

VI.  
DIE GEOGRAPHISCHE  
VERBREITUNG UND ENTWICKELUNG  
DES CAMBRIUM.

VON  
**Fritz Frech**, Breslau.

---

**Allgemeines.**

Den mühevollen Einzeluntersuchungen über Gliederung und Vergleichung der Schichtgruppen verschiedener Gebiete schwebt als letztes Ziel eine Reconstruction des Zustandes der Erdoberfläche in den verschiedenen geologischen Perioden vor. Neumayrs Studien über die Juraformation haben auch auf dem Gebiete anderer Formationen mannigfache Nachahmung in kleinerem Maasstabe gefunden; für die palaeozoische Aera soll das in den letzten Jahrzehnten aufgestapelte Beobachtungsmaterial in den neu erscheinenden *Lethaea palaeozoica* (Stuttgart 1897) einer gründlichen Durcharbeitung unterzogen werden. Die folgenden Zeilen sind, abgesehen von einigen die Gesamtauffassung nicht berührenden Ergänzungen — die Wiedergabe des allgemeinen das Cambrium behandelnden Abschnitts.

Bevor wir dem schwierigen Reconstructionsversuch näher

treten, ist es nöthig die Grenzlinien zu bestimmen, welche von der Natur selbst der Forschung gesteckt sind. Gewaltige Gebiete sind vom Ocean bedeckt und von den Festlandsmassen ist kaum ein Drittel geologisch durchforscht. Aber auch abgesehen hiervon sind die Aufschlüsse der palaeozoischen Formationen an sich räumlich beschränkter, als die der mesozoischen Bildungen. Die wichtigen Hinweise, welche die physische und zoologische Geographie der Jetztwelt für die Enträthselung der Tertiärzeit giebt, fehlen in den Uranfängen der geologischen Zeitrechnung so gut wie ganz. Ein gewaltiger Continent, Afrika, enthält nur im äussersten Süden und Norden Reste palaeozoischer Bildungen, und die bisher bekannten, in unsere Aera zu stellenden Ablagerungen der Südhemisphäre gestatten nur in Bezug auf Theile des Obersilur, des jüngeren Devon und der Dyas Folgerungen weitergehender Art. Cambrium ist z. B. nur in vereinzelt z. Th. zweifelhaften Vorkommen aus Süd-Australien und Argentinien bekannt. Trotzdem bei geologisch-geographischen Vergleichen die auf weite Strecken gleich bleibende Beschaffenheit aquivalenter Bildungen zuweilen das Verhandensein von Lücken weniger empfindlich macht, sind wir doch bei den meisten Erörterungen allgemeinerer Art fast immer auf die Nordhemisphäre mit Ausschluss von Afrika — beschränkt.

Trotz dieser räumlichen Beschränkungen liegt eine Antwort auf die Grundfrage der geologisch-geographischen Forschung nicht ausserhalb des Bereiches der Möglichkeit: Haben gewaltige auf kosmische oder allgemeine terrestrische Ursachen zurückzuführende Transgressionen den Erdball betroffen, oder haben weniger ausgedehnte, gleichzeitig negativ und positiv wirkende Meeresschwankungen sich gegenseitig compensirt? Die Antwort hierauf ist in der kleinen, vom Verf. dem Congress unterbreiteten Schrift über Abgrenzung und Benennung der geologischen Schichtengruppen theil-

weise gegeben. Die folgenden Ausführungen bilden die Erläuterung derselben an einem bestimmten Beispiel.

Für die älteren palaeozoischen Formationen, insbesondere für das Cambrium sind bereits einige palaeo-geographische Versuche gemacht worden. Schon Barrande wies darauf hin, dass die primordialen Ablagerungen Böhmens ihrer Gliederung und Versteinerungsführung nach von dem nordischen Cambrium verschieden seien. In Danas Manual of geology wird jeder Epoche eine geographische Uebersicht der alten Meere und Continente beigefügt, ein neuerer Versuch ähnlicher Art (dessen Ergebnisse ich jedoch nur theilweise zu bestätigen vermag), rührt von E. Koken <sup>1)</sup> her. Walcott hat für Amerika sogar eine geographische Nomenclatur für die verschiedenen Entwicklungsgebiete des Cambrium eingeführt. Da jedoch hierbei nicht nur der faunistische Charakter gleichalter und isoper Schichten in Rechnung gezogen, sondern auch die Faciesverschiedenheit und das Fehlen einzelner Stufen mit berücksichtigt wird, so ergibt sich eine überaus verwickelte Namengebung. Dieselbe entspricht jedenfalls nicht den Grundsätzen, welche bei der Reconstruction der mesozoischen Meere in Anwendung gekommen sind. Wollte man beispielsweise den Jura Deutschlands nach den von Walcott angewandten Grundsätzen eintheilen, so würden sich fünf bis sechs „Provinzen“ <sup>2)</sup> ergeben, während nach Neumayr, welcher nur die unter gleichen physikalischen Bedingungen lebenden („isopen“) Thiere berücksichtigt, diese Provinzen einem einheitlichen Meeresbecken angehören. Es bedarf keines Nachweises, dass die Walcottsche Methode nur für Localzwecke verwendbar ist; für die geographische Uebersicht des Zustandes der Erdoberfläche muss von der localen Faciesbildung abgesehen

<sup>1)</sup> Die Vorwelt, p. 93—96.

<sup>2)</sup> Franken-Schwaben; 2) Westfalen; 3) Harz; 4) Pommern; 5) Oberschlesien etc.

werden. Ebenso wenig ist es möglich, für lange Perioden, wie Cambrium oder Jura, mit einer Nomenclatur auszukommen, da während derselben bedeutsame Veränderungen in der Vertheilung von Festland und Meer eintreten. Beispielsweise umschliesst das obere Cambrium in Nord-Amerika — abgesehen von dem äussersten Nordosten — eine gleichmässig verbreitete Fauna. Trotzdem werden in Walcotts Nomenclatur nicht zwei, sondern vier Provinzen mit einer fast dreifachen Anzahl von „subprovinces“ unterschieden.

### 1) Das UnterCambrium <sup>1)</sup>.

#### *Die Verbreitung der basalen Conglomerate und Sandsteine.*

Das untere Cambrium beginnt überall, wo dasselbe in vollständiger Entwicklung aufgeschlossen ist, mit Conglomeraten und anderen klastischen Gesteinen.

Die Anzeichen einer weitausgreifenden, alte praecambri-sche Festländer bedeckenden Transgression sind aus ganz Nord-Europa (nördliche und südliche baltische Länder, Skandinavien, Wales, Schottland und Nord-Frankreich), aus Sardinien <sup>2)</sup>, aus dem Osten und Westen von Nord-Amerika, New-Foundland, Utah, Nevada, British Columbia <sup>3)</sup>, aus China, sowie aus der Indischen Salzkette (Purple sandstone oder Khewra group des Pendschab) bekannt geworden. In China (Sinische Formation von Richthofens) dürften praecambrische Schichten ohne Discordanz und ohne scharfe Trennung in cambrische Bildungen übergehen.

<sup>1)</sup> Die in den nachfolgenden Abschnitten zusammengestellten Betrachtungen stützen sich auf die in den nachstehenden Tabellen vereinigten That-sachen.

<sup>2)</sup> Wo Bornemann die vorhandenen Sandsteine als Strand- oder Dünenbildung deutet.—cf. die Dreikanter von Lugnås.

<sup>3)</sup> Bowen River-Quarzit.

