

Die Gliederung
der
eozoischen (vorsilurischen)
Formationsgruppe Nord-Amerikas.

Habilitationsschrift

mit Genehmigung

der

philosophischen Fakultät der Universität zu Leipzig
den 15. März 1869 Vormittags 11 Uhr
im Collegium Juridicum öffentlich zu vertheidigen

von

Dr. Hermann Credner.



•Halle,
gedruckt bei W. Plütz.
1869.

Nord-Amerika verdankt den vieljährigen und gründlichen Arbeiten eines Dawson, Emmons, Hitchcock, Hunt, Logan, Marcou, Murray, Rogers und Whitney die Erforschung und Gliederung jener mächtigen Gesteinsgruppe, welche man allgemein und so auch auf jenem Continente bis dahin unter dem Namen der primitiven, azoischen, prozoischen, und hypo-
zoischen Formationen zusammen zu fassen pflegte. Von jenen Forschern wies zuerst Emmons, später Logan, Dawson und Murray nach, dass im sogenannten azoischen Systeme Spuren von organischem Leben begraben liegen, dass das Material der Gesteinsreihe, welche man als primitiv bezeichnete, als Absatz des Meeres noch älteren Gebilden entstammen und auf älteren abgelagert worden sein muss.

Es ist jedoch nicht zu erwarten, dass die Schlüsse, welche die genannten Forscher aus Beobachtungen in Formationen gezogen haben, deren verwickelte architektonische Verhältnisse, deren Armuth an massgebenden organischen Resten, deren wechselnder petrographischer Charakter so verschiedene Deutung zulässt, überall übereinstimmen sollten. Ebenso ist es nur zu natürlich, dass auch umgekehrt die verschiedenen Ansichten der Beobachter über die Genesis jener krystallinischen Gesteinsreihe auf die Beobachtung selbst bedeutenden Einfluss ausgeübt haben.

Die Resultate der Forschung der erwähnten Geognosten mit denen eigner Untersuchungen in fast der ganzen östlichen Hälfte Nord-Amerikas*), zu einem Gesamtbilde der vorsilurischen Gesteinsreihe jenes Continentes zu vereinigen, soll in dem Folgenden versucht werden.

Was das eingehende Studium der äusserst verworrenen, geotektonischen Verhältnisse dieser vorsilurischen Formationen anbelangt, so wird dasselbe durch den Mangel an zuverlässigen oder genügend speciellen kartographischen Grundlagen fast unmöglich gemacht, hat demgemäss bis jetzt noch wenig Erfolg gehabt.

Als die wichtigsten auf die eozoischen Formationen Nord-Amerikas bezüglichen Publicationen lassen sich bezeichnen: für die englischen Provinzen

Logan, Murray, Hunt, Billings. Geology of Canada. 1863.

Logan, Dawson, Carpenter, Hunt. The Laurentian Rocks of Canada and on Eozoon Canadense. — Quart. Journ. Febr. 1865.

Dawson and Carpenter. Notes on Eozoon Canadense. Quart. Journ. 1867 pg. 257.

Bailey. Geology of Southern New Brunswick. 1865.

Dawson. Acadian Geology. 1868.

für die Vereinigten Staaten

Hitchcock. Geology of Massachusetts. 1835.

Hitchcock and Hager. Geology of Vermont. 1861.

Marcou. The Taconic and Lower Silurian Rocks of Vermont. — Proc. Bost. Soc. of Nat. Hist. 1861. Nov.

Correspondence of Barrande, Logan and Hall on the Taconic System. Am. Journ. 1861 Vol XXXI, pag. 210.

Hunt. On some points in American Geology. Am. Journ. 1861. Vol XXXI, pag. 392.

*) In den eozoischen Formationen von New Brunswick, New York, New Jersey, Pennsylvania, Virginia, den beiden Carolinas, Georgia, Tennessee und Michigan während der Jahre 1865 bis 68. (Siehe meine Reiseskizzen in Zeitsch. d. deut. geol. Gesell. XVII pag 388, — XVIII pag 77, — XIX pag 33, — XXI, Heft 2. Neues Jahrb. für Min. 1865 pag 803, — 1867 pag 442 und Berg u. Hüttenm. Zeitg. 1866 pag 3, 16, 29, 5, 144. — 1867 pag 8, — 1868 pag 1.)

- Marco u. The Taconic Rocks of Vermont and Canada. 1862.
 Emmons. The Taconic System. 1844.
 Emmons. Geology of the second Distr. of New York. 1838.
 Kitchell. Geology of New Jersey. 1856.
 Rogers. Geology of Pennsylvania. 1858.
 Emmons. Geology of the Midland Counties of North Carolina. 1856.
 Lieber. Geology of South Carolina. 1857—60.
 Safford. Geology of Tennessee. 1856.
 Foster and Whitney. Geology of the Lake Superior Land District. 1851.
 Kimball. The iron ores of Marquette in Michigan. Am. Journ. May. 1865.
-

Bei einer Beschreibung vorsilurischer Formationen kommt es vorerst auf die Feststellung ihrer oberen Grenze, also die Bestimmung des untersten Horizontes des Silur an.

In den Arbeiten der Geologen des Staates New York, welchen man die erste Gliederung der paläozoischen Schichtenreihe Nord-Amerikas verdankt, wurde der ältesten damals bekannten, versteinerungsführenden Schichtengruppe der Name Potsdam-Sandstein beigelegt, eine Bezeichnung, welche von den übrigen Geognosten Amerikas adoptirt worden ist. Die Potsdam-Sandstein-Gruppe besteht vorwaltend aus dünn-geschichteten, weissen, grauen oder rothbraunen Sandsteinen. Diese umfassen in ihren unteren Horizonten häufig Betten eines groben Conglomerates und sind zonenweise von thonigen Schiefern vertreten. Dieser Schichtencomplex erreicht eine Mächtigkeit von mehreren Tausend Fuss; seine horizontale Ausdehnung ist, — bis auf die der eozoischen, — die grösste aller sedimentären Formationen Nord-Amerikas, indem der selbe die sämmtlichen paläozoischen Gebilde des weiten Mississippi-Thales unterteuft. Die Ausgehenden dieser Unterlage von Potsdam Sandstein sind vom südlichen Texas bis nach Canada und von der Mündung des Lorenz-Stromes bis nach Alabama verfolgt worden.

Organische Reste sind in der Potsdam-Sandstein-Gruppe im Allgemeinen spärlich. Nur an einzelnen Localitäten tre-

ten sie in meist geringerer Artenzahl, aber in grosser Menge der Individuen auf. *Lingula prima* Conr., *L. antiqua* Hall und mit ihnen einige *Obolella* Arten, so *O. Apollinis* Ow. bedecken oft ganze Schichtungsflächen des Potsdam-Sandsteins. In Wisconsin und Minnesota sind zuweilen fussmächtige Bänke dieser Formation mit Trilobiten und deren Bruchstücken angefüllt. Unter diesen sind *Conocephalites hamulus* Ow., *C. minutus* Bradl., *C. minor* Shum., *Dikelocephalus Minnesotensis* Ow., *D. Pepinensis* Ow., *Arionellus bipunctatus* Shum., *Agnostus parilis* Hall und *A. Josepha* Hall am bezeichnendsten und sämmtlich beschrieben und abgebildet von J. Hall, Contributions to Palaeontology, April 1863. *Theca gregaria* Meek u. Hayden, und *Th. primordialis* Hall liegen in den westlichen Staaten in grösster Menge in den zur Potsdam-Sandstein-Gruppe gehörigen Schiefern eingebettet.

Die Aequivalenz der Potsdam-Sandstein-Gruppe mit der Primordial-Zone Böhmens und dem tiefsten Horizonte der englischen Silurformation, den Lingula-flags und den Tremadoc Schiefern, erscheint zweifellos, seitdem durch Owen, Hall und Shumard Trilobiten-Genera, welche in Europa ausschliesslich der untersten Etage des Silur angehören, also Paradoxides, Conocephalites, Dikelocephalus und Arionellus auch in dem Potsdam Sandsteine Nord-Amerikas nachgewiesen worden sind.

Die obere Grenze der vorsilurischen Schichten wäre hierdurch mit Sicherheit festgestellt, wenn uns nicht aus den Beschreibungen von Emmons und Marcou eine Schichtengruppe in Vermont bekannt wäre, deren Stellung in der geologischen Reihe zu anhaltenden Controversen in der amerikanischen Literatur Veranlassung gegeben hat, ohