriden nach Norden gereicht haben müsste; Judd schildert die höchst merkwürdigen Jurabildungen der Hebriden,⁵ welche namentlich durch ihre überaus innige Verbindung mit Eruptivmassen ein eigenthümliches Gepräge erhalten; in der Darstellung der Oxfordbildungen fällt die vollständig dominirende Rolle auf, welche unter den Ammoniten die Gattung *Cardioceras* spielt; es finden sich *Card. cordatum* (mehrere Varietäten sehr häufig), *excavatum*, *Mariae*, *Lamberti* und *Sutherlandiae*, während von anderen Ammoniten nur drei Arten angeführt werden. Ein solches Dominiren von *Cardioceras* wäre für Mitteleuropa eine Ausnahme, während im borealen Jura die Rolle dieser Gattung eine bedeutend grössere ist; es wird dadurch die Vermuthung nahe gerückt, dass der Hebridenjura ein Bindeglied zwischen beiderlei Ausbildungsarten darstellt.

Wenn wir einen Rückblick auf das bisher Gesagte thun, so ergibt sich, dass für den Jura Europas die Eintheilung in drei Provinzen durch alle seitherigen Untersuchungen bestätigt wird; ebenso ist kein Grund vorhanden von der von mir früher gegebenen Erklärung dieser Erscheinung abzugehen; wir finden drei von Süden nach Norden auf einander folgende zoogeographische Regionen, von denen jede durch eine Anzahl von Thiergruppen charakterisirt ist, die von ihr aus nicht oder nur sporadisch nach Norden oder Süden reichen, und wir sind berechtigt dieses Verhältniss Temperaturverschiedenheiten, einer Wärmeabnahme gegen Norden zuzuschreiben; jede andere Annahme ist unbegründet und reicht zu einer Erklärung nicht hin.

Fassen wir die Linie ins Auge, welche die Grenze zwischen alpiner und mitteleuropäischer Entwicklung beschreibt, so sehen wir dieselbe im äussersten Osten Europas zwischen dem Donetz und der Krim ungefähr

¹ Trautschold, Über den Jura von Isjum. Bull. soc. nat. de Moscou. 1877, II.

² Ornatenthone von Tschulkowo. Bencke's Geogn.-palaeontol. Beiträge, Vol. II.

³ Grewinck, Geologie von Liv- und Kurland. Archiv für Naturkunde Liv-, Esth- und Kurlands. 1858, Ser. I, Vol. II.

⁴ Denkschriften der kais. Akademie in Wien. Bd. XLI.

⁵ Judd, The secondary rocks of Scotland. III. Quart. Journ. geol. soc. London 1878, p. 726.

in 47° N. Br. gelegen; der weitere Verlauf nach Westen ist auf eine Strecke weit nicht genau zu verfolgen, bis wir an das östliche Ende der Karpaten gelangen; von hier aus nimmt die Scheidelinie einen nord-nord-westlichen Verlauf, bis sie in der Gegend von Krakau ihren nördlichsten Punkt bei nahezu 50° N. B. erreicht; weiterhin zieht dieselbe südwestlich gegen Wien, von da ab fast rein westlich bis in die Gegend des Bodensees; dann wendet sie sich zuerst westsüdwestlich, durchsetzt später in südwestlicher Richtung Südfrankreich und die pyrenäische Halbinsel, und erreicht im südlichen Portugal, zwischen 38° und 39° N. Br., die Küste des atlantischen Oceans.

Zwei Erscheinungen sind dabei auffallend, einerseits die bedeutende Curve, welche diese Grenze beschreibt, indem zwischen ihrer Lage in der Gegend von Krakau und derjenigen in Portugal eine Differenz von etwa elf Breitengraden besteht; der zweite Punkt ist der ausserordentlich geringe räumliche Abstand zwischen Gegenden mit typisch alpiner und solchen mit echt ausseralpiner Entwicklung, eine Entfernung, die sich z. B. zwischen Olomutschan und Tschetchowitz in Mähren auf sechs Meilen reducirt. Dieser relativ scharfe Abgrenzung zweier Meeresprovinzen bildet den gewöhnlichen Verhältnissen in der Jetztzeit gegenüber eine Anomalie, und zu ihrer Erklärung muss man entweder das Vorhandensein eines schmalen Landrückens zwischen beiden Provinzen voraussetzen, oder annehmen, dass die Lage der Grenze durch den Verlauf eines warmen Äquatorialstromes bedingt gewesen sei; ersteres ist von Gumbel für die Gegend östlich vom Böhmerwald angenommen worden¹ und in der That lässt sich Manches für diese Auffassung anführen; allein dieselbe genügt keinesfalls, um alle Unterschiede zu erklären, man müsste denn eine solche Landzunge vom Kaukasus bis Lissabon annehmen; mag demnach der Frankenjura von den Alpen durch Festland getrennt gewesen sein oder nicht, jedenfalls müssen wir zur Erklärung der Erscheinungen in anderen Gegenden, namentlich auch für das starke Ansteigen der Curve nach Norden eine Warmwasserströmung in Anspruch nehmen, von der es allerdings noch unentschieden bleiben muss, ob sie von Ost nach West oder umgekehrt ihren Verlauf nahm.

Ganz anders sind die Verhältnisse zwischen mitteleuropäischer und borealer Entwicklung; in ganz Europa sind deren Verbreitungsbezirke durch weite Strecken und durch altes Gebirge von einander getrennt, und standen offenbar nur während verhältnissmässig kurzer Zeit durch einige Canäle mit einander in Verbindung; ein abweichendes Verhältniss, welches uns auch genügende Rechenschaft für die bekannten und auffallenden Unterschiede zwischen den Beziehungen des mitteleuropäischen Jura zum borealen und jenen zum alpinen Jura gibt.

Wenn der Unterschied zwischen den Faunen der einzelnen Juraprovinzen auf klimatische Unterschiede zurückgeführt wird, so liegt die Frage nach absoluten Temperaturangaben sehr nahe; ich glaube jedoch, dass die Daten für die Entscheidung dieses Problems zu unvollständig und zu widersprechend sind, um ein Urtheil zu gestatten, und dasselbe würde sehr verschieden ausfallen, je nachdem man die eine oder die andere Gruppe als massgebend betrachtet. Korallriffe reichen im Jura bis nach England, während jetzt die Bermudas unter 32° N. Br. das nördlichste Riff aufweisen, und man könnte daher schliessen, dass die Isothermenlinien um etwa 20° nach Norden verschoben gewesen seien; aber dem stehen, wie oben gezeigt wurde, andere Erscheinungen, z. B. bei den Bryozoen entgegen, so dass es besser ist, sich jedes bestimmten Urtheiles zu enthalten.

Eher gestatten noch die Land- und Süsswasserbewohner ein Urtheil; das Vorhandensein vieler Reptilien, die Häufigkeit von Baumfarne und Cycadeen werden hier als Zeichen hoher Temperatur betrachtet, wenn auch dabei zu berücksichtigen bleibt, dass in Südamerika Baumfarne noch in recht kühlen Strichen gedeihen, und dass man durchaus nicht weiss, ob die Lebensbedürfnisse der einzelnen Ordnungen durch alle aufeinanderfolgenden Formationen die gleichen geblieben sind. Die Binnenconchylien der Purbeckablagerungen haben nach Sandberger² tropischen, jene des Wealden den Charakter der gemässigten Zone; die Insectenfauna weist nach den einen auf heisses, nach anderen auf gemässigttes Klima.³

¹ Geognostische Beschreibung des bairischen Alpengebirges.

² Land- und Süsswasserconchylien der Vorzeit.

³ Vgl. z. B. Heer, Urvwelt der Schweiz z. Auflage; andererseits Westwood, Quarterly journal of the geological society 1854, p. 378. Ferner Brodie, History of the fossil insects of the secondary rocks of England. London 1845.

Mag nun auch die Mehrzahl der Daten für warme Temperatur während der Ablagerung des Jura sprechen und die Annahme einer solchen wahrscheinlich sein, so müssen wir uns doch gegenwärtig halten, dass von eigentlichen Beweisen dafür nicht die Rede sein kann; um so mehr wäre man bei jedem Versuche, Zahlenwerthe anzugeben, gezwungen, sich ganz und gar vom positiven Boden zu entfernen, und es wird daher besser sein, sich von diesem gefährlichen Gegenstande ganz ferne zu halten.

Eine nähere Betrachtung der Neocomablagerungen Europas zeigte, dass, wie schon vielfach angenommen worden war, auch hier ein Unterschied zwischen alpiner und mitteleuropäischer Provinz festgehalten werden kann, und dass die Lage der Grenze zwischen beiden fast genau dieselbe ist, wie während der Juraformation; es kann daraus geschlossen werden, dass in dem ganzen ungeheuern Zeitraume von Beginn des Jura bis zum Aptien die relativen klimatischen Beziehungen keine wesentlichen Änderungen erlitten haben.

Die Resultate, welche hier erzielt worden sind, gestatten uns, auf eine Prüfung des Charakters der Jura- und Neocomablagerungen in fernen Welttheilen einzugehen und daraus allgemeinere Schlüsse abzuleiten; zu Ersterem befähigt uns die schärfere Präcisirung des Charakters der Provinzen, wie sie hier vorgenommen wurde, zu Letzterem der Nachweis, dass die Provinzgrenzen während der genannten Periode keine wesentlichen Veränderungen erlitten haben, so dass wir berechtigt sind, die Folgerungen, die aus dem Charakter einer einzelnen Ablagerung für irgend einen Punkt abgeleitet sind, auf die Gesamtheit der ganzen in Rede stehenden Periode auszudehnen.

VII. Über den Charakter der aussereuropäischen Jura- und Neocomablagerungen.

Indem ich mich der Darstellung des Charakters der aussereuropäischen Bildungen zuwende, scheint es mir nothwendig, darauf hinzuweisen, dass es durchaus nicht in meiner Absicht liegt, genaue Daten über Gliederung, Fauna, Alter und tektonische Verhältnisse all' dieser Vorkommnisse zu geben; für den vorliegenden Zweck ist es vollständig genügend, auf die Charaktere aufmerksam zu machen, welche für die Analogie mit einer der drei in Europa nachweisbaren Provinzen sprechen, und ich werde mich daher auch ganz darauf beschränken; eine genaue Beschreibung der bisher bekannten Juragebilde in beiden Hemisphären wäre zwar eine sehr lohnende Aufgabe, aber sie ist für die Erörterung der klimatischen Verhältnisse durchaus entbehrlich. Ebenso halte ich es für überflüssig, hier nochmals alle Daten über das Vorkommen von borealem Jura zusammenzustellen, ich erinnere nur daran, dass rings um den Nordpol eine grosse Anzahl von Juravorkommnissen bekannt ist, die unter sich und mit dem Moskauer Jura übereinstimmen.

Wenn wir an der Ostgrenze Europa's unsere Betrachtung beginnen, so treten uns zunächst die Vorkommnisse in Kleinasien entgegen; es ist hier nur wenig bekannt geworden. Schlehan¹ schildert von Amassy im paphlagonischen Küstengebiete eine aus Korallen, Muscheln und Schnecken zusammengesetzte Fauna, die aller Wahrscheinlichkeit nach dem oberen Jura angehört, aber keine Anhaltspunkte für die Zutheilung zu einer bestimmten Provinz bietet; Tschichatscheff² citirt aus der Gegend von Angora vier jurassische Ammoniten, nämlich:

Peltoceras Arduennense Orb.
Perisphinctes plicatilis Orb.

Phylloceras taticum Pusch
" *tortisulcatum* d' Orb.

So gering die Artenzahl ist, so berechtigt doch der Umstand, dass die Hälfte zur Gattung *Phylloceras* gehört, zur Einreihung in die alpinen Bildungen.

Weit schwieriger gestalten sich die Verhältnisse in Syrien; hier ist durchaus sicherer und fossilreicher Jura nur von einem Punkte, vom Berge Hermon durch Fraas nachgewiesen worden; dieser Forscher hebt die ausserordentliche Übereinstimmung mit schwäbischen Vorkommnissen hervor und gibt eine Liste von 34 Fossilien, darunter 17 Ammoniten, von denen die grosse Mehrzahl zu den Gattungen *Perisphinctes*, *Peltoceras*, *Aspidoceras*,

¹ Zeitschrift der deutschen geolog. Gesellschaft. 1852.

² Asie Mineure. Geologie, Vol. II, Cap. 1.

Harpoceras, *Oppelia* gehört, während *Lytoceras* fehlt und *Phylloceras* nur durch zwei Arten vertreten ist; ein Neuntel der ganzen Ammonitenfauna wäre zwar für ausseralpine Verhältnisse viel, aber verhältnissmässig wenig für ein alpines Vorkommen, wie es hier der geographischen Lage nach erwartet werden sollte; was die Häufigkeit der Arten anlangt, so hebt Fraas hervor, dass *Phylloceras tortisulcatum*, in Schwaben eine Seltenheit, hier häufiger auftritt; Herr Professor Fraas hatte die Güte, mir genaue Angaben über die Stückzahl zu geben, durch welche die einzelnen Arten vom Hermon im Naturaliencabinete in Stuttgart vertreten sind, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche.

Die einzelnen Gattungen sind folgendermassen repräsentirt:

<i>Harpoceras</i>	134	Exemplare.
<i>Perisphinctes</i>	30	"
<i>Aspidoceras</i>	20	"
<i>Phylloceras</i>	8	"
<i>Oppelia</i>	4	"
<i>Peltoceras</i>	4	"

Die Phylloceraten machen demnach $\frac{1}{25}$ der Ammoniten vom Hermon aus, welche in der Stuttgarter Sammlung liegen; da die Exemplare meist von den Kindern der Einwohner an den Gehängen des Hermon ohne Wahl aufgelesen sind, und Herr Professor Fraas mir mittheilte, dass von seiner Seite Abgabe von Doubletten in einer Weise, welche die Verhältnisszahlen irritiren konnte, nicht stattgefunden habe, so dürfen wir die Proportionen als so ziemlich den Verhältnissen in der Natur entsprechend betrachten. Es bilden dann die Phylloceraten etwa 4% der auftretenden Ammoniten; ich glaube nun zwar nicht, dass eine gleichaltrige Localität in der mitteleuropäischen Provinz existirt, an der auf 100 ohne Wahl aufgelesene Ammoniten so viele Heterophyllen kommen würden, absolut sicher aber ist, dass noch weniger die Menge der Vertreter dieser Gattung gross genug ist, um der Ablagerung ein echt alpines Gepräge zu geben; wenn man sich nach der Fauna für eine der beiden Provinzen entscheiden soll, so muss man unbedingt erklären, dass der mitteleuropäische Charakter vorwiegt.

Es ist das eine höchst auffallende Erscheinung, eine Thatsache, welche mit den hier vertretenen Ansichten über klimatische Zonen und die dadurch bedingte Verbreitung der Ammonitiden in offenem Widerspruch steht oder zu stehen scheint; Kleinasien und Kaukasus zeigen alpinen Typus; wir müssten also umsomehr erwarten, dass dies in dem südlicher gelegenen Syrien der Fall sei. Den Einwand, dass der Hermon noch nicht genügend bekannt sei, und dass spätere Aufsammlungen ein anderes Resultat ergeben werden, möchte ich nicht gebrauchen; es ist mir nicht wahrscheinlich, dass neue Studien eine Änderung in dieser Richtung ergeben werden. Ich muss es den Fachgenossen überlassen, ob sie diese einzige widersprechende Thatsache für bedeutsam genug halten, um die Folgerungen zu annulliren, zu welchen alle übrigen Vorkommnisse des ganzen Erdkreises führen; nach meinem Ermessen ist das nicht der Fall, und ich will die Gründe anführen, welche nach meiner Ansicht diese Auffassung rechtfertigen.

Wenn wir in der jetzigen Schöpfung die Grenzen zwischen verschiedenen Meeresprovinzen ins Auge fassen, so sehen wir, dass dieselben in der grossen Mehrzahl der Fälle weit davon entfernt sind, scharf zu sein; die boreale, die celtische, die lusitanische Fauna sind jede in der Mitte ihres Verbreitungsbezirkes betrachtet, sehr gut charakterisirt, aber beim Übergange von einer dieser Regionen in die andere stellt sich eine breite Mittelzone ein, in welcher die beiden Typen sich mengen; Forbes vergleicht sehr passend die Meeresprovinzen mit nebelhaft verschwimmenden Flecken von gewisser Farbe, welche in der Mitte deutlich und bestimmt auftritt, gegen die Ränder aber allmählig verbleicht und in eine andere übergeht.² Eine Abweichung davon finden

¹ Neues Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1877, p. 17. Aus dem Orient, 2. Theil. Geologische Beobachtungen am Libanon. Stuttgart 1878, p. 15.

² E. Forbes, Natural history of the European seas, p. 8.

wir nur da, wo in ein Meeresgebiet eine Strömung von abweichender Temperatur eindringt; dann tritt oft eine scharfe Scheidung zwischen warmer und kalter Area ein.

Die Beziehungen der Juraprovinzen zu einander, wie wir sie in Europa zu finden gewohnt sind, lassen eine präzisere Trennung durchführen, als das nach der Analogie mit den heutigen Zuständen erwartet werden sollte und es hat dies bald zur Annahme einer riesigen Landzunge, bald zu derjenigen einer Warmwasserströmung geführt, welche da verlief, wo heute das Alpensystem sich von ausseralpinen Gegenden abhebt. Es geht daraus zunächst hervor, dass wir durchaus nicht überall bei den Jurabildungen die Möglichkeit einer gleich scharfen Abgrenzung der Provinzen erwarten dürfen. Allein wir finden noch eine zweite, für den speciellen Fall weit wichtigere Erscheinung, dass nämlich die Faunen der verschiedenen Provinzen in einander eingreifen, ja dass weit vorgeschobene Vorposten, isolirte Colonien aus der einen Region in der anderen erscheinen, und sich unter Umständen bis ins Herz dieser erstrecken. Ich will hier nur daran erinnern, das mitten in der lusitanischen Provinz die Bucht von Vigo an der spanischen Küste eine celtische Fauna zeigt, die man weit eher an der englischen Küste als hier erwarten würde; von 200 Arten, die von Mac Andrew aufgefischt worden sind, treten nicht weniger als 175 in den englischen Gewässern auf, und die lusitanischen Charakterformen sind nur sehr spärlich vertreten. Diese Thatsache zeigt, dass Erscheinungen, wie diejenigen des an Phylloceraten verhältnissmässig armen Jura in Syrien, auch in den jetzigen Meeren vorkommen, dass demnach eine derartige isolirte Abweichung keinen hinreichenden Grund abgeben kann, um die Folgerungen umzustürzen, zu welchen die grosse Mehrzahl der Beobachtungen führt.

Der Jura in der Krim, im Kaukasus, in Dagestan und Armenien ist entschieden alpin; die Arbeiten von Rousseau,² d'Orbigny,³ Baily,⁴ Abich⁵ und E. Favre⁶ geben darüber so deutliche und allgemein bekannte Belege, dass es überflüssig ist, dieselben zu discutiren. Die Daten über Vorkommnisse in Persien sind zu unvollständig, um ein Urtheil zu gestatten; neben ausgedehnten Vorkommnissen von Liaskohle scheint die marine Entwicklung stark in den Hintergrund zu treten, und die wenigen Funde gestatten kein Urtheil über ihren Charakter.

Auf der Ostseite des caspischen Meeres treten uns zunächst die Vorkommnisse der Berge Aktau und Karatau auf der Halbinsel Mangischlak entgegen, über welche wir Daten von Eichwald⁷ und Helmersen⁸ besitzen. Der letztere verfügte offenbar über sehr geringes Material, aus welchem er zwei Ammoniten der unteren Kreide bestimmt, nämlich *Ammonites Deshayesi* und *consobrinus*, die wohl kaum als entscheidend betrachtet werden können. Reichere Sammlungen haben Eichwald zu Gebote gestanden, doch ist deren Bearbeitung eine derartige, dass die Benützung der Resultate auf grosse Schwierigkeiten stösst; als jurassische Formen werden zwei Ammoniten citirt, *Amm. bplex* und *Parkinsoni*; der erstere Name ist auf ein Wohnkammerfragment einer grossen Schale angewendet, die in der That aller Wahrscheinlichkeit nach einem Perisphincten aus der Gruppe des *P. plicatilis* Sow. angehört; der zweite Name bezieht sich auf ein Fragment, das allerdings einem mitteljurassischen *Cosmoceras*, aber ebenso gut einem cretacischen Hopliten angehören kann. Unter den ziemlich zahlreichen Bivalven scheinen einige jurassischen Habitus zu zeigen; in einer Bank liegt *Aucella Pallasi*.

¹ E. Forbes, Loco citato, p. 108.

² In Demidoff, Voyage en Asie Mineure et en Crimée. 1842.

³ Paléontologie du voyage de M. Hommaire d'Hell en Crimée 1845; in Hommaire, Les steppes de la Crimée, du Caucase et de la mer Caspienne. Vol. III.

⁴ Quarterly Journal of the Geological society. Vol. 14. 1858. p. 133.

⁵ Vergleichende Grundzüge der Geologie des Kaukasus, wie der armenischen und nordpersischen Gebirge; Mémoires de l'Académie de Pétersbourg. 1859, Vol. IX. Mémoire sur la structure du Daghestan. Ebenda 1862 und an mehreren anderen Orten.

⁶ Recherches géologiques dans la partie centrale de la chaîne du Caucase. Genève 1874. Études stratigraphique de la partie Süd-Ouest de la Crimée. Genève 1877.

⁷ Geologisch-paläontologische Bemerkungen über die Halbinsel Mangischlak und über die aleutischen Inseln. Petersburg 1871.

⁸ Über die Berge Aktau und Karatau auf der Halbinsel Mangischlak am Ostufer des kaspischen Meeres. Mélanges phys. et chém., tirés du bulletin de l'Académie de St. Pétersbourg. Vol. VIII, 1870.

sonst fehlt jede Andeutung borealer Typen, ebenso wie die *Phylloceraten* und *Lytoceraten*. Aus Kreideschichten wird *Ammonites consobrinus* citirt; *Ammonites Beudanti* ist sicher unrichtig identificirt, da das Exemplar nach Angabe von Eichwald schneidenden Rücken hat; über *Ammonites interruptus* sind die Angaben unzureichend; *Amm. Leopoldinus* scheint nach einem ungenügenden Fragment bestimmt, und dasselbe gilt von *Crioceras Astierianum* und *Toxoceras Royerianum*.¹ Unter den zahlreichen übrigen Mollusken sind für uns nur noch Steinkerne von *Requienia*(?) von Bedeutung. Es ist sehr schwer, aus so unvollständigen Materialien einen Schluss abzuleiten; das Vorkommen von *Aucella Pallasi* ohne irgend welche andere boreale Typen kann keinesfalls als ausschlaggebend betrachtet werden; *Ammonites Deshayesi* hat grosse Verbreitung, findet sich aber vorwiegend in Mitteleuropa; auch *Ammonites interruptus* kann eine ähnliche Bedeutung haben; was der sowohl von Helmersen als von Eichwald citirte *Amm. consobrinus* vorstellt, ist kaum zu errathen; *Amm. consobrinus* Orb. scheint eine fictive Species, deren Zeichnung auf unrichtiger Restauration eines zerquetschten Exemplares von *Acanthoceras angulicostatum* beruht. Jedenfalls enthalten die Listen keinen Cephalopoden, der mit Bestimmtheit borealen oder alpinen Charakter trüge; kein *Cardioceras*, kein *Phylloceras* oder *Lytoceras* ist vorhanden, und so wenig wir die einzelnen Arten entziffern können, so verweist doch eine genaue Betrachtung auf mitteleuropäische Entwicklung. Die Requienien würden allerdings eher für alpinen Typus sprechen, da aber Rudisten und den Rudisten ähnliche Chamaceen vielfach auch in die mitteleuropäische Region hineinreichen, so sind sie nicht unbedingt bestimmend; wir dürfen die Vorkommnisse von Mangischlak als wahrscheinlich dem mitteleuropäischen Typus entsprechend betrachten, mit einzelnen Beimengungen borealer (*Aucella*) und alpiner (*Requienia*) Typen.

Noch weit unsicherer sind andere Angaben über die Gegend zwischen Caspi- und Aralsee; vom Nordrand des Usturt citirt Helmersen eine dem *Ammonites incertus* verwandte Form und vom Westufer des Aral „jurassische Fossilien,“ doch ist daraus weiter nichts zu folgern.² Aus der Gegend von Krasnovodsk in Turkestan citirt Tietze Kalke, die vermuthlich dem Jura angehören, aber keine Versteinerungen geliefert haben.³ Dagegen hat der Maler Vereschagin aus der Gegend von Merw im südlichen Turkestan zwei Ammonitenfragmente mitgebracht, welche auf das Vorkommen von Aptienschichten in alpiner Entwicklung hinweisen.⁴

Der Rest von Turkestan, ferner Afganistan und Beludjistan haben bis jetzt keine Ablagerungen geliefert, die in den Bereich unserer Betrachtung fielen; auch aus dem ganzen Bereiche von China (mit Ausschluss von Tibet) ist weder Jura noch untere Kreide in mariner Entwicklung bekannt.

Sehr vollständige Daten erhalten wir erst wieder, wenn wir uns nach Indien und Tibet wenden; hier haben wir zunächst eine grosse Zahl von oberjurassischen, vermuthlich auch neocomen Formen in Tibet und den anderen nördlich von der ersten krystallinischen Zone des Himalaja gelegenen Gegenden, über welche wir durch die Untersuchungen von Strachey⁵ und namentlich durch die prachtvolle Monographie von Opper⁶ genaue Kunde erhalten haben; die vor allem aus Ammoniten bestehende Fauna hat ein durchaus eigenartiges Gepräge; mit den verhältnissmässig so nahen Ablagerungen der Salt Range im nordwestlichen Pendjab oder von Cachh ist sehr wenig Ähnlichkeit vorhanden und nur fünf Arten haben die „Spiti Shales“ mit den südlicheren Bildungen gemein; die Gattung *Phylloceras* fehlt ganz, *Lytoceras* ist unter dem reichen von Opper bearbeiteten Material nur durch ein einziges Fragment vertreten. Jede nähere Parallele stösst auf grosse Schwierigkeiten; *Olcostephanus Cautleyi*, *Stanleyi* und *Groteanus* erinnern an Formen des alpinen Obertithon und Unterneocom; *Olcostephanus Schenki* schliesst sich einerseits an *Olc. Atherstoni* aus Südafrika, aber auch an Formen aus Sibirien (*Olc. diptychus* Keys. und *polyptychus* Keys.) an; andere Arten stehen, wie Opper gezeigt hat, mitteleuropäischen nahe, ohne aber mit ihnen übereinzustimmen; besonders auffallend aber treten,

¹ Ausserdem noch einige Gaultammoniten.

² Loco citato.

³ Jahrbuch der geolog. Reichsanst. 1877, p. 4.

⁴ Verhandlungen der geolog. Reichsanstalt 1881, p. 325.

⁵ Palaeontology of Niti 1862. (Nicht im Buchhandel.)

⁶ Paläontologische Mittheilungen aus dem Museum des bayr. Staates. München 1863 und 1865.

wie schon früher von Waagen,¹ Milaschiewitsch² und von mir selbst³ hervorgehoben worden ist, Beziehungen zum borealen Moskauer Jura hervor; *Perisphinctes Sabineanus* Opp. und *frequens* Opp. haben nahe Verwandte in Russland, mehrere Arten von *Cosmoceras* und vor allem das häufige Auftreten der Gattung *Aucella* weisen auf diese merkwürdigen Beziehungen hin. Wollen wir uns von diesen interessanten Thatsachen genügende Rechenschaft geben, so weisen uns zunächst die wenigen mit Cachh direct identischen Arten darauf hin, dass wie Waagen zuerst gezeigt hat, eine beschränkte Verbindung nach Süden gegen die Salt Range hin vorhanden war; abgesehen davon aber muss nach dem total divergenten Charakter der Gesammtfauna hier eine Festlandsscheide existirt haben. Dagegen weisen die Beziehungen zu dem weit entfernten borealen Jura auf eine weit offene Communication nach Nord-Westen hin, die man zwar in den wenig erforschten Regionen Centralasiens noch nicht sicher verfolgen kann, die aber zwischen dem Pamir im Westen und dem uralten chinesischen Festlande im Osten sich befunden haben muss. Wir müssen das tibetanische Jurabecken als einen weit nach Süden vorgeschobenen Ausläufer des Nordmeeres betrachten, der in Folge seiner weiten räumlichen Entfernung, und seiner südlichen Lage eine sehr selbstständige Entwicklung der Fauna besitzt, aber doch in den Grundzügen der Zusammensetzung dieser nach der borealen Provinz verweist; die Communication von Tibet nach Süden, scheint sich erst in sehr später Zeit geöffnet zu haben, da die beiden Gegenden gemeinsamen Arten in Cachh alle in den obersten Schichten liegen; wir hätten daher in der Zusammensetzung der Fauna des tibetanischen Jura das Ergebniss einer älteren, lange dauernden und weit offenen Communication nach Norden und einer später eintretenden sehr beschränkten Verbindung nach Süden.

War in den Spiti Shales die Fremdartigkeit des ganzen Typus den gewohnten jurassischen Vorkommnissen gegenüber auffallend, so erstaunen wir im Gegentheil bei der Betrachtung der Vorkommnisse aus Cachh über die merkwürdige Übereinstimmung der Formen und ihrer geologischen Vertheilung mit unseren europäischen Typen, denen gegenüber nur der grosse Formenreichthum und die bedeutende verticale Verbreitung der Macrocephalen in Indien eine erhebliche Abweichung darstellt. Wir haben jetzt über den Jura von Cachh, dessen Hauptfundorte gerade unter dem Wendekreise des Krebses liegen, die ausgezeichnete Monographie von W. Waagen, durch welche wir die Cephalopoden dieser Region besser kennen, als die vieler europäischer Juradistricte.

Waagen hat bei seiner Darstellung auch die Beziehungen des Jura von Cachh in geographischer Beziehung eingehend besprochen; er hebt die vollständige Verschiedenheit von den tibetanischen Vorkommnissen hervor und betont, dass die Beziehungen zu Europa weit enger seien; trotzdem sieht er namentlich in dem Dominiren der Macrocephalen, sowie in der Combination solcher Charaktere, die bei uns auf alpine und mitteleuropäische Entwicklung vertheilt sind, hinreichende Ursachen, um eine besondere „indische Provinz“ für die Vorkommnisse von Cachh anzunehmen. Ich stimme der Ansicht vollständig bei, dass eine solche Abtrennung nöthig sei; dagegen glaube ich doch, dass bei einem Vergleiche mit den europäischen Bildungen die alpine Entwicklung weit mehr Verwandtschaft mit derjenigen von Cachh zeigt, als die mitteleuropäische; in dem häufigen Vorkommen von *Phylloceras* und dem Auftreten von *Lytoceras*, in dem Fehlen der Trimarginaten und Polyploken und der grossen Seltenheit der Tenuilobaten und der Gattung *Cardioceras* treten ebenso viele Anklänge an die alpinen Bildungen hervor. Dem tritt allerdings die beim ersten Anblicke sehr auffallende Thatsache entgegen, dass Cachh weit mehr mitteleuropäische, als alpine Arten aufzuweisen hat; bei näherer Betrachtung verliert aber dieser Umstand sehr an Gewicht, weil einerseits die Zahl der Ammoniten, die man aus den alpinen Gegenden kennt, viel geringer ist, als die der mitteleuropäischen, und noch weit mehr, weil gerade für die reichsten Faunen Indiens, die der Kelloway- und Oxfordstufe, zur Zeit aus den Alpen nur sehr wenig gleichzeitige Äquivalente bekannt sind, so dass diese Abweichung lediglich dem Umstande zuzuschreiben ist, dass die alpinen Faunen noch zu wenig Vergleichsmaterial geliefert haben. Eine starke Vertretung solcher

¹ Palaeontologia Indian, Jurassic Fauna of Cachh, Cephalopoda.

² Milaschiewitsch, Études paléontologiques. 2. Sur les couches à *Am. macrocephalus* en Russie. Bull. soc. nat. Moscou. 1879. Vol. II.

³ Die Ornatenthone von Tschulkowo. Benecke's Geogn.-pal. Beitr. Vol. II.

Gruppen, deren Fehlen als charakteristisch für die Alpen bezeichnet werden kann, findet in Cachh nicht statt. Unter diesen Umständen darf wohl der Jura von Cachh, wenn auch einer anderen Provinz angehörig, doch als dem alpinen Typus entsprechend bezeichnet werden, und vermuthlich ist dasselbe bezüglich der noch sehr wenig bekannten Vorkommnisse an der Süd-Ostküste von Indien, im Godavery-Districte der Fall.

Über Jura und Neocom in der Salt Range im Pendjab fehlen uns noch bestimmte Anhaltspunkte; wir werden dieselben erhalten, wenn das grosse Werk von Waagen über die fossile Fauna jener Gegend erschienen sein wird. Ich habe vor vielen Jahren einmal einige mesozoische Fossilien von dort flüchtig gesehen, und es ist mir der unbestimmte Eindruck geblieben, dass sie mitteleuropäischen Charakter tragen; ich bin jedoch meiner Sache durchaus nicht sicher, und es wäre auch möglich, dass dieselben alpin entwickelt sind. Es ist das eine Detailfrage von grossem Interesse, die aber für die principielle Entscheidung der hier in Rede stehenden Probleme von untergeordneter Bedeutung ist; es ist für die Beurtheilung des Klimas der damaligen Zeit ziemlich gleichgiltig, ob ein Vorposten der ausseralpinen Fauna sich längs der von Nord-West nach Süd-Ost verlaufenden Küste bis zum 33° nördl. Br. herabzog, oder ob die Formen von alpinem Habitus noch bis dahin reichten. Auf der diesem Aufsätze beigegebenen Karte ist die Salt Range bis auf Weiteres der ersten Annahme entsprechend bezeichnet.

Da ich, wie schon erwähnt, nicht näher auf die Darstellung der einzelnen Vorkommnisse des typisch borealen Jura eingehe, so bleibt auf asiatischem Boden nur noch zwei marine Vorkommen sehr zweifelhafter Natur zu nennen, die mit einiger Wahrscheinlichkeit hieher gezogen werden können; Hinterindien und der Sunda-Archipel haben weder Jura noch Neocom geliefert, die riesigen Länderstrecken China's scheinen damals Binnenland gewesen zu sein, das nur jurassische Kohlenablagerungen geliefert hat; nur aus Japan wird ein Ammonit citirt, welcher der Darstellung nach in die Gruppe der *Olcostephanus bidichotomus* gehören dürfte und daher auf boreale oder mitteleuropäische Entwicklung deuten würde; da es aber noch nicht einmal sicher ist, ob man es nicht mit einem aus Europa importirten Exemplar zu thun hat, so ist wohl wenig Werth auf dieses Vorkommen zu legen.¹ Die Angaben über Jura-Ablagerungen auf den Liu-Kiu-Inseln sind noch durchaus fragmentarisch und unsicher.

Ehe wir von Ostasien aus uns weiter zu den Antipoden begeben, mag hier noch angeführt werden, was über die Vorkommnisse in Afrika bekannt geworden ist. Hier sind ausgedehnte und sehr fossilreiche Jura- und Neocom-Ablagerungen in Algerien gefunden worden, von denen es allgemein bekannt ist, dass sie dem alpinen Typus angehören. Sonst beschränkt sich das Vorkommen von hierher gehörigen Schichten in Afrika, auf ein Minimum, das Innere hat bisher noch keine Spur geliefert; ein Jura-Ammonit soll auf Fernando Po gefunden worden sein, aus Abyssinien werden die sogenannten Antalokalke hierher gestellt, welche Bivalven, einzelne Gastropoden und Echinodermen von jurassischem Typus enthalten;² nur zwei Küstenpunkte, beide der Westseite angehörig, sind ausserdem hier zu nennen; der eine ist Mombassa, ungefähr unter 4° südl. Breite gelegen, von wo Beyrich eine Anzahl von Ammoniten anführt,³ welche grossentheils mit solchen der Catrol-Schichten im Jura von Cachh, theilweise auch mit solchen der alpinen *Acanthicus*-Schichten übereinstimmen; *Phylloceras* und *Lytoceras* sind unter der ziemlich kleinen Artenzahl repräsentirt und der ganze Typus schliesst sich an jenen der alpinen Bildungen an.

Ein zweites Vorkommen von nicht geringerem Interesse liefert die Cap-Colonie; hier liegen ungefähr unter 34° südl. Br. in der Nähe von Port Elizabeth am Zondag- und Zwartkopflusse die Schichten der sogenannten Uitenhaage-Formation, über deren Zugehörigkeit zum obersten Jura oder zur untersten Kreide noch nicht mit absoluter Sicherheit entschieden werden kann, wenn auch die letztere Ansicht für jetzt sehr

¹ Vergl. Brauns, vorläufige Notiz über das Vorkommen der Juraformation in Japan. Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens. Yokohama 1880. Naumann, Über das Vorkommen der Kreideformation auf der Insel Jezo. Ebenda. Vergl. ferner das Referat über beide Aufsätze im Neuen Jahrbuch für Mineralogie 1881. II. p. 80.

² Blanford, Geology and zoology of Abyssinia, p. 176.

³ Beyrich, Über jurassische Ammoniten von Mombassa. Monatsberichte der Berliner Akad. 1877, p. 96. Über Hildebrandt's Sammlungen von Mombassa. Ebenda 1878, p. 767.

viel wahrscheinlicher ist. Diese Ablagerungen, die schon eine sehr bedeutende Literatur hervorgerufen haben,¹ besitzen eine ausserordentlich eigenthümliche Fauna, aus welcher noch keine Art in verlässlicher Weise mit europäischen Formen identificirt werden konnte, während einzelne Zweischaler in Südindien wiederkehren sollen. Unter den zahlreichen Formen sind für uns nur die Ammoniten von Bedeutung, die zwar nur in geringer Anzahl vorhanden, aber überaus charakteristisch sind; es sind zwei *Olcostephanus*-Arten, welche mit Typen aus den norddeutschen Hils, aus den Ablagerungen an der Petschora in Sibirien, und den tibetanischen Spiti-shales Verwandtschaft zeigen; ferner ein *Crioceras*, das mit einer Art aus dem nord-deutschen Hils sehr nahe verwandt, mit einer allerdings noch unvollständig bekannten Form aus dem Hils von Helgoland vielleicht identisch ist. Die bezeichnenden Gattungen der alpinen Entwicklung fehlen vollständig und die alpine Provinz hat überhaupt keine Art, die mit einer der Uitenhaageformation nahe verwandt wäre.

Aus Madagascar hat Grandidier einige Jurafossilien mitgebracht, welche von P. Fischer bestimmt wurden. Neben einigen Bivalven, Gastropoden und Korallen werden auch drei Ammoniten angeführt, ein *Phylloceras* cf. *heterophyllum*, *Lytoceras* cf. *fimbriatum* und *Cosmoceras* cf. *Parkinsoni*; ist auch die Zahl dieser Arten noch sehr gering, so tritt doch aus den wenigen Daten der alpine Charakter der Fauna aufs klarste hervor.²

Wir wenden uns den australischen Regionen zu; in Neu-Holland treten an mehreren Punkten Jura-Ablagerungen mit Pflanzenresten, seltener solche mit marinen Versteinerungen auf; unter den letzteren Vorkommnissen haben jene aus Queensland nichts geliefert, was für die vorliegende Frage von Interesse wäre, dagegen hat Moore aus West-Australien, also jedenfalls südlich vom 30° südl. Br., eine grössere Fauna untersucht; zwar stimmen die Abbildungen wenig zu den von ihm vorgenommenen Identificationen mit europäischen Arten, jedenfalls aber ergeben die Namen und Zeichnungen der Ammoniten, dass sich weder ein *Phylloceras* noch ein *Lytoceras* findet;³ er nennt:

Harpoceras Aalense.

„ *radians*.

„ *Walcotti* (= *bifrons*).

Stephanoceras macrocephalum.

„ *Brocchii*.

Das geologische Museum der Wiener Universität enthält ebenfalls einige Fossilien von dort, unter welchen sich zwei vermuthlich neue Arten der Gattung *Perisphinctes* befinden. Wir haben also auch hier bei dieser zweiten südlich gelegenen Localität, wie bei der Uitenhaageformation keine Analogie mit alpinen, wohl aber mit ausseralpinen Verhältnissen.

Sehr grosse Verbreitung finden Jura- und Neocom-Ablagerungen in den Anden Südamerika's; schon an der äussersten Südspitze, im Feuerland, sind sie vorhanden, doch ist das, was wir in dieser Richtung wissen, nicht geeignet für Schlüsse über die hier vorliegende Frage. Um so umfassender sind unsere Kenntnisse über die Vorkommnisse in den chilenischen und argentinischen, weniger in den bolivischen und peruanischen Anden; eine ausgedehnte Literatur liegt über diesen Gegenstand vor, über welche uns die in letzter Zeit erschienenen Arbeiten von Gottsche und Steinmann einen Überblick gewähren. Die Fundorte sind vom 5. bis zum 45. Grad südl. Br. zerstreut; unter ihnen haben die südlich von 20° südl. Br. gelegenen Localitäten eine sehr reiche Fauna geliefert, welche in ihrem Charakter in wahrhaft erstaunlicher Weise mit dem mitteleuropäischen Typus übereinstimmt; neben einer sehr grossen Menge von Ammoniten aus den Gattungen *Perisphinctes*, *Stephanoceras*, *Reineckia*, *Aspidoceras*, *Harpoceras*, treten *Phylloceras* und *Lytoceras* in je zwei Arten und in sehr geringer Individuenzahl auf.

¹ Holub und Neumayr, Über einige Fossilien aus der Uitenhaage-Formation in Südafrika. Denkschr. der Wiener Akademie 1881, Bd. 44. Vergl. dort die Angabe, über frühere Arbeiten von Krauss, Sharpe, Tate, Stow, Rubidge u. A.

² Comptes rendus de l'académie Paris. 1876. Vol. 66, p. 111.

³ Quarterly Journal geol. soc. London. Mai 1870, p. 226.

⁴ Gottsche, Über jurassische Versteinerungen aus der argentinischen Cordillere. Palaeontographica Suppl. III. 1878. Steinmann, Zur Kenntnis der Jura- und Kreideformation von Carocoles (Bolivien). Neues Jahrbuch. Suppl. 1881. Steinmann, Über Tithon und Kreide in den peruanischen Anden. Neues Jahrbuch 1881, Bd. II.

Weniger bestimmt sind die Daten über die weiter nördlich zwischen 20° und 5° südl. Br. in Peru befindlichen Punkte; nur wenige Arten sind gefunden und unter denselben nur vier Ammoniten; von diesen ist keiner sicher zu den Gattungen *Phylloceras* und *Lytoceras* gehörig; allein einer der citirten Namen (*Am. Losombi*), obwohl für einen *Amaltheus* gegeben, wird häufiger auf Phylloceraten angewendet; von den anderen Arten ist eine (*Perisphinctes senex*) bis jetzt nur aus dem alpinen Jura bekannt, und eine andere gehört zu einer Gruppe, die im alpinen Lias sehr häufig vorkommt, weit sparsamer im ausseralpinen Gebiet (*Arietites ceras* Gieb.). Rechnet man dazu, dass der Habitus dieser peruanischen Fundorte sich erheblich von jenem der chilenischen, bolivianischen und argentinischen entfernt, so liegt die Vermuthung nahe, dass jene dem alpinen Typus angehören, oder eine Verbindung dieses letzteren mit der weiter südlich herrschenden Entwicklung zeigen; für eine sichere Entscheidung sind die positiven Anhaltspunkte unzureichend und es muss ein definitives Urtheil verschoben werden, bis wir vollständigere Daten in Händen haben.

Anders verhält es sich weiter im Norden, wo uns die seit den Untersuchungen von Humboldt, Buch,¹ d'Orbigny,² Forbes³ und Karsten⁴ classisch gewordenen Ablagerungen der unteren Kreide in Columbien entgegneten; ich brauche bei diesem Gegenstande nicht zu verweilen, da derselbe vor kurzem von Uhlig⁵ besprochen worden ist, der die grosse, schon früher betonte Verwandtschaft dieser Vorkommnisse mit dem alpinen Barrémien in Südfrankreich und mit dem Wernsdorfer Schiefer der Karpaten ausdrücklich hervorgehoben hat; wie es scheint, setzen diese Bildungen noch auf die westindische Insel Trinidad fort.

Aus Centralamerika ist wenig bekannt; Dollfuss und Montserrat erwähnen Jura aus Guatemala und citiren unter den Fossilien zwei Ammoniten, von welchen der eine zur Gattung *Phylloceras* gehört, was auf alpine Verhältnisse zu schliessen gestattet.⁶

Was wir von den uns beschäftigenden Ablagerungen aus Nordamerika wissen, ist ziemlich dürftig; marine Ablagerungen des Jura und der unteren Kreide sind auf den Westen und auf die Polarregionen beschränkt; aus dem westlichen Theile der Vereinigten Staaten kennen wir Jura in ziemlich bedeutender Ausdehnung; leider ist jedoch die Fauna an den meisten Orten sehr ärmlich und von den wenigen Arten sind nur ganz einzelne, auf welche man eine Folgerung zu stützen im Stande ist. Aus Californien hat Gabb zwei Ammoniten beschrieben,⁷ von denen der eine *Amm. Nevadanus* ein typischer *Arietites* ist, während über den anderen, *Amm. Colfaxi*, ein sicheres Urtheil kaum möglich ist; es könnte ein *Perisphinctes* sein, aber ebenso gut auch zu *Coeloceras* oder einer anderen Gattung gehören; jedenfalls nähern sie sich am meisten dem mitteleuropäischen Typus; ausserdem wird eine *Aucella* beschrieben, die auf boreale Beziehungen deutet. Vielleicht gehört auch die von Gabb als triadisch beschriebene *Rhynchonella aequiplicata* hierher, welche in ihrem Habitus auffallend an Typen des mitteleuropäischen und alpinen Jura, wie *Terebratula fimbria* und *Renierii* erinnert.

Die californische Kreide liefert auch einige Anhaltspunkte, doch ist die Verwerthung derselben eine schwierige, da untere und obere Kreide nur unvollkommen geschieden sind; die meisten cretacischen Ammoniten aus Californien gehören offenbar in die obere Hälfte der Formation, aber unter den Arten der sogenannten Shasta-Gruppe sind doch einige, welche sich eng an europäische Neocomtypen anschliessen. Unter den von Meek abgebildeten Vorkommnissen⁹ schliesst sich *Belemnites impressus* Meek sehr nahe an die Gruppe des *Bel. subquadratus* Rö. an, namentlich an gewisse, noch unbeschriebene Zwischenformen zwischen diesem letzteren und *Bel. Brunsvicensis* Stromb., welche in den Hilsbildungen Norddeutschlands vorkommen;

¹ Petrifications recueillies en Amérique par Humboldt et Degenhardt. Berlin 1839.

² Voyage dans l'Amérique meridionale. Paris 1842.

³ Quarterly journal of the geol. society. Vol. I.

⁴ Die geognostischen Verhältnisse Neu-Granada's. Verhandlungen der Versammlung deutscher Naturforscher in Wien 1856.

⁵ Die Cephalopoden der Wernsdorfer Schiefer. Denkschr. der Wiener Akademie, Bd. XLV.

⁶ Dollfuss et Montserrat, Voyage géologique dans les Républiques de Guatemala et San Salvador. Paris 1868.

⁷ American journal of Conchology. Vol. V.

⁸ In Whitney, Palaeontology of California. Vol. I.

⁹ In Whitney, Palaeontology of California. Vol. I und II.

Ammonites Traski Meek, scheint ein *Olcostephanus* zu sein; *Crioceras percostatum* Meek zeigt ausserordentliche Ähnlichkeit mit *Crioceras Bowerbanki* Sow. aus den Upper Greensand Englands und von Aahaus, während *Crioceras latum* und *Ancyloceras percostatum* mit alpinen so gut wie mit mitteleuropäischen Typen verglichen werden können. *Lytoceras Batesi* repräsentirt einen alpinen Typus. Die verschiedenen *Haploceras* und einige andere, die an alpine Typen erinnern, scheinen der oberen Kreide anzugehören, wenn wir auch darüber noch nicht mit voller Sicherheit urtheilen können. Jedenfalls aber, wenn wir Jura- und Neocomfauna von Californien zusammenfassen, so sehen wir, trotz einzelner alpiner und borealer Beimengungen, doch einen Typus vorwalten, der in der mitteleuropäischen Entwicklung am meisten Analogien findet.

Ein anderes Bild zeigt uns der von Meek und Hayden entdeckte Jura in den Black Hills von Dakota, über welche eine neue Monographie von Newton und Jenney vorliegt;¹ neben mehreren wenig charakteristischen Muscheln haben sich dort einige Cephalopoden gefunden; unter diesen steht *Belemnites densus* Meek and Hayd. den russischen Formen aus der Gruppe des *Bel. excentricus* sehr nahe und dürfte nach den Abbildungen kaum als selbstständige Art zu betrachten sein; die als *Ammonites cordiformis* Meek and Hayd. zusammengefassten Formen gehören zu der Gattung *Cardioceras* und stehen hier namentlich russischen Typen sehr nahe, wie denn das Dominiren von *Cardioceras* schon an sich auf boreale Verhältnisse hinweist. Offenbar gehören diese Vorkommnisse in den Bereich der arktischen Entwicklung und zeigen uns die südlichen Ausläufer des Nordmeeres.

Weiter im Norden sind Jurafossilien von der amerikanischen Westküste von der Königin Charlotte-Insel unter 53° nördl. Br. bekannt geworden, und wir erhalten nähere Daten über dieses Vorkommen durch einen interessanten Aufsatz von Whiteaves.² Von borealen Typen ist eine mit *Aucella mosquensis* nahe verwandte oder identische Form und ein Belemnit aus der Gruppe des *Bel. excentricus* zu nennen; unter den Ammoniten ist *Pherisphinctes Skidegatensis* mit Typen des russischen Jura und des französischen Kimmeridgien am nächsten verwandt, drei *Stephanoceras*-Arten stehen mitteleuropäischen oder alpinen Formen nahe, doch treten einzelne verwandte Typen auch boreal auf; dazu gesellt sich in *Lytoceras crenocostatum* ein Ammonit, aus einer Gattung, die vorwaltend alpin, sporadisch in Mitteleuropa auftritt.

Die weiter nach Norden gelegenen Vorkommnisse sind, soweit aus der Literatur geurtheilt werden kann, entschieden boreal; in eine Aufzählung derselben gehe ich aus früher erwähnten Gründen nicht ein.

VIII. Die Cephalopodenfauna der oberen Kreide und die Rudistenfacies.

Ich habe mich bisher immer auf die Betrachtung des Jura und der unteren Kreide beschränkt, die obercretacischen Bildungen dagegen ganz ausser Acht gelassen, obwohl gerade diese letzteren es waren, welche Ferdinand Römer zuerst Veranlassung gaben von klimatischen Zonen innerhalb der mesozoischen Zeit zu sprechen. Der Grund dafür liegt hauptsächlich darin, dass unsere Kenntnisse in dieser Richtung noch nicht weit genug gediehen sind, um über die Gesammtheit oder selbst über die grosse Mehrzahl der Bildungen dieses Alters mit Sicherheit zu urtheilen. Gerade die an Ammoniten reichen Ablagerungen, welche bisher vor allem leitend waren, bieten hier Schwierigkeiten. Um einen grossen Theil des Randes des heutigen indopacifischen Beckens finden wir obercretacische Ammonitenschichten, welche in ihrem Charakter sehr viele gemeinsame Züge aufweisen. Aus Südafrika sind sie durch Baily³ und Griesbach⁴ bekannt geworden; aus dem südlichen Indien hat sie zuerst Forbes⁵ geschildert und später hat Stoliczka⁶ seine grossartige

¹ Report on the geology and resources of the Black Hills of Dakota. Washington 1880.

² Whiteaves, Mesozoic Fossils. Vol. I. part. I. On some Invertebrates from the Coal-bearing rocks of Queen Charlotte-Island. Geol. survey of Canada. Montreal 1876. Vergl. auch das Referat im Neuen Jahrbuch 1881, Vol. II, p. 709.

³ Baily, Description of some cretaceous fossils from South-Africa. Quart. Journ. geol. soc. 1855.

⁴ Griesbach, On the Geology of Natal in South-Africa. Quart. Journ. geol. soc. 1871.

⁵ Forbes, On fossil Invertebrata from Southern India. Transactions of the geological society. London, Vol. VII.

⁶ Stoliczka, Palaeontologia Indica. Vol. I.

Monographie dieser Vorkommnisse veröffentlicht. Aus Japan hat Naumann¹ die Repräsentanten dieser Fauna nachgewiesen, während Fr. Schmidt dieselben auf Sachalin² gefunden hat. Ob sich die nämlichen Typen auch auf den Aleuten³ wieder finden, wage ich nach den sehr unvollkommenen Abbildungen nicht zu entscheiden, dagegen kann über deren Vorkommen auf Charlotte- und Vancouver-Insel an der Westküste von Nordamerika nach den Untersuchungen von Whiteaves kein Zweifel sein;⁴ das südlichste Gebiet an der Ostküste des stillen Oceans, von dem wir diese Cephalopodenfauna kennen, stellt Californien⁵ dar. Die Ammoniten all dieser Localitäten haben sehr viele Verwandtschaft mit einander, sie führen eine beträchtliche Zahl gemeinsamer Arten, und haben viel mehr Ähnlichkeit unter einander, als mit den Vorkommnissen Europas, wenn auch mannigfache Vergleichspunkte, namentlich mit Schlüters Emscher Mergela nicht fehlen.⁶

Diese Thatsachen, welche für die Geschichte des pacifischen Beckens von grösster Bedeutung sind, lassen vorläufig noch keine Gliederung der obercretacischen Cephalopodenfauna nach klimatischen Zonen erkennen; die Vorkommnisse, welche zwischen 27° südl. Breite und 54° nördl. Breite liegen, zeigen vorläufig noch keinen durchgreifenden Unterschied, oder man kann einen solchen wenigstens nicht mit voller Sicherheit nachweisen. Ich bin weit davon entfernt, zu glauben, dass wir darin einen Beweis für das Herrschen anderer Gesetze der zoogeographischen Verbreitung während der oberen Kreide vor uns haben, als sie vorher und nachher maassgebend sind, oder dass die Zusammensetzung der Fauna damals von äquatorialer oder polarer Lage unabhängig war. Im Gegentheil scheint es, dass die Formen aus der Gruppe des *Olcostephanus Bawani* auf die südindischen Gegenden beschränkt seien, und dasselbe dürfte für die Gattung *Stoliczkaia* gelten; allein wenn wir darin auch eine erste Andeutung klimatischer Unterschiede sehen, so kennen wir doch heute noch die Verhältnisse viel zu wenig, um sicher bestimmen zu können, in welchen Abtheilungen die Temperaturunterschiede selbst für unsere rohen Hilfsmittel gut erkennbar zum Ausdruck kommen. Von dem Unternehmen, lediglich aus der Literatur die nöthigen Daten abzuleiten, sah ich mich bald veranlasst Abstand zu nehmen, wegen der grossen Unsicherheit, welche jedem Versuche, die näheren Verwandtschaftsverhältnisse der Formen lediglich nach den Abbildungen festzustellen, anklebt; ein Specialist auf dem Gebiete der obercretacischen Cephalopodenfauna, würde hier vermuthlich weit eher zu einem Resultate kommen.

Anders verhält es sich mit einer bestimmten Faciesentwicklung der oberen Kreide, mit den Rudistenkalken; kommen auch Rudisten in den Kreidebildungen Böhmens und Mittelfrankreichs nicht eben selten, und in jenen Norddeutschlands und Englands wenigstens in einzelnen Exemplaren vor, so ist doch deren reiche und volle Entwicklung in Europa ganz auf die alpine Provinz beschränkt; allerdings stimmen die Grenzen dieser letzteren, wie wir sie für Jura und Neocom festgestellt haben, nicht vollständig mit der Nordgrenze der typischen Hippuritenkalke überein; als eine nicht ganz unbedeutende Abweichung tritt uns die Armuth an Rudisten in den oberungarisch-galizischen Karpaten entgegen, obwohl manche Gesteine, z. B. der sogenannte Chocsdolomit, die wesentlichen Bedingungen ihres Vorkommens zu bieten scheinen. Erst etwas weiter südlich, im Bakonyer-Wald, in Siebenbürgen u. s. w. sind wieder die Rudisten sehr verbreitet, und es hat also den Anschein, als ob hier die Grenze zwischen der Entwicklung der äquatorialen und der temperirten Region sich im Verlaufe der Zeit etwas nach Süden verschoben hätte.

Im Ganzen genommen, sind das aber nur wenig wesentliche Abweichungen; die Thatsachen bezüglich der Verbreitung des Rudistenkalkes in den Alpen, in ganz Südeuropa, Nordafrika, in Palästina, Syrien, Klein-

¹ Über das Vorkommen der Kreideformation auf der Insel Jezo. Mittheilungen der deutschen Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ost-Asiens. Yokohama. August 1880, p. 28

² Über die Petrefacten der Kreideformation von der Insel Sachalin. Mémoires de l'Académie de St. Pétersbourg 1873. Vol. XIX-

³ Eichwald, Geologisch-paläontologische Bemerkungen über die Halbinsel Mangischlak und über die aleutischen Inseln. Petersburg 1871.

⁴ Whiteaves, Mesozoic fossils. Vol. I, part. 1. On some Invertebrates fossils from the Coal-bearing rocks of Queen. Charlotte Island. part 2. On the Fossils of the Cretaceous rocks of Vancouv-Insel. Geol. survey of Canada. Montreal 1879.

⁵ Whitney, Palaeontology of California. Vol. I und II.

⁶ Die Cephalopoden der oberen norddeutschen Kreide. Paläontographica, Vol. XXI und XXIV.

asien, im Kaukasus und von da östlich bis Afganistan sind so allgemein bekannt, dass wir sie wohl nicht ausführlich darzulegen brauchen. Auch in Indien kommen solche in Sind¹ vor, und so weit fällt deren Verbreitung mit jener der Cephalopodenfauna von alpinem Typus in Jura und Neocom ganz überein; bei weiterem Fortschreiten kommen wir jedoch auf eine Abweichung von Bedeutung; während im Jura die boreale Entwicklung von Norden her bis an den Himalaja reichte und wir in den Fossilien der Spiti Shales am meisten Verwandtschaft mit Moskauer Typen fanden, sehen wir, dass in der jüngeren Kreidezeit Rudistenbildungen weiter nach Norden bis in den Kütünlün reichen.

Eine wirkliche Anomalie ist übrigens dadurch nicht gegeben; wir haben oben gesehen, dass in der Jurazeit die tibetanische Area eine Bucht des Nordmeeres darstellte mit nur sehr geringer Verbindung nach Süden; bei den mächtigen Verschiebungen der Meeresverbreitung und der grossartigen Transgression zu Beginn der jüngeren Kreidezeit, griff das Südmeer stärker vor, trat in weit offene Verbindung mit dem nordhimalajischen Gebiete, und es ist ganz naturgemäss, dass sich dann, der geographischen Lage entsprechend, auch südliche Formen ansiedelten, sobald ihnen offener Zutritt gewährt war.

Die Nordgrenze der Rudistenkalke fällt demnach, abgesehen von einzelnen Abweichungen, in der alten Welt mit jener des alpin entwickelten Jura und Neocom zusammen; auch in Amerika haben wir die Kalke mit Hippuriten und Caprinen in Texas, während sie in den nördlichen Gebieten in Californien, Nevada, Alabama, Tennessee, New-Jersey u. s. w. fehlen oder sehr spärlich sind, in Westindien, Mexico und Columbien dagegen verbreitet auftreten; unter diesen Verhältnissen kann kein Zweifel daran sein, dass wirklich die Verbreitung der Hippuriten von der Temperatur abhängig ist, wie das schon von Römer gezeigt wurde.

Für die hier besprochenen Fragen sind diese Beziehungen namentlich desswegen von Wichtigkeit, weil sie uns gestatten, an solchen Punkten, an welchen die Jura- und Neocomvorkommnisse keine ganz sichere Grenzziehung gestatten, eine Controlle der erzielten Folgerungen vorzunehmen; es gilt dies namentlich für Nordamerika; hier wurde die Entwicklung in Californien und Nevada als sehr wahrscheinlich der mitteleuropäischen entsprechend bezeichnet, dagegen konnten an Phylloceraten reiche Jurabildungen gegen Süden erst in Centralamerika nachgewiesen werden. Hier sind wir im Stande, durch Berücksichtigung der Rudistenentwicklung die Grenze in der oben angegebenen Weise viel schärfer zu ziehen.

Es liegt nicht im Plane dieser Arbeiten, das Vorkommen von Rudisten über die ganze Erde zu verfolgen; für die hier vorliegenden Probleme hätte dies geringe Bedeutung, weil die südliche Abgrenzung ihres hauptsächlichlichen Vorkommens noch sehr unklar ist. In Chile scheinen sie weit nach Süden zu gehen, doch müssen wir uns daran erinnern, dass sie auch in Europa vereinzelt bis nach England reichen.

IX. Homiozoische Gürtel- und Meeresprovinzen während der Jura- und Neocomzeit; Schluss.

Die thiergeographischen Untersuchungen haben für die Verbreitung der jetzt lebenden Meeresthiere zu dem Ergebnisse geführt, dass parallel dem Äquator eine Anzahl von „homiozoischen Gürteln“ verläuft, deren jeder in eine Anzahl von „Provinzen“ zerfällt; es ist allerdings keine Aussicht vorhanden, dass es jemals gelingen werde, für alle Formationen diese Verhältnisse mit derselben Schärfe und Vollständigkeit kennen zu lernen, wie für unsere Periode; allein es muss als eines der wichtigsten Ziele der Paläontologie und Stratigraphie bezeichnet werden, wenigstens so weit als möglich auch für die Vorzeit die Gesetze der Vertheilung der marinen Organismen festzustellen. Bei dem heutigen Stande unseres Wissens kommen wir allerdings über eine rohe Annäherung nicht hinaus, aber ich will trotzdem den Versuch machen, aus den vorliegenden Daten einige Schlüsse abzuleiten, die wenigstens zur Berücksichtigung dieses Gegenstandes aufordern mögen. Ich folge dabei nur dem von L. v. Buch und J. Marcou für den Jura vorgezeigten Wege, indem ich dem von diesen Forschern gegebenen Rahmen die in den letzten 25 Jahren bekannt gewordenen Thatsachen einzufügen suche.

¹ Medicott and Blanford, *Geology of India* II, 654.

L. v. Buch unterschied die drei grossen Provinzen des europäischen Jura und begründete damit die naturgemässe Auffassung der geographischen Verhältnisse dieser Formation; Marcou theilte in seinen *Lettres sur les roches du Jura* alle bis dahin bekannten Vorkommnisse der ganzen Erde in Provinzen ein, und unterschied homoiozoische Gürtel; damit ist das Fundament gegeben, an das sich alle weiteren Versuche anschliessen müssen. In vollster Klarheit tritt uns ein homoiozoischer Gürtel in dem borealen Jura entgegen, dessen Verlauf uns durch die folgenden Punkte gegeben ist: Spitzbergen, Novaja-Semlja, Ufer der Petschora, des Ob, Jenissei und der Lena in Sibirien, (Franz Josephs-Land?), neusibirische Inseln, Kamtschatka, Aleuten, Alaska, Sitka, Königin Charlotte-Insel, Black Hills in Dakota, (Prinz Patricks Land?), Grönland; als weit nach Süden einspringende Buchten dieses Nördmeeres sind der Moskauer und der tibetanische Jura zu betrachten.

Weit grössere Schwierigkeiten bietet die Eintheilung dieses borealen Gürtels in Provinzen; dass der Jura des europäischen Russland mit seinen zahlreichen *Cosmoceras*-Arten als eine besondere russische Provinz ausgeschieden werden müsse, ist von jeher anerkannt worden; und ebenso dürfte gegen die von Waagen vorgeschlagene himalajische Provinz für die Vorkommnisse in Tibet, Kaschmir, Nepal u. s. w. kein Einwand erhoben werden können; es sind das zwei der eigenartigsten Gebiete, die wir überhaupt kennen. Dagegen reichen die vorliegenden Daten noch nicht aus, um den eigentlichen polaren Gürtel in Provinzen zu gliedern; aus diesen schwer zugänglichen Ländern sind verhältnissmässig so wenige Fossilien mitgebracht worden, für manche der Vorkommnisse ist auch die Bearbeitung der vorliegenden Materialien eine so ungenügende, dass für die Sonderung der verschiedenen und noch mehr für die Zusammenfassung der übereinstimmenden Punkte die Daten nicht ausreichen. Jedenfalls aber sind alle diese Vorkommnisse ausgezeichnet durch das Fehlen von Riffkorallen, von Ammoniten aus den Gattungen *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Simoceras* und *Haploceras*, durch die Seltenheit von *Oppelia*, *Harpoceras*, *Peltoceras* und *Aspidoceras*, durch massenhaftes Auftreten von Aucellen und wenigstens für einen grossen Theil der Vorkommnisse durch die Häufigkeit der Gattung *Cardioceras*, der Gruppen des *Amaltheus fulgens*, des *Amaltheus catenulatus*, des *Perisphinctes mosquensis* und des *Belemnites excentricus*.

In Europa haben wir südlich von der borealen die mitteleuropäische Entwicklung, deren Verbreitung ich nicht näher mehr erörtern will, von der ich nur hervorhebe, dass sie im Osten bei Nizniow in Ostgalizien und noch weiter beim Isjum am Donetz auftritt; mit grosser Wahrscheinlichkeit können ihr ferner die Vorkommnisse der Halbinsel Mangischlak am Ostufer des Caspisees, vielleicht auch diejenigen der Salt Range im nördlichen Penjab zugerechnet werden; dann folgt allerdings eine riesige Unterbrechung, aber jenseits des stillen Oceans treten wieder in Californien Repräsentanten desselben homoiozoischen Gürtels auf, den wir als den nördlich temperirten bezeichnen können. Allerdings finden sich gewaltige Lücken in diesem Ringe, von denen die eine etwa 160°, die andere 90° Längengrade umfasst; allein es kann daraus kein Grund gegen die Richtigkeit unserer Auffassung abgeleitet werden; denn diese Räume sind theils vom Ocean, theils von uralten Continentalgebieten (östl. Nordamerika, China) eingenommen, und es finden sich in denselben keine jurassischen oder untercretacischen Meeresbildungen von abweichendem Charakter.

Von einzelnen Provinzen innerhalb des nördlich gemässigten Gürtels kann vor allem die mitteleuropäische unterschieden werden, der vorläufig alle Ablagerungen bis an den Donetz eingereicht werden mögen; in den isolirten Vorkommnissen zwischen Aral und Caspisee mag die erste Andeutung einer caspischen Provinz gegeben sein, während der Jura der Salt Range als Penjab-Provinz bezeichnet werden mag; endlich werden die Vorkommnisse in Californien eine californische Provinz begründen. Die Ablagerungen von den Hebriden, von Popilany an der Winda in Litauen, endlich von Königin Charlotte-Insel an der Westküste von Nord-Amerika, scheinen Zwischenbildungen zwischen der Entwicklung der borealen und der nördlich temperirten Zone darzustellen, in denen sich die Typen beider mengen, wie dies in der Jetztzeit an der Grenze zweier zoologischer Provinzen der Fall zu sein pflegt.⁷

Südlich von diesen Gebilden des nördlich gemässigten Gürtels, dessen zoologische Charaktere früher eingehend besprochen wurden, treten überall Jura- oder Neocomablagerungen auf, welche den Typus der alpinen

Vorkommnisse tragen und durch das massenhafte Vorkommen von *Phylloceras*, *Lytoceras*, *Haploceras*, *Simoceras* und all der anderen Formen charakterisirt sind; dieselben liegen zu beiden Seiten des Äquators, sie reichen in Europa in den Karpaten bis zu 50° nördlicher Breite, in Portugal zu etwa 36°, im Kaukasus zu 42°, bei Merw finden wir sie unter 38°, während die Nordgrenze im Penjab etwa bei 30° zu suchen sein wird, im östlichen Theile von Vorderindien dagegen bedeutend weiter nach Süden herabsteigt. In Nordamerika kennen wir analoge Bildungen bei 15° N. B., wenn wir jedoch das Auftreten der Rudistenkalke in Mexico und Texas mit berücksichtigen, so erstrecken sie sich hier bis zu etwa 33° N. B. Auf der südlichen Halbkugel ist das Vorkommen weit spärlicher; das alpine Neocom in Columbien liegt gerade nördlich vom Äquator, und vom peruanischen Jura ist es zwar sehr wahrscheinlich, dass er alpinen Charakter trägt, doch lässt es sich noch nicht sicher erweisen. Dagegen haben wir in dem Jura von Mombassa an der Ostküste von Afrika einen entschiedenen Vertreter dieser Entwicklung bei 5° südlicher Breite und der Jura auf Madagascar liegt zwischen 15° und 20° südl. Breite. Jedenfalls ist bis jetzt zwischen dem 20° südlicher Breite und dem Äquator noch kein Punkt von anderer als alpiner Entwicklung bekannt. Innerhalb dieses tropischen Gürtels kann eine alpine (mediterrane) Provinz unterschieden werden, welcher der Jura rings um das jetzige Mittelmeer angehört; als ein zweites Gebiet ist die krimo-kaukasische Provinz zu betrachten, über deren Fauna wir wohl beim Fortschreiten des grossen Werkes von Abich über den Kaukasus nähere Daten erhalten werden; das Vorkommen von Merw ist wohl noch zu unbedeutend, um auf dasselbe eine Provinz gründen zu können, dagegen stellt uns der Jura von Cachh einen eigenthümlichen Typus dar, dem auch die Vorkommnisse am Godavery angehören; wir fassen dieselbe als südindische Provinz zusammen. Nahe Verwandtschaft mit diesen Vorkommnissen zeigt der Jura von Mombassa im äquatorialen Afrika, der mit den Vorkommnissen auf Madagaskar zur äthiopischen Provinz zusammengefasst werden mag.

In Central- und Südamerika weichen die Verbreitungsbezirke von Jura- und Neocomablagerungen wesentlich von einander ab; für letztere können wir mit Bestimmtheit eine columbische Provinz erkennen, während für den Jura, eine peruanische Provinz wenigstens angedeutet ist.

Ganz andere Verhältnisse begegnen uns dann, wenn wir noch weiter nach Süden gehen; die südamerikanischen Anden südlich vom 20.° S. Br. und bis hinab zum 45.° S. Br. haben eine sehr reiche Jurafauna geliefert, die von dem äquatorialen und alpinen Typus total abweicht und sich in jeder Beziehung vollkommen an die Vorkommnisse des nördlichen gemässigten Gürtels, an Mitteleuropa anschliesst; ebenso sehen wir ausseralpinen Typus in Westaustralien unter 30° S. Br. und in den Uitenhaage-Schichten der Cap-Colonie in demselben Abstand vom Äquator. Wir haben also hier in den drei Erdtheilen, die weit genug nach Süden hinunterreichen, die deutlichen Beweise für das Vorhandensein eines südlich gemässigten Gürtels, in dem wir eine chilenische, eine australische und eine südafrikanische oder Cap-Provinz unterscheiden.

Im äussersten Süden wäre dann etwa noch eine antarktische Zone, ein Gegenstück des borealen Jura, zu suchen, allein unsere Kenntniss jener Länder ist noch viel zu gering, um eine Bestätigung dieser Vermuthung erwarten zu können; das Vorkommen von Aucellen auf Neu-Seeland kann wohl noch nicht als irgend ins Gewicht fallend betrachtet werden, und es ist im Gegentheil sehr wahrscheinlich, dass der neuseeländische Jura noch der südlich temperirten Zone angehöre, wenn auch die Kenntnisse hierüber noch sehr lückenhaft sind.

Werfen wir einen Rückblick auf den bisherigen Gang dieser Auseinandersetzungen, so tritt uns als wichtigstes Resultat entgegen, dass wir nach der Verbreitung der marinen Mollusken mehrere parallele, homoiozoische Gürtel unterscheiden können; der eine derselben liegt central um den Äquator und zeigt in seiner Fauna den alpinen Charakter; zu beiden Seiten dieses Gürtels stellt sich eine nördliche und eine südliche Zone ein, die von jener durch bestimmte zoologische Charaktere geschieden sind, während sie unter sich, obwohl durch 60 Breitengrade von einander getrennt, in auffallender Weise übereinstimmen; noch weiter nach Norden können wir dann eine arktische oder boreale Zone unterscheiden, während das Vorhandensein eines analogen antarktischen Gebietes zwar vermuthet, aber aus Mangel an Daten über die Geologie jener Länder, nicht behauptet werden kann.

Aus diesen Thatsachen geht vor allem mit voller Sicherheit hervor, dass der Grund für die Verschiedenheit zwischen den alpinen, mitteleuropäischen und nordischen Jurabildungen, wirklich in Temperaturunterschieden gelegen ist, dass klimatische Zonen in der Jurazeit existirten; an diesem Verhältnisse kann nach dem Nachweise einer südlich gemässigten Zone mit dem Charakter des mitteleuropäischen Typus nicht mehr gezweifelt werden.

Es ergibt sich aber noch eine andere Thatsache von grosser Wichtigkeit, welche wenigstens mir einigermaßen unerwartet auftritt; wir können die Grenzen der homoiozoischen Gürtel bis jetzt allerdings nur in sehr rohen Umrissen verfolgen, aber soviel ist doch klar, dass dieselben dem jetzigen Äquator der Erdkugel annähernd parallel verlaufen; von einer genauen Übereinstimmung kann natürlich nicht die Rede sein, aber soviel ist sicher, dass Äquator und Pole ihre Lage seit der jurassischen Zeit nicht beträchtlich geändert haben können. In neuerer Zeit ist bekanntlich, namentlich von englischen Geologen, die Frage sehr eifrig discutirt worden, ob nicht Änderungen in der Lage der Pole und der Erdaxe als wesentliche Factoren für die Vertheilung der Climate in den früheren Formationen mitgewirkt haben; die Resultate, welche hier erzielt worden sind, sprechen entschieden gegen die Annahme, dass seit der Jurazeit Verschiebungen in dieser Richtung stattgefunden haben, gross genug, um beträchtliche Verrückungen in der Lage der zoogeographischen Zonen hervorzubringen. Es stimmt das mit den bekannten Resultaten, welche Heer aus dem Studium der arktischen Tertiärfloren abgeleitet hat, Ergebnisse, welche Houghton zu der drastischen Äusserung veranlassten, der Pol sei mit tertiären Floren, die einem wärmeren Klima entsprechen, so dicht umgeben, dass er aus diesem Ringe so wenig entkommen könne, als eine Ratte aus einer Falle, die rings mit Dachshunden umstellt ist.

Von grosser Bedeutung ist endlich der höchst auffallende Umstand, dass in den näher untersuchten Gegenden sich während der Jura- und Kreidezeit die klimatischen Grenzen der homoiozoischen Gürtel nahezu gleich geblieben sind; es zeigt uns dies einen kaum vermutheten Grad von Stabilität, der namentlich auf's entschiedendste gegen alle jene Theorien spricht, die eine fortwährende Fluctuation der Temperaturverhältnisse, eine fortwährend wechselnde Reihe von glacialen und interglacialen Perioden voraussetzen.

Dass klimatische Zonen existirt haben, so lange Organismen überhaupt auf Erden leben, ist im höchsten Grade wahrscheinlich, das Gegentheil kaum denkbar; den durchaus sicheren Nachweis für solche können wir aber vorläufig nur seit Beginn des Jura liefern. In der Trias treten uns schon Schwierigkeiten entgegen, welche auf der eigenthümlichen Entwicklung dieser Formation in Europa beruhen; die mitteleuropäische Entwicklung der Trias, so weit sie rein marinen Charakter trägt, also vor allem der Muschelkalk des ausseralpinen Deutschland und der nächst anstossenden Gebiete hat seinesgleichen auf der ganzen Erde nicht, während Anklänge an den alpinen Typus in Spitzbergen und Indien, in Californien, Neu-Caledonien und Neu-Seeland, kurz in den entferntesten Regionen und unter den verschiedensten Breiten wiederkehren. Allein es handelt sich hier nicht um klimatische Gegensätze, sondern um den Contrast zwischen einem grossentheils abgeschlossenen Binnenmeer mit höchst eigenthümlicher Faunenausbildung einerseits und dem allgemein verbreiteten pelagischen Typus anderseits. Dadurch werden gerade für die Trias alle Untersuchungen über die geographische Verbreitung der Organismen und deren Abhängigkeit von der Temperaturvertheilung im höchsten Grade erschwert. Wie in dieser Richtung das Verhältniss der mediterranen und der juvavischen Meeresprovinz von Mojsisovics zu einander sich gestalten wird, ist vorläufig noch nicht abzusehen.

Dieselben Schwierigkeiten treten uns bei denpermischen Bildungen entgegen; der Zechstein Deutschlands, der Magnesian Limestone Englands scheinen unter ähnlichen abnormen Verhältnissen gebildet, wie der deutsche Muschelkalk.

Die Carbonformation scheint im Gegentheil ausserordentlich klare Verhältnisse zu bieten; der marine Kohlenkalk zeigt merkwürdige Ähnlichkeit der Entwicklung und eine befremdend grosse Zahl identischer Formen, wo immer wir ihn finden, und die noch überraschendere Übereinstimmung der Floren aus jener Zeit gehört zu den meist besprochenen Erscheinungen in dieser Richtung, und ich kann nur wiederholen, dass wir kaum leise Andeutungen einer Gliederung in klimatische Zonen kennen; eine Spur in dieser Richtung bietet höchstens das Vorkommen der Fusulinen, welche im hohen Norden nur vereinzelt aufzutreten scheinen.

Für das Devon sind wir noch nicht genügend orientirt, um nach einer oder der anderen Richtung eine bestimmte Äusserung zu thun; immerhin darf man daran erinnern, dass die Vorkommnisse des Caplandes von denen Europas total abweichen, sich aber jenen der Falklandsinseln beträchtlich nähern; ob aber dieses Verhalten mit klimatischen Verhältnissen in Beziehung steht, ist noch durchaus ungewiss.

Sehr viel bessere Daten liegen für cambrische und silurische Bildungen vor; wer sich je mit diesen Formationen befasst hat, kennt aus den fundamentalen Werken von Barrande den Contrast, in welchem die Vorkommnisse in Böhmen, den Alpen, auf Sardinien, in Frankreich und Spanien zu jenen in Russland, Scandinavien und England stehen, den Unterschied zwischen der grossen Süd- und Nordzone Europas, wofür letzterer sich die nordamerikanischen Vorkommnisse anschliessen.

So sicher festgestellt aber diese Unterschiede auch sind, so können wir doch noch nicht mit voller Sicherheit behaupten, dass dieselben in klimatischen Verhältnissen begründet seien. Dass die Silurablagerungen Podoliens dem nordischen Typus angehören, kann nicht als eine Schwierigkeit betrachtet werden; dagegen muss es sehr auffallen, dass dies bezüglich der Vorkommnisse von Hof in Baiern der Fall sein soll.

Eine genauere Betrachtung schwächt jedoch die Bedeutung dieses Vorkommens bedeutend ab; die älteste grosse Trilobitenfauna oder vielleicht richtiger der älteste Complex von Trilobitenfaunen, wird durch das Auftreten der Gattung *Paradoxides* charakterisirt; dann folgt nach oben die Olenenfauna, weiterhin ein Mischvorkommen, in welchem Olenen mit *Asaphus* u. s. w. beisammen liegen, endlich gelangen wir zu der typischen Untersilurfauna. Aus der Südzone ist der Paradoxidenhorizont und das Untersilur (Barrande's Etage *D*) ausgezeichnet vertreten, die beiden Zwischenglieder fehlen, es ist hier eine grosse Lücke vorhanden, welche offenbar den Verhältnissen der Temperaturvertheilung nicht zugeschrieben werden kann. Die Fauna von Hof fällt nun aber gerade in jenen Horizont, in welchem sich die Typen der Olenenfauna mit jenen des Untersilur mengen, und wir dürfen also nicht bestimmt behaupten, dass wir es mit einem Vorposten der nördlichen Entwicklung im Süden zu thun haben; ebenso gut kann man annehmen, dass man es mit dem ersten Repräsentanten eines ungefähr dem Tremadoc entsprechenden Horizontes im Südbecken zu thun habe.

Eine im höchsten Grade auffallende und überraschende Bestätigung scheint die Annahme, dass wir es mit klimatischen Unterschieden zu thun haben, durch die Beschaffenheit der cambrischen und silurischen Ablagerungen Südamerikas zu erhalten, von denen E. Kayser in seiner schönen Arbeit über die von Stelzner gesammelten Fossilien gezeigt hat, dass sie keine Übereinstimmung mit den Vorkommnissen in Böhmen, wohl aber mit jenen in Nordamerika, England, Skandinavien und Russland zeigen. Nichts scheint natürlicher, als auch hier die Andeutung einer südlich gemässigten Zone zu suchen. Allein es treten sehr schwere Bedenken gegen diese Auffassung auf; einerseits beruht auch hier die Abweichung theilweise wenigstens darauf, dass Horizonte vertreten sind, welche in Böhmen fehlen, andererseits aber schliessen sich, wie Kayser sehr richtig bemerkt, soweit man beurtheilen kann, alle aussereuropäischen Ablagerungen cambrischen und silurischen Alters, soweit man sie näher kennt, enger an die nordeuropäischen Vorkommnisse an; Nordamerika bis südlich nach Texas, China, wohl auch Neu-Holland und Tasmanien sind nach Kayser hierherzuzählen. Wohl ist unter diesen Vorkommnissen noch keines, welches der Annahme einer gemässigten Nord- und Südzone durch seine geographische Lage entschieden widerspräche, aber wahrscheinlicher bleibt doch die Annahme, dass die sogenannte europäische Südzone die Fauna eines beschränkten Beckens darstellt, und ihre Eigenenthümlichkeit diesem Verhalten zuzuschreiben sei. Auf klimatische Verhältnisse könnten wir diese Unterschiede erst dann mit Bestimmtheit zurückführen, wenn Silurablagerungen vom böhmischen Typus aus Mexico, Centralamerika oder aus dem nördlichen Theile von Südamerika bekannt würden.

¹ Barrande, Silurische Fauna aus der Umgebung von Hof in Baiern. Neues Jahrbuch für Mineralogie 1868, p. 641.
Gümbel, Geognostische Beschreibung des Fichtelgebirges 1879, p. 439.

² Über primordiale und untersilurische Fossilien aus der argentinischen Republik. Palaeontographica, Suppl. Bd. III.

³ Vergl. die Arbeiten von Dames und Kayser in v. Richthofen; China. Vol. III.

X. Erläuterung der Karte.

Auf der beiliegenden Karte sind vier homoiozoische Gürtel durch verschiedene Farben unterschieden, in der Weise, dass die einzelnen beobachteten Punkte oder grösseren Areale, deren Zugehörigkeit zu einer bestimmten Entwicklungsform durch Beobachtung festgestellt ist, mit dunkleren, die hypothetische Ausdehnung der einzelnen Zonen durch lichtere Farbtöne ausgezeichnet sind. Die boreale Zone ist mit blau, die beiden gemässigten durch gelb, die äquatoriale durch grün bezeichnet. Ein Fragezeichen gibt an, dass die Deutung eines localen Vorkommens noch nicht ganz sicher feststeht; ein Ausrufungszeichen (!), dass dieselbe die Charaktere zweier aneinander stossender Provinzen in sich vereinigt. Die Ablagerungen des Äquatorialgebietes, welche mit einem Sternchen versehen sind, wurden nur nach dem Dominiren von Rudistenkalcken in diese Region eingereiht (Afganistan, Texas, Jamaica, Mexico, Syrien). Durchaus unsichere Vorkommnisse, wie jene der Liu-Kiu-Inseln, Abyssiniens und des Feuerlandes wurden ausgelassen. Die Continente jener Zeit wurden bei der Unmöglichkeit, deren Grenzen auch nur annähernd genau zu bezeichnen, ignoriert; nur da, wo die Scheidelinien die alten Massen von Nordamerika, China, Centralafrika und Brasilien passiren, wurden sie nur durch eine Punktreihe angegeben. Die Namen der homoiozoischen Gürtel sind in die Karte eingeschrieben, die einzelnen Provinzen durch arabische Ziffern bezeichnet; die Bedeutung der Zahlen ist folgende:

I. Boreale Zone.

1. Arctischer Gürtel. (Noch nicht in Provinzen gegliedert).
2. Russische Provinz.
3. Himalaja-Provinz.

II. Nördlich gemässigte Zonen.

4. Mitteleuropäische Provinz.
5. Caspische Provinz.
6. Penjab-Provinz.
7. Californische Provinz.

III. Äquatoriale Zone.

8. Alpine (mediterrane) Provinz.
9. Krimo- kaukasische Provinz.
10. Südindische Provinz.
11. Äthiopische Provinz.
12. Columbische Provinz.
- (12 a. Caraibische Provinz.)¹
13. Peruanische Provinz.

IV. Südlich gemässigte Zone.

14. Chilenische Provinz.
15. Neuseeländische Provinz (?).
16. Australische Provinz.
17. Cap-Provinz.

Ein Blick auf die Karte zeigt, abgesehen von dem Jura des Hermon in Syrien, nur in einem Punkte eine auffallende Anomalie, nämlich das tiefe Eingreifen des borealen Himalaja-Jura nach Süden; es muss dabei,

¹ Als caraibische Provinz bezeichne ich vorläufig die Vorkommnisse in Mexico, Texas und auf Jamaica, von wo bisher nur der oberen Kreide angehörige Rudistenkalke bekannt sind.

wie bei der starken Verschmälerung der nördlich gemässigten Zone, daran erinnert werden, dass hier die Provinzgrenzen nicht durch offenes Meer verlaufen, sondern durch Festland gebildet waren; der Jura der Himalaja zeigt auch nicht den reinen borealen, sondern einen ganz eigenthümlichen Typus, der sich aber jenem des Nordens am engsten anschliesst, da nur nach dieser Seite hin weit offene Meeresverbindung vorhanden war. Da übrigens eine beschränkte Verwandtschaft auch zu den südindischen Vorkommnissen vorhanden ist, speciell auch ein *Lytoceras* auftritt, so wurden die dortigen Vorkommnisse auf der Karte als ein Übergangstypus bezeichnet. Vielleicht wäre es richtiger, den tibetanischen Jura in die gemässigte Zone einzureihen, nachdem er so auffallende Abweichungen von der echt borealen Entwicklung zeigt, welche darauf hinweisen, dass hier eben Verhältnisse sind, welche die nordische Fauna trotz der günstigen topographischen Verhältnisse nicht zu typischer Ausbildung gelangen lassen. Die Jetztwelt bietet leider keinen analogen Fall.

I n h a l t.

	<u>Seite</u>
1. Theorien über das Klima der Vorzeit	277
2. Bisherige Untersuchungen über Klimazonen in der Jurazeit	283
3. Unterschiede zwischen alpinem und mitteleuropäischem Jura	285
4. Unterschiede zwischen mitteleuropäischem und borealem Jura	288
5. Unterschiede zwischen alpinem und mitteleuropäischem Neocom	289
6. Vertheilung der Meeresprovinzen in Europa	291
7. Über den Charakter der aussereuropäischen Jura- und Neocomablagerungen	294
8. Cephalopodenfauna und Rudistenfacies der oberen Kreide	302
9. Homiozoische Gürtel und Meeresprovinzen während der Jura- und Neocomzeit; Schluss	304
10. Erklärung der Karte	309



Neumayr: Übersichtskarte der homoiozoischen Gürtel und Meeresprovinzen während der Jura- und Neocomzeit.