Die gleichen geologischen Verhältnisse, wie in China, beobachten wir auf der anderen Seite des Stillen Oceans. In Nevada (Prospect mountain), British Columbia (Bow River) und Utah (Big Cottonwood Cañon) ist die Mächtigkeit der unter dem Olenellus-Niveau liegenden Quarzite und Sandsteine derart, dass man mit grösserer oder geringerer Einstimmigkeit den unteren Theil derselben in das Praecambrium versetzt. Die ausserordentliche Mächtigkeit, welche die sinische Formation im Liegenden des Mittelcambrium besitzt, lässt diese Ansicht naheliegend erscheinen. Allerdings beginnt auch die sinische Formation mit einer Transgression über Gneiss- und Praecambrium (Wutai-Formation); auf die gewaltige Ausdehnung derselben und auf die Bedeutung dieser geologischen Erscheinung hat v. Richthofen aufmerksam gemacht. Aber eben die Mächtigkeit der älteren aus Sandstein, Schiefer und Kalk bestehenden sinischen Bildungen macht die Annahme wahrscheinlich, dass die sinische Transgression zeitlich früher erfolgt ist als die untercambrische. Mag nun die Entscheidung über die Einzelfragen der Stratigraphie ausfallen, wie sie wolle, jedenfalls ergibt sich für den nördlichen Theil des Pacifischen Weltmeeres ein geologisches Alter, welches dem Beginn der durch bestimmbare Versteinerungen gekennzeichneten Schichtenfolge entspricht, wahrscheinlich aber noch über denselben hinaus reicht. Die Conglomerate und groben Sandsteine sind versteinungsleer, die in den feineren klastischen Gesteinen vorkommenden organischen Reste bestehen aus häufigen Spuren von Würmern, selteneren Brachiopoden, Hyolithen und Abdrücken von Medusen. Reste von Crustaceen fehlen noch, wenn man nicht einige Kriechspuren auf diese Gruppe beziehen will.

Die faunistische Aehnlichkeit zwischen den untercambrischen Sandsteinen und den praecambrischen Bildungen ist deutlich ausgeprägt und erklärt u. a. die Schwierigkeit einer

Grenzbestimmung in denjenigen Gebieten, in welchen die basale Discordanz fehlt.

### *Die Olenellus-Stufe.*

Die grobklastischen Bildungen gehen nach oben zu in feinere, sandige oder thonige Schichten über, deren Mächtigkeit wenige Dutzende bis Tausende von Fuss<sup>1)</sup> beträgt. Kalke sind äusserst selten. Die bezeichnende Gattung *Olenellus*<sup>2)</sup> ist in allen erwähnten Gebieten — mit Ausnahme von China—sowie ferner in Westaustralien<sup>3)</sup> gefunden worden.

Innerhalb der *Olenellus*-Stufe ist eine Altersverschiedenheit dadurch angedeutet, dass *Olenellus s. str.* (*O. Thompsoni*, *O. Gilberti* und *O. Lapworthi*) mit der Untergattung *Mesonacis* (*M. Mickwitzi* und *M. vermontana*) zusammen mit *Protypus* und einigen seltneren Gattungen<sup>4)</sup> auf die ältere Zone beschränkt ist. Auch die Untergattung *Holmia* (*H. Bröggeri*) ist bereits hier (Schicht № 2, bei Manuels Brook s. v.) vorhanden. Die tiefere Zone ist bisher in Nordschottland, Wales (St. Davids<sup>5)</sup>), Estland, Sardinien, ferner in New-Foundland, British Columbia, Utah und Nevada nachgewiesen.

Die höhere Zone ist durch *Ellipsocephalus* und das Fortleben von *Holmia* (*H. Kjerulfi* in Skandinavien und Neu-Braunschweig, *H. Callavei* in Shropshire) ausgezeichnet, scheint jedoch etwas geringere Verbreitung zu besitzen.

Trotzdem wir bezüglich der Kenntniss untercambrischer Faunen erst im Beginn des Erkennens stehen, heben sich

<sup>1)</sup> New-Foundland—Prospect Mountain-Quarzit.

<sup>2)</sup> Daneben *Microdiscus*, *Ellipsocephalus*, *Olenoides*, *Ptychoparia*, *Conocephalus*, *Bathynotus*, *Crepicephalus*, *Oryctocephalus* u. a.

<sup>3)</sup> Quarterly Journ. Geol. Society. Mai. 1892, p. 241 erwähnt H. Woodwand ganz kurz das Vorkommen von *Olenellus* (?) und *Salterella* von Kimberley, Westaustralien..

<sup>4)</sup> *Bathynotus*, *Oryctocephalus*, *Crepicephalus*.

<sup>5)</sup> Hicks. Quart. Journ. Mai 1892 p. 241.

doch einige faunistische Verschiedenheiten (bei Trilobiten und Brachiopoden) deutlich hervor und gestatten die Annahme des Vorhandenseins getrennter Meeresbecken:

a) *Meeresbecken der Rocky-Mountains.*

Für die Kenntniss des Untercambrium bildet Nord-Amerika den Ausgangspunkt, sowohl hinsichtlich der Deutlichkeit der Profile, wie des Reichthums der Faunen. In einer überaus lehrreichen und umfassenden Zusammenstellung unterscheidet Walcott <sup>1)</sup> innerhalb der ältesten Ablagerungen drei Provinzen, die sich jedoch bei näherer Betrachtung auf zwei beschränken.

Mag man mehr Werth auf das Vorhandensein allgemein verbreiteter Arten oder auf das Vorkommen eigentümlicher Gattungen legen, jedenfalls ergibt sich, dass das Meeresbecken der Rocky-Mountains-Provinz <sup>2)</sup> von dem Osten Amerikas faunistisch verschieden und durch breite Landmassen getrennt war. Die im Osten liegende „Atlantic-coast“ und „Champlain-Hudson province“ zeigen hingegen keinerlei durchgreifende Unterschiede, sondern gehören beide dem nordatlantischen Meeresbecken der unter- und mittelcambrischen Zeit an. Die Zahl der Arten <sup>3)</sup>, welche dem

<sup>1)</sup> The Fauna of the Lower Cambrian or Olenellus-Zone. 10. Ann. Rep. U. S. Survey. 1890.

<sup>2)</sup> Umfasst British Columbia (Mt. Stephens und Cathedral Mt. an der Canadischen Pacific Bahn, Utah (Wahsatch und Oquirrh Mts) und Nevada (Silver Peak, Pioche, Highland Range, Eureka). Im Süden (Arizona, Neu-Mexico, Texas) war Festland, das Cambrium beginnt erst mit viel höheren Schichten. S. u. Die einzelnen Durchschnitte sind, soweit sie Bedeutung beanspruchen, der grossen Tabelle einverleibt.

<sup>3)</sup> Gegenüber den generischen Bestimmungen Walcotts sind im Folgenden einige Aenderungen eingeführt: *Zacanthoides* Wal. = *Olenoides* Walc., *Solenopleura* Ang. = *Phychoparia* Corda; *Avalonia* Walc. = *Conocephalus* Zenk. vergl. oben. Nach eingehender Vergleichung habe ich keine Merkmale entdecken können, auf welche die Selbständigkeit von *Avalonia* und *Zacanthoides* begründet werden könnte.

Osten <sup>1)</sup> und Westen gemeinsam sind, ist sehr geringfügig (7 <sup>2)</sup> von 150). Entsprechend der gründlicheren Ausbeutung der östlichen Fundorte ist die Zahl der für die Rocky-Mountains-Provinz bezeichnenden Gattungen <sup>3)</sup> verhältnissmässig gering. Immerhin befinden sich unter denselben bezeichnende Typen, wie die Gruppe des *Olenellus Gilberti*, *Crepicephalus*, *Oryctocephalus*, *Anomocare*, *Acrotreta*, *Acrothele* und *Ethmophyllum*. Der Zusammenhang des östlichen und westlichen Meeres, auf den das Vorhandensein gemeinsamer Arten hinweist, könnte im Süden, etwa in der Mitte der Britischen Besitzungen gesucht werden. Das Meeresgebiet der heutigen Felsengebirge hing wahrscheinlich mit dem Stillen Ocean zusammen, für dessen Vorhandensein aus dem Untercambrium bestimmte Beweise vorliegen.

#### b) Nordatlantisches Meer.

Unverhältnissmässig grösser (18) ist die Zahl der Gattungen, welche bisher nur im Osten gefunden wurden. *Mesonacis* und *Holmia*, *Conocephalus*, *Arionellus* (*Agraulos* Corda auct.), *Agnostus*, *Microdiscus*, *Bathynotus*, *Platyceras*, *Straparollina*, *Raphistoma*, *Helenia*, *Hyolithellus*, *Salterella*, *Camarella*, *Orthisina*, *Paterina* (= *Kutorgina labradorica* Bill.), *Linnarssonina*, *Iphidea*.

Andrerseits ergibt eine Vergleichung der „Champlain-Hudson province“ mit dem Gebiet der Atlantischen Küste,

<sup>1)</sup> Champlain Hudson + Atlantic-coast province (Walcott).

<sup>2)</sup> *Protypus senectus* Bill., *Ptychoparia subcoronata* Walc., *Olenoides levis* Walc. sp., *Spirocyathus atlanticus* Bill. sp., *Hyolithus Billingsi* Walc. und *princeps* Bill., *Stenothecha elongata* Walc. *Kutorgina pannula* White sp. (Nevada) ist im Osten nicht sicher identificirt.

<sup>3)</sup> Bei der Vergleichung der Gattungen wurden nur Trilobiten, Gastropoden, Brachiopoden und Archaeocyathinen, d. h. die allgemeinen verbreiteten Gruppen berücksichtigt.



dass beide eine grosse Zahl identer Arten <sup>1)</sup> und eine kaum in Betracht kommende Zahl (4 bezw. 2 <sup>2)</sup> eigenthümlicher Gattungen besitzen. Es gehört demnach zum Nordatlantischen Becken die langgestreckte Zone von Ablagerungen, welche von Labrador (Belle-Isle-Strasse) durch New-Foundland, Neu-Braunschweig (Acadia), Vermont (Bennington-Quarzit), Massachusetts (N. Attleboro und Braintree), New-Jersey (Reading-Quarzit), New-York (Adirondack und Green Mts), Pennsylvania <sup>3)</sup>, Virginia (Chilhowee-Quarzit) bis Ost-Tennessee und Alabama hinabreicht.

Die Bedeutung dieser faunistischen Uebereinstimmung tritt erst in das rechte Licht, wenn wir uns vergegenwärtigen, dass in den gleichalten Ablagerungen des weit entlegenen europaischen Gebietes, neben zahlreichen amerikanischen Formen, nur eine einzige eigenthümliche Gattung, die Litoralform *Mickwitzia* vorkommt. Hingegen sind grade die wichtigsten, auch in tieferem Wasser heimischen Trilobiten, die Gruppe des *Olenellus Thompsoni* Hall, *Holmia* und *Mesonacis*, *Ellipsocephalus*, *Arionellus* und *Agnostus* auch in Europa durch nah verwandte und idente Arten <sup>4)</sup> vertreten. Auch unter den weniger leicht veränderlichen Brachiopoden finden sich idente Arten wie *Linnarssonina sagittalis* Salt. sp. und

---

<sup>1)</sup> *Protypus senectus*, Bill. und *var. parvula*, Bill., *Arionellus strenuus* Bill., *Olenellus Thompsoni* Hall (?), *Salterella pulchella* Bill., *Hyo-lithellus micans* Bill., *Hyo-lithus americanus* Bill., *communis* Bill., *impar* Ford, *princeps* Bill., *Platyceras primaevum* Bill., *Stenothecca rugosa* Hall. sp., *elongata* Walc., *Scenella reticulata* Bill., *Fordilla Troyensis* Barr., *Orthisina* sp. *Paterina labradorica* Bill. sp., *Kutorgina cingulata* Bill., *Iphidea bella* Bill.

<sup>2)</sup> Champlain-Hudson province: *Linnarssonina*, *Orthis*, *Agnostus*, *Bathynotus*; Atlantic-coast province: *Straparollina*, *Raphistoma*.

<sup>3)</sup> Walcott, Notes on the Cambrian rocks of Pennsylvania. American Journal of science, Vol. 47. Jan. 1894, p. 37.

<sup>4)</sup> *Olenellus Lapworthi* Peach et Horne cf. *O. Thompsoni* Hall, *Olenellus* (*Holmia*) *Mickwitzi* Schmidt cf. *O. vermontana* Walc. *Olenellus Kjerulfi* kommt auf beiden Seiten des Oceans vor.

*Kutorgina cingulata* Bill. Von „Pteropoden“ werden *Salterella pulchella*, *Helenia bella* und *Hyolithellus micans* angeführt, deren Identität mit amerikanischen Formen sicher oder wenigstens höchst wahrscheinlich ist. Dass eine Anzahl amerikanischer Typen in den entsprechenden europaeischen Bildungen noch nicht gefunden sind, erklärt sich aus der Versteinerungsarmuth der letzteren.

Dass auch zur untercambrischen Zeit bedeutende facielle Unterschiede innerhalb desselben Meeresbeckens vorkommen, beweist die Auffindung einer der *Olenellus*-fauna gleichalten Thiergesellschaft in Neu-Braunschweig <sup>1)</sup>. Die „Protolenus-Fauna“ liegt unter der Zone des *Paradoxides lamellatus* (cf. *oelandicus*), entspricht also dem UnterCambrium, enthält aber neben zahlreichen bekannten Arten dieser Stufe eine Reihe von neuen Trilobiten-Gattungen, bei denen der grosse Augensockel von der Nackenfurche bis zur Glabella reicht: *Protolenus*, *Protagraulos* (verwandt mit *Arionellus* Barr. = *Agraulos* Corda) und *Micmacca* Matth.; *Ellipsocephalus* und *Avalonia* kommen auch in der *Olenellus*-Facies vor. Bemerkenswerth ist ferner das Vorkommen von Foraminiferen (*Orbulina* und *Globigerina*), kleinen Brachiopoden (*Lingulella*, *Obolus*, *Acrotreta*, *Acrothele*), Gastropoden (*Hyolithus* und *Pelagiella* Matth.) sowie Ostracoden (*Hipponicharion*, *Beyrichia*, *Primitia*, *Leperditia*).

Da die bisher beschriebenen Versteinerungen der ost-amerikanischen *Olenellus*-schichten eben sowenig wie die *Protolenus*-Fauna auf litorale Verhältnisse hinweisen, könnte man daran denken, dass Meeresströmungen oder aber das Vorkommen auf dem Boden des Meeres (*Olenellus*-Fauna) beziehungsweise im pelagischen Plankton (*Protolenus*-Fauna mit *Globigerinen*) die auffällige Verschiedenheit beider bedingt.

<sup>1)</sup> G. F. Matthew, Protolenus-Fauna (Transact. N.-York. Acad. Sciences. XIV. 1895. 101—153. T. 1—11. Ref. N J. 1897, I, p. 322.

Das UnterCambrium von Sardinien bildete jedenfalls nur einen Ausläufer des nordatlantischen Meeres. Wenngleich ein eingehender Vergleich durch die mangelnde Horizontbestimmung und die nicht immer gelungene Beschaffenheit der bisher veröffentlichten Zeichnungen ausgeschlossen ist, so verweist doch das Vorkommen von Archaeocyathinen sowie der mit *Holmia Bröggeri* und *Callavei* nah verwandten Trilobiten auf einen unmittelbaren Zusammenhang mit dem nordatlantischen Ocean.

Aus dem spanischen, räumlich sehr ausgedehnten Cambrium sind bisher abgesehen von *Paradoxides* Schichten—nur Archaeocyathinen <sup>1)</sup> bekannt geworden, so dass eine bestimmte Angabe über die geographische Stellung unthunlich ist. Das häufige Auftreten dieser Gruppe kennzeichnet die kalkigen Ablagerungen des UnterCambrium von Sardinien und West-Amerika. In den sandigen oder schiefrigen Bildungen Nord-Europas fehlt *Archaeocyathus* abgesehen von dem Durnesskalk.

c) *Pendschab—Provinz des UnterCambrium.*

Die in der indischen Salzkette <sup>2)</sup> bisher gefundenen Trilobitengattungen *Olenellus* sp. und *Ptychoparia* [*Pt. indica* Waag. sp. <sup>3)</sup>] gehören nebst *Lingula*, *Orthis* und *Stenotheca*

<sup>1)</sup> Vergl. Lethaea paleozoica Bd. I, p. 303. *Ethmophyllum Marianum* F. Roem. sp. aus den Sierra Morena; die andere bisher beschriebene Art von *Ethmophyllum* stammt aus Nevada und wird hier von *Archaeocyathus* s. str. begleitet (Hinde, Quart. Journ. Geol. Society. 1889, p. 133, 434).

<sup>2)</sup> Vergl. besonders: Waagen, Salt Range Fossils, IV, p. 94 und Noetling, on the Cambrian Formation of the Eastern Salt Range. Rec. Geolog. Survey of India. Vol. XXVII, Th. 3, 1894. In beiden Arbeiten finden sich die weiteren Litteraturnachweise über die früher zum Silur und dann zum Obercarbon gestellten „Neobolus-Beds“. Die Stratigraphie ist in der unten folgenden Tabelle auszugsweise wiedergegeben.

<sup>3)</sup> *Conocephalus Warthi* Waag. ist eine typische *Ptychoparia* mit beweglichen Wangen; zu derselben Gattung dürfte auch *Olenus? indicus* Waag. gehören, sofern man eine Bestimmung der mangelhaft erhaltenen Reste versuchen will.

zu den auch anderwärts das untere Cambrium kennzeichnenden Typen. Die Brachiopoden sind jedoch fast durchweg eigenthümlich, so *Neobolus*, *Lakhmīna*, *Schizopholis* und *Discinolepis*. Nimmt man hierzu noch die, abgesehen von dem untersten Sandstein, durchaus eigenartige petrographische Entwicklung, die Häufigkeit der Dolomite und vor allem das Vorkommen einer sonst im Cambrium fehlenden Salzbildung, so erscheint die Annahme einer selbständigen Provinz naturgemäss. Dieselbe entspricht nur der Epoche des Untercambrium; ein wesentlich höheres Alter der *Neobolus*-Schichten lässt sich nach Noetlings Beobachtungen nicht rechtfertigen. Andererseits kann die Dolomitgruppe (III siehe Tabelle) noch nicht dem Mittelcambrium zugewiesen werden, da untercambrische Reste in derselben vorkommen.

d) *Continente des Untercambrium (Algonkischer, Arktischer, Mitteleuropäischer Continent).*

Wenn bei der Reconstruction alter Meeresbecken die gleichmässige Vertheilung der fossilen Faunen manche geographische Lücken ausfüllt, so ist der Versuch, die Grenzen der Continente zu bestimmen, mehr von geologischen Beobachtungen abhängig. Selbstverständlich muss die Thatsache des Fehlens von Ablagerungen auf der heutigen Erdoberfläche mit um so grösserer Vorsicht bei der Beurtheilung palaeogeographischer Verhältnisse benutzt werden, je weiter wir in der geologischen Zeitrechnung zurückgehen, je grösser, mit anderen Worten, die Wirkung der denudirenden Kräfte gewesen ist.

Die sichersten Schlüsse gestattet die Beobachtung transgredirender Lagerung, vorausgesetzt, dass die stratigraphische Lücke nicht allzu gross ist. Wenn eine grössere Anzahl von Formationen fehlt (wenn z. B. obere Kreide die Steinkohlenformation überlagert), so ist die Entscheidung über die Frage

schwierig, welche älteren Marinbildungen während der, der letzten Meeresbedeckung vorausgehenden Festlandzeit denudiert wurden. Vollkommen sicher gestellt ist nach dem eben erörterten das Vorhandensein des Algonkischen Festlandes im Centrum des heutigen Nord-Amerika.

Bis zu dem Wahsatchgebirge in Utah und dem Eureka-gebiet in der Mitte von Nevada reicht von Norden her die selbständige Entwicklung der drei Cambrischen Stufen <sup>1)</sup>. Bereits in Arizona (Grand Cañon), in Neu-Mexico und Texas lagern die transgredirenden Schichten des Obercambrium auf schwach aufgewölbten praecambrischen [algonkischen <sup>2)</sup>] Schichten. Dieselbe Lagerung wurde, wie die schönen Uebersichtskarten von Walcott zeigen, in Wyoming, Süd-Montana, Dakota (den Black-Hills), Missouri (Ozark Mt.), Wisconsin, Minnesota und in den Adirondack Bergen (New-York) beobachtet. Jedenfalls hat hier während oder nach dem Abschluss der präcambrischen Zeit eine Aufrichtung der Schichten stattgefunden, und dieses ziemlich genau die Mitte des Continentes einnehmende Land wurde erst von der obercambrischen Transgression wieder überflutet. Die nach Osten hin deutenden faunistischen Beziehungen des untercambrischen Westmeeres machen eine Verbindung mit dem nordatlantischen Becken wahrscheinlich. Da sich der Algonkische Continent nach Süden (nach der Grenze von Californien zu) verbreitert, dürfte eine nördliche Verbindung etwa in der westlichen Fortsetzung der heutigen Hudson-Bay bestanden haben.

Weniger sicher begründet ist die Annahme eines arktischen Continentes. Es ist wesentlich der litorale Charakter der unteren und der mittelcambrischen Sedimente, sowie die einheitliche Zusammensetzung der europäi-

<sup>1)</sup> 10 Ann. Rep. U. S. Geol. Survey. Taf. 44. Bull. U. S. Survey, № 81 (Cambrian). Taf. III.

<sup>2)</sup> In geringerem Maasse kommen archaische Schichten in Frage.

schen und ostamerikanischen Fauna, welche das Vorhandensein einer uralten den Norden des Atlantic in ost-westlicher Richtung durchziehenden Küstenlinie wahrscheinlich macht. Hierzu kommt als Bestätigung das vollkommene Fehlen cambrischer Ablagerungen in den arktischen Gebieten, wo nach den vorliegenden Berichten altsilurische Ablagerungen auf dem Urgebirge lagern. Auch die Mitte von Europa dürfte am Beginn der cambrischen Zeit landfest gewesen sein: Sardinien, Süd-Spanien, Nord-Frankreich, Bornholm, Esthland enthalten altcambrische litorale Bildungen. Das vollkommene Fehlen gleichalter Formationen in der wohl durchforschten Mitte von Europa fällt um so mehr ins Gewicht, als aus Languedoc und Böhmen gleichartig <sup>1)</sup> entwickelte mittelcambrische Transgressionsbildungen <sup>2)</sup> bekannt sind.

Wie weit sich im heutigen Asien der arktische Continent südwärts erstreckt hat, muss unentschieden bleiben. Immerhin macht die discordante Auflagerung von silurischen (?) und devonischen Schichten auf Urgebirge, welche im nördlichen Ural beobachtet wurde, das Vorhandensein von Land in diesem Gebiet nicht ganz unwahrscheinlich. Abgesehen von dem conglomeratischen Charakter des basalen Cambrium ist die Ausdehnung der nachweisbar vorhandenen cambrischen Landmassen so bedeutend, dass eine Besprechung der Mythe von dem uferlosen altpaläozoischen Meere unnöthig erscheint.

## 2) Das Mittelcambrium.

Während der mittelcambrischen Zeit lässt sich in einigen Gebieten ein Vorrücken, in anderen ein Rückzug des Mee-

<sup>1)</sup> *Paradoxides rugulosus* Corda, *Conocephalus coronatus*.

<sup>2)</sup> Die Bestimmung der 10 m. mächtigen Conglomerate mit *Orthis Kuthani* Pompecki als Untercambrium kann nicht als erwiesen gelten. Die darüber lagernden böhmischen Paradoxidesschichten entsprechen ausschliesslich der skandinavischen Zone des *Par. Tessini*, die Zone mit *Orthis Kuthani* somit derjenigen des *Parad. oelandicus*.

res nachweisen. Wenngleich die positive Bewegung die negative auf dem unserer Untersuchung zugänglichen Theile der Erdoberfläche vielleicht um ein Geringes überwiegt, so liegt doch keine Veranlassung vor, in mittel- oder obercambrischer Zeit ein allgemeines Vorrücken des Meeres gegen die Festländer anzunehmen <sup>1)</sup>)

a) Die Ausdehnung des Nordatlantischen Meeres erfährt, wie die Vertheilung der Faunen in Amerika und Europa beweist, einige Veränderungen. Ob das Vorkommen von skandinavischen Paradoxides-Quarziten in der Gegend von Sandomir (Polen) auf ein Vordringen des mittelcambrischen Meeres in dieser Richtung hinweist, ist ungewiss. Da über ältere Bildungen in den zwischen Polen und Schweden liegenden Gebieten überhaupt nichts bekannt ist, so erscheint die Annahme einer entsprechenden Ausdehnung des untercambrischen Meeres ebenfalls denkbar. Andererseits ist in Nordschottland eine Einengung des cambrischen Meeres nachweisbar. Der Durnesskalk mit *Salterella* und *Archaeocyathus* schliesst sich am nächsten dem Untercambrium <sup>2)</sup>) an und könnte nur in sehr geringer Ausdehnung noch dem Mittelcambrium homotax sein. Jedenfalls hat wohl zur Zeit der Paradoxidesschichten in Schottland wie auf der Westseite des Atlantischen Oceans eine negative Bewegung des Meeres stattgefunden. Die Paradoxidesfauna ist in Nordamerika nur in den drei am weitesten östlich gelegenen Küstengebieten bekannt: Im östlichen Theile von New-Foundland (Manuels Brook, Halbinsel Avalon), Neu-Braunschweig (St.-John) und Massachusetts (Braintree bei Boston). An dem letztgenannten weit nach Süden vorgeschobenen Punkte sind nur Schichten mit dem böhmischen *Par. spinosus* Boeck und dem

<sup>1)</sup> Man vergleiche Koken, Vorwelt, p. 85 und p. 94.

<sup>2)</sup> *Piloceras* ist bisher nur in Schottland vorgekommen, gewährt also keine stratigraphischen Anhaltspunkte.

nahe verwandten *Paradoxides Harlani* Green <sup>1)</sup> gefunden worden, während im östlichen Theile der britischen Besitzungen die europäischen Zonen sämtlich mit Ausnahme des obersten Horizontes (Andrarumkalk) vertreten sind. Gegenüber der weiten Ausdehnung der Olenellus-Fauna, welche sich bis Süd-Labrador (Anse au Loup), Quebec (in den silurischen Conglomeraten) und Ost-Tennessee verbreitet, bedeutet dies eine wesentliche Einengung <sup>2)</sup> des Meeresgebietes. Indirekt deutet auch die faunistische Selbständigkeit des westlichen Mittelcambrium (s. u.) auf eine Unterbrechung der arktischen Meeresverbindung hin, welche die Olenellusfauna des Felsengebirges mit der des Atlantischen Oceans verband.

b) Die mediterrane mitteleuropäische Transgression.

Der negativen Meeresbewegung im atlantischen Gebiete steht eine Transgression gegenüber, welche zur Zeit des älteren Mittelcambrium den südlichen zwischen Böhmen und Mittelfrankreich gelegenen Theil des europäischen Urcontinentes überflutete und auch in Nordspanien <sup>3)</sup> Reste der *Paradoxides*fauna hinterlassen hat. Allerdings liegen nur aus Languedoc <sup>4)</sup>, Sardinien (vergl. oben) und Mittelböhmen

<sup>1)</sup> Walcott, Fauna of the Braintree Argillites. Bull. U. S. Geol. Survey. № 10 (1884), p. 41 ff.

<sup>2)</sup> Nur in Labrador könnte das Fehlen der *Paradoxides*fauna durch spätere Denudation erklärt werden, da hier Olenellusschichten das hangendste Glied der Schichtenfolge bilden. Bei Quebec fehlt die *Paradoxides*fauna in den silurischen Conglomeratlagen und bei Rogersville, Ost-Tennessee, ist das Mittelcambrium zwischen den oberen und unteren Gliedern der Formation nicht vertreten. Aus Georgia und Alabama wird nur die Thatsache des Vorkommens einer „middle Cambrian-Fauna“ ohne nähere Angaben erwähnt. Bull. U. S. Geol. Survey. 81, p. 304.

<sup>3)</sup> Schiefer von Rivadeo, Verneuil und Barrois.

<sup>4)</sup> Bergeron, Étude géologique du massif ancien situé au sud du Plateau Central. Ann. des sciences géologiques. Bd. 22. 1889, p. 75 ff. Beschreibung der Arten, p. 333—342. Im Liegenden der *Paradoxidess*schichten treten grobe Sandsteine mit Spuren von Röhrenwürmern auf, welche eine Mächtigkeit von einigen Hundert Metern besitzen und allmählich in Phyllite übergehen sollen.



(vergl. oben) die bezeichnenden Faunen vor; jedoch lässt das Vorkommen der böhmischen Arten *Par. rugulosus* und *Conocephalus coronatus* den Gedanken einer unmittelbaren Verbindung nahe liegend erscheinen; an eine unmittelbare Verbindung mit dem Norden Europas kann um so weniger gedacht werden, als die typische Fauna der Zone des *Par. Tesini* in verhältnissmässig geringer Entfernung in Russisch-Polen vorkommt. Die oben angeführten identen oder vicariirenden Arten treten gegenüber der grossen Zahl verschiedener Arten und Gattungen zurück (*Sao* bezw. *Microdiscus*, *Anomocare* und *Harpides*). Die Ueberflutung der Mitte von Europa ist also von Süden, von dem sardinischen Olenellusmeer ausgegangen und hat nur in mittelbarer Verbindung mit dem nordatlantischen Ocean gestanden. Bemerkenswerth ist die faunistische Verwandtschaft des mediterranen Meeres mit dem Osten Amerikas.

Das Vorkommen des böhmischen *Paradoxides spinosus* in Massachusetts wurde schon erwähnt, und für die mittelcambrische Fauna der Montagne Noire (Languedoc) nennt Matthew eine Anzahl vicariirender Formen aus Neu-Braunschweig <sup>1)</sup>.

Wenn man diese Sandstein-Schichten dem Untercambrium zurechnet (wofür kein palaeontologischer Grund spricht), ergibt sich eine verhältnissmässig geringere Ausdehnung der mittelcambrischen Transgression.

<sup>1)</sup> Canadian Record IV (1890), p. 260.

Languedoc.	Acadia.
<i>Par. rugulosus</i> var.	cf. <i>Pan. Etimincus</i> .
<i>Conocephalus coronatus</i> var.	cf. <i>Con. Matthewi</i> .
" <i>Levyi</i>	cf. " <i>Baileyi</i> .
" <i>Heberti</i>	cf. " <i>Walcotti</i> .
<i>Ptychoparia Rouayrouxi</i>	cf. <i>Ptych. Robbi</i> .
<i>Agnostus Sallesi</i>	cf. <i>A. vir</i> .
<i>Trochocystites Barrandei</i>	cf. <i>Ecocystites primaevus</i> .

Abgesehen von den bei Bergeron (Ann. Sc. géol. t. 22) betonten Aehnlichkeiten mit Böhmen besteht eine gewisse faunistische Uebereinstimmung mit der skandinavischen Zone des *Par. oelandicus*: *Conocephalus marginatus* Linnars. (Geol. För. Förh. III, t. 15. f. 2—4) ist ident mit *Conocoryphe* sp. bei Bergeron (t. 3. f. 2); der schlecht gezeichnete *Con. Heberti* Berg. sp.

c. *Der Pacifiche Ocean der Cambrischen Zeit.*

Eduard Suess hat aus der Lage der Gebirgsketten in den grossen Meeresbecken der Nordhemisphäre den Schluss gezogen, dass der Pacifiche Ocean ein uraltes Becken darstellt, während das Atlantische Meer jüngeren Ursprungs sei. Die vergleichende Stratologie bestätigt im wesentlichen diese auf Grund tektonischer Erwägungen erwachsene Theorie. Einen arktischen Continent in dem Norden des heutigen Atlantischen Oceans haben wir bereits kennen gelernt; die bemerkenswerthe Uebereinstimmung der mittelcambrischen Versteinerungen in den Felsengebirgen und in China lässt das Vorhandensein eines Pacifichen Beckens in mittelcambrischer Zeit als gesicherte Thatsache erscheinen; für die vorhergehenden Perioden konnte dieselbe Annahme nur auf übereinstimmende stratologische Verhältnisse begründet werden. Während das Leitfossil des Untercambrium eine weltweite Verbreitung besitzt, fehlt die Gattung *Paradoxides*, welche in allen bisher erwähnten mittelcambrischen Schichten am häufigsten und artenreichsten auftritt, in Westamerika, Argentinien und Ostasien vollkommen.

Die Fundorte des Mittelcambrium in den Felsengebirgen sind, abgesehen von den Kalken des Prospect-Berges bei Eureka (Nevada), die Highland Range (Nevada), Antelope Springs und die Oquirrh-Berge in Utah, die Gallatin-Berge in Montana (nördlich des Yellowstone Park), endlich die Schiefer des Mt. Stephens <sup>1)</sup> Territorium Alberta, (an der Canadischen Pa-

---

(t. 3. f. 3) steht *Con. (Solenopleura) cristata* Linn. sp. (Geol. För. Förh. t. 15 f. 5, 6) sehr nahe. Neu für Frankreich ist die im Breslauer Museum befindliche *Acrothele granulata* Linnars. (Ibid. t. 15. f. 15), welche ebenfalls der Zone des *Par. oelandicus* angehört.

<sup>1)</sup> Nach Rominger und Walcott finden sich hier (U. S. Bull., 81, p. 170 und 327, wo auch die Litteratur angegeben ist):

cific-Bahn) welche das Hangende der *Olenellus*-schichten bilden. Mit Ausnahme der Fundorte Antelope Springs und Mt. Stephens herrschen hier wie auf der anderen Seite des Stillen Oceans im Mittelcambrium Kalke vor, eine Thatsache, die auf eine Zunahme der oceanischen Tiefe hinweist.

Die Fauna, welche von Richthofen <sup>1)</sup> in den Kalksteinen der Provinz Liau-Tung nahe der Koreanischen Grenze und Gottsche <sup>2)</sup> später in Korea selbst auffand, entspricht, wie Dames <sup>3)</sup> erkannte, dem Mittelcambrium und ganz besonders der oberen Abtheilung desselben. Auch in Asien werden die mächtigen Quarzite, Sandsteine und Schiefer der untercambrischen (bezw. älteren) Sinischen Formation von Kalcken überlagert. Für die Vergleichung erwies sich die dem amerikanischen, sehr bezeichnenden *Olenoides quadriceps* nahestehende, auch in Korea vorkommende Gattung *Dorypyge* als besonders wichtig. Diese durch ein mit Stacheln versehenes Pygidium ausgezeichneten Formen charakterisieren z. B. im Eureka-Profil die *Olenellus*-Schichten und das Mittelcambrium. Allerdings wurden in den bis 1882 erschienenen amerikanischen Arbeiten die Schichten mit *Ole-*

---

<i>Lingulella Macconelli</i> Walc.	<i>Agnostus interstrictus</i> White.
<i>Crania columbiana</i> Walc.	<i>Olenoides nevadensis</i> Meek sp.
<i>Kutorgina prospectensis</i> Walc.	„ <i>spinus</i> Walc. sp.
<i>Acrotreta, gemma</i> var. <i>depressa</i> Walc.	<i>Ptychoparia Cordillerae</i> Rom. sp.
<i>Linnarssonsonia sagittalis</i> Bill. sp.	<i>Dolichometopus</i> [ <i>Bathyriscus</i> ] <i>Howelli</i> Walc.
<i>Orthisina Albertae</i> (non—a) Walc.	<i>Bathyriscus Dansonii</i> Walc.
<i>Platyceras Romingeri</i> Walc.	<i>Karlia Stephanensis</i> Walc.
<i>Hyalithel'us micans</i> Bill.	<i>Ogygiopsis Klotzi</i> Rom. sp.

<sup>1)</sup> v. Richthofen. China, II, p. 94, p. 101.

<sup>2)</sup> Gottsche, Geologische Skizze von Korea. Sitz. Ber. der Kgl. preuss. Akademie 1886 (XXXVI) Sitzung vom 15 Juli. S.-A. p. 2. Gottsche gliedert die cambrische Schichtenreihe in unten 1) Sandstein 2) untere Mergelschiefer mit Wellenfurchen und Trockenrissen 3) Obere Mergelschiefer mit Kalk vom Habitus des Andrarumkalkes, 4) untere Kalke mit Trilobiten, 5) obere Kalke ohne Versteinerungen.

<sup>3)</sup> Dames in v. Richthofen. China IV, p. 33 (1882).

*noides quadriceps* fälschlich als „Quebec group“ (Untersilur) bezeichnet, und Dames war somit vollkommen im Recht, wenn er die Dorypygeschichten mit dem Ceratopygekalk verglich.

Auf Grund der neueren amerikanischen Forschungen sind die Gesteine mit *Dorypyge Richthofeni* von Wu-lo-pu älter als die mittelcambrischen Kalke von Sai-ma-ki und Ta-ling mit *Conocephalus*, *Anomocare* und *Ptychoparia (Liostracus)*<sup>1)</sup>. In Korea kommen die cambrischen Triboliten, u. a. *Anomocare planum* Dames, *A. majus* Dam. sowie *Lingulella Nathorsti* Linn. nur in einer 30 m. mächtigen Schichtgruppe vor.

Ein bezeichnender Charakterzug der pacifischen Fauna des Mittelcambrium ist neben dem Fehlen von *Paradoxides* das häufigere Auftreten der ältesten Asaphiden *Bathyriscus*, *Dolichometopus* und *Asaphiscus*; die bedeutende, dem Kopfschild gleichkommende Grösse des Pygidium und der Verlauf des Gesichtsnaht zeichnet diese Formen aus, deren weitere Verbreitung erst am Beginn der silurischen Zeit erfolgte. Daneben beobachtet man zahlreiche Arten von *Conocephalus*, *Ptychoparia* und *Agnostus* (während *Microdiscus* und *Ellipsocephalus* fehlen). Als eigentümliche neue Formen sind ferner *Karlia*, *Chariocephalus* und *Ptychaspis* zu nennen, während *Olenoides*, *Acrothele* und *Acrotreta* auch das westliche Unterambrum kennzeichnen. *Hyolithellus micans* ist ein Ueberrest aus dem Unterambrum, *Linnarssonina sagittalis* die einzige Art, welche in den älteren und mittleren Schichten allgemeine Verbreitung besitzt.

---

<sup>1)</sup> Die Annahme eines untercambrischen Alters für die Dorypygeschichten ist discutabel geworden, seit Walcott eine echte *Dorypyge* aus den *Olenellus*-schichten von Vermont beschrieben hat (X. Ann. Rep. U. S. Survey. p. 644, 645); *Dorypyge* unterscheidet sich durch die Körnelung der Oberfläche von *Olenoides*.

### 3) Das Obercambrium.

Zwei grossartige, sicher nachweisbare geologische Ereignisse kennzeichnen die obercambrische Zeit:

I. Der Rückzug des Meeres aus dem mitteleuropäischen Gebiet.

II. Die Transgression des algonkischen Continentes in Nordamerika.

Gleichzeitig mit der Ueberflutung des Binnenlandes von Nordamerika erfolgte eine vollständige Trennung des Akadischen, durch die nord-atlantische *Olenus*-Fauna gekennzeichneten Obercambrium von der *Dicellosephalus*-Fauna des den heutigen amerikanischen Continent bedeckenden Meeres. Vielleicht ist das letztere Ereigniss als die erste Aufwölbung im Gebiet der Appalachen zu deuten. Auch im Obercambrium dürften die positiven und negativen Aenderungen des Meeresniveaus ungefähr die gleiche räumliche Ausdehnung besitzen.

I. Der Beweis für den Rückzug des Meeres aus dem Mediterrangebiet bildet das vollkommene Fehlen aller obercambrischen Schichten zwischen dem Paradoxiden-Niveau und dem in Böhmen sowie im Süden von Europa nachgewiesenen Untersilur. Die Schichten, die man bisher in den erwähnten Gegenden als Obercambrium gedeutet hat, sind Aequivalente des Tremadoc. So vor allem die durch *Harpides* und *Amphion* gekennzeichneten Zonen  $D^1\alpha$  und  $\beta$  in Böhmen und die Schichten von Leimitz bei Hof. Auch in Languedoc <sup>1)</sup>, in Sardinien und Spanien sind nirgends Vertreter des Obercambrium bekannt geworden.

---

<sup>1)</sup> Es liegt keine Veranlassung vor, das von Bergeron (l. c. p. 81) sogenannte „Olénidien“ vom Mittelcambrium zu trennen, *Olenus* ist in diesem „Olénidien“ nicht gefunden worden.

II. Die Transgression des algonkischen (nordamerikanischen) Continents überflutet das ganze weite Innere des Landes vom Rande der heutigen Rocky-Mountains bis New-York, ohne jedoch den damaligen nordatlantischen Ocean zu erreichen. Auch Theile eines, wie es scheint zur mittelcambrischen Zeit trocken gelegten Gebietes (Ost-Tennessee) werden wieder von dem obercambrischen Ocean bedeckt. Andererseits verschiebt sich — wahrscheinlich durch eine von der Bewegung des Meeres unabhängige Gebirgsfaltung die Küste des nordatlantischen Oceans weiter nach Nord-Osten. Die europäischen Zonen mit *Parabolina* und *Dictyonema* finden sich nur in Acadia, während die *Paradoxides*-Fauna noch in Massachusetts in typischer Entwicklung vorkommt.

Die eingehende Untersuchung der obercambrischen *Dicellocephalus*-Fauna und ihrer Sedimente in den verschiedenen Theilen der Vereinigten Staaten ist besonders das Werk Hall's und Walcott's. Doch tritt schon bei einer flüchtigen Durchquerung der im Osten und Westen fast unverändert bleibende Charakter des Potsdam-Sandsteins <sup>1)</sup> mit seinen Wellenfurchen und Trockenrissen klar hervor. Das Meer drang über das Land vor und lagerte die klastischen Massen, welche von der Brandung verarbeitet oder von Strömen zugeführt waren, als Sandbänke längs der Küste oder in weiter abliegenden, flach bleibenden Meerestheilen ab. In Arizona und Texas, Missouri, in den Black Hills, (Wyoming-Dacota) am Ost-Abfall der Felsengebirge, dann längs der ganzen Nordgrenze in Minnesota, Wisconsin, Michigan, endlich in Canada und den Adirondack-Bergen im Staate New-York, überall ist das Bild dasselbe: Der Potsdam-Sandstein lagert discordant auf praecambrischen Gesteinen und umschliesst eine, im wesentlichen einheitlich gestaltete, von der atlantischen völlig ver-

<sup>1)</sup> „Potsdam“ liegt im Staate New-York. Der untersilurische „Berlin grit“ bildet das für deutsche Ohren ebenso heimatlich klingende Gegenstück.

schiedene Fauna. Nur in einigen Gegenden nahm das Meer rascher an Tiefe zu, und dann lagern über den reinen Sandsteinen kalkig-sandige oder reinkalkige Gesteine (Arizona, Texas, Black Hills). Die letzteren enthalten meist eine reichere Fauna, so im Grand-Cañon des Colorado, wo die unteren rothen („Tonto“-) Sandsteine nur Wurmrohren enthalten, während in den oberen, heller gefärbten mergeligen Sandsteinlagern <sup>1)</sup> Brachiopoden und Trilobiten gefunden werden.

Nach dem Vorhergegangenen sind zur obercambrischen Zeit die folgenden Meeresbecken nachweisbar:

a) *Nordatlantisches Meer.*

Nachdem dies uralte Meeresbecken anfänglich in Amerika (Massachusetts) und in Osteuropa (wo in Polen die *Olenus*-schichten fehlen) eine Einengung erfahren zu haben scheint, erfolgte gegen Schluss des cambrischen Zeitalters eine Vertiefung des Oceans. Die Dictyonemaschiefer, eine ausgesprochene Tiefseebildung, finden sich nicht nur über den altcambrischen Schichten von Skandinavien, England und Neu-Braunschweig; sie überlagern auch in den deutschen Ostseeprovinzen die wenig mächtige Küstenbildung des Obolensandsteins und erscheinen in Belgien als einzige versteinierungsführende Schicht des Cambrium. Die im Liegenden auftretenden Phyllite von Salm, Revin und Fumay sind zwar schon seit lange mit den Penrhynschiefern Englands verglichen worden <sup>2)</sup>. Doch beruht diese Annahme im Wesentlichen auf der concordanten Ueberlagerung durch Dictyonemaschiefer.

b) Das Pacifisch-amerikanische Meer bedeckt fast die ganze südliche Hälfte von Nordamerika und reicht wahrschein-

<sup>1)</sup> Die Deutung derselben als Silur bei E. Kayser, Geologische Formationskunde ist unrichtig.

<sup>2)</sup> Denen dieselben zum Theil petrographisch sehr ähnlich sind.

lich über den Pacifischen Ocean bis Nord-China. Die Kalke von Liau-Tung bilden jedenfalls noch nicht den hangendsten Theil der sinischen Formation.

Ein von E. Kayser aus Argentinien beschriebener, nicht sonderlich günstig erhaltener *Olenus* schien das obercambrische Alter der betreffenden Ablagerung zu verbürgen <sup>1)</sup>; doch ist die Bestimmung neuerdings von demselben Forscher berichtigt worden <sup>2)</sup>. Nach den neueren Entdeckungen liegt mittleres Cambrium in pacifischer Entwicklung vor. Der nordwestliche Zipfel des heutigen Argentinien gehörte also zu demselben Meeresgebiet wie die nordamerikanischen Cordilleren.

Die entsprechenden Ablagerungen aus Süd-Ost-Australien und Tasmanien mit *Dicellocyphus tasmanicus* R. Ether. und *Conocyphus? Stephensi* R. Eth. würden ebenfalls auf die amerikanisch-pacifische Fauna verweisen <sup>3)</sup>. Die von H. Woodward von der York-Halbinsel, Süd-Australien, beschriebenen *Conocyphus australis* und *Dolichometopus Tatei* <sup>4)</sup> gestatten keine ganz sichere Altersdeutung.

Von den drei grossen Landmassen des Beginnes der cambrischen Zeit ist am Schluss dieses Weltalters der algonkische Continent verschwunden, die beiden anderen haben jedoch allem Anscheine nach eine wesentliche Erweiterung erfahren:

Das arktische Festland dürfte sich in Ost-Amerika weiter nach Süden ausgedehnt haben, da die einschneidende Ver-

<sup>1)</sup> In Stelzner, Beiträge zur Geologie und Palaeontologie der Argentinischen Republik. 1876, p. 28.

<sup>2)</sup> E. Kayser. Zeitschr. deutsche geolog. Gesellschaft 1897 p. 278 u. 306. Die früher als *Olenus* beschriebene Form wird jetzt zu *Crepicephalus* gestellt. Für Mittelcambrium sind ausser *Arionellus* besonders zwei neue als „*Liostracrus*“ bezeichnete Ptychoparien bedeutsam, welche skandinavischen Arten nahe stehen, wie auch von E. Kayser betont wird.

<sup>3)</sup> Papers and Proceedings of the Royal Soc. of Tasmania. 1882, p. 152, 153 (Teste Walcott Bull. 81, p. 378).

<sup>4)</sup> Geolog. Mag. Dec. III Vol. I, 1884, p. 342—344.



chiedenheit der amerikanisch-pacifischen und der atlantischen Fauna eine solche Trennung voraussetzt.

Das europäische Festland entspricht dem heutigen Mittelmeergebiet und wahrscheinlich auch der sarmatischen Ebene. Allerdings beruhen diese Annahmen vor allem auf dem Fehlen der obercambrischen Ablagerungen in den fraglichen Gegenden und sind daher nicht vollkommen einwandfrei.





Übersicht der Hauptabteilungen des Cambrium in Amerika, Asien und Australien.

	Neu-Braunschweig, New Foundland und Massachusetts (wesentlich nach Matthew)	New-York (J. Hall, Walcott)	Tennessee (Walcott)	Kentucky (Bayley Willis)	Oberes Mississippithal (Wisconsin, Minnesota, Iowa)	Arizona	Texas	
Hangendes	Schiefer mit <i>Tetragraptus</i> u. <i>Dichograptus</i> Versteinerungsreicher Schiefer	Chazy limestone Calciferous sandrock	Untersilur (Knox-Dolomit)	Untersilur (Knox-Dolomit)	St. Peter sandstone Lower magnesian limestone	Untercarbon (Red wall limestone) Lücke	Kreide	
Ober-Cambrium	Schiefer mit <i>Dictyonema flabelliforme</i> Zonen mit <i>Peltura</i> und <i>Parabolina</i> Zone mit <i>Agn. pisiformis</i> , <i>Lingulellaradula</i> , <i>Lingulella Starn.</i>	Kalk der Südseite d. Adirondacks mit <i>Lingulepis</i> , <i>Ptychoparia</i> , <i>Ptychaspis</i> , u. <i>Dicelloccephalus</i>	Transgredirender Potsdam-Sandstein der Nord- u. Ostseite der Adirondack Mountains	Knox shale mit <i>Crepicephalus</i> und <i>Agnostus</i> Knox sandstone	Nolichuky-Schiefer Maryville Kalke Rogersville Schiefer	Potsdam sandstone (Sioux-Quarzite, St. Croix sandstone, Lake Superior sandstone) mit <i>Dicelloccephalus minnesotensis</i> , <i>Dendrograptus</i> , <i>Aglaspis</i> , <i>Ptychaspis</i> , <i>Chariocephalus</i> , <i>Femphigaspis</i>	Ohne Discordanz Kalkiger Tonto-Sandstein mit <i>Obolella</i> , <i>Lingulella</i> und <i>Ptychoparia</i> Rother Tonto-Sandstein mit <i>Scolithus</i>	Kalk Sandstein Kalk Sandstein
Mittel-Cambrium	St. John group (Acadia) mit <i>Paradoxides</i> N. B. N. F., <i>Braintree Argyllites</i> (Mass.) mit <i>Par. spinosus</i> und <i>Hartoni</i>	? Kalk von Stissing mit <i>Olenoides stissingensis</i> , <i>Leporditia</i> , <i>Kutorgina</i> ↓ ?	?	Rutledge Kalk (hierher auch der Blue Ridge Sandstein von Virginia)	Fehlt ?	↓ ? Fehlt?	↓ ?	
Unter-Cambrium	Protolenus Sch. Südl. N. Braunschweig 5 Zonen. Zone des <i>Olenellus Kjerulfi</i> (N. B.) Zone mit <i>Ol. Bröggeri</i> (N. F.) Schiefer v. N. Attlebro (Mass.) mit <i>Ol. Walcottii</i> ; Kalk von Nahant (Mass.) Basale Conglomerate N. F. (Etcheminian series)	Schiefer von Troy mit <i>Olenellus asaphoides</i> , <i>Microdiscus</i> , <i>Fordilla</i> , <i>Archaeocyathus</i> , <i>Scenella</i> Quarzit des Westabhanges der Green Mts. (Granular Quarz)	Chilhowee sandstone m. <i>Olenellus</i> und <i>Scolithus</i> Ocoee conglomerate	Rome Schiefer	Fehlt	Fehlt		
Liegendes	Präcambrisches (Mass.) oder Archaisches (N. F.) Urgebirge	Archaisch	?		Discordanz Archaisch oder Algonkisch (Keweenaw sandstone am Lake Superior)	Discordanz Präcambrische Grand Cañon series sowie Archaischer Gneiss	Llano-Formation	

	Nevada (Eureka und Highland Range) Hague	Utah Biu Cottonwood Cañon und Antelope Springs	British Columbia und Mt. Stephens, Alberta	Nordchina (Liau-Tung) und Korea v. Richthofen, Gottsche	Ostindische Salzkette (Salt Range, Pendschab) Noetling	Südaustralien (und Tasmania)	Argentinien
Hangendes	Pogonip limestone mit <i>Asaphus</i> , <i>Amphion</i> , <i>Ptychoparia</i> u. <i>Dicelloccephalus</i>	Untersilur	? Untersilur		Dyas mit Glacialgeröllen	Schiefer mit <i>Phyllograptus</i> Unmittelbares Hangendes unbek.	Untersilur
Ober-Cambrium	Hamburg shale mit <i>Dicelloccephalus</i> , <i>Ptychoparia</i> , <i>Ptychaspis</i> Hamburg limestone (ohne Verst.) Secret Cañon shale mit <i>Ptychoparia</i> und <i>Agnostus</i>	Lücke ohne Discordanz	? Obercambrium	?	Lücke	Schichten mit <i>Dicelloccephalus tasmanicus</i> und <i>Conocephalus</i> ? Parara limestone (York-Halbinsel, Südaustralien) mit <i>Conocephalus australis</i> und <i>Dolichometopus Tatei</i>	Glimmersandstein v. Salta und Jujuy mit <i>Ptychoparia</i> , <i>Agnostus</i> und <i>Arionellus</i>
Mittel-Cambrium	Prospect Mountain-Kalk oben: <i>Protypus</i> und <i>Kutorgina</i> unten: <i>Olenoides</i> und <i>Scenella</i>	Kalkiger Schiefer mit <i>Asaphiscus</i> und <i>Olenoides nevadensis</i> (Antelope Springs)	Castle Mountain group mit <i>Agnostus</i> , <i>Dolichometopus Howelli</i> , <i>Dorypyge</i> , <i>Olenoides nevadensis</i> und <i>Asaphiscus</i>	Sinische Formation transgredirend über Gneiss und präcambrischen Wutai-Schichten	IV. Gruppe der Salzpseudomorphosen (Bhanganwalla group)		
Unter-Cambrium	<i>Olenellus</i> -Zone mit <i>Ol. Gilberti</i> und <i>Olenoides</i> Prospect Mountain-Quarzit	Schiefer mit <i>Olenellus Gilberti</i> u. <i>Dolichometopus productus</i> (Cottonwood u. Oquirrh) Quarzite und Schiefer von Big Cottonwood Cañon ↓ ? Algonkian	Bow River Series Oben: Thonschiefer mit <i>Olenellus Gilberti</i> im Castle Mountain limestone Unten: Sandsteine, Quarzite und Conglomerate (Bow River-Quarzite)		Kalke von Liau-Tung und Korea mit <i>Dorypyge</i> und <i>Anomocare</i>	III. Dolomitgruppe (Magnesian sandstone = Jutana group) mit <i>Stenothecca rugosa</i> und <i>Schizopholis</i> . 5maliger Wechsel von Dolomitwänden und Schichten von sandigem Dolomit und Thon II. <i>Neobolus</i> - Schichten oder Klussak group 5. Z. mit <i>Olenellus</i> 4. Z. d. <i>Neobolus Warthi</i> . Schiefer mit <i>Laktina</i> , <i>Schizopolis</i> , <i>Discinolepis</i> 3. Ob. Anneliden-Sandstein 2. Z. d. <i>Hyolithus Wynnei</i> . Schiefer mit Trilobiten 1. Unt. Anneliden-Sandstein I. Purpur-Sandstein oder Khe-wra group	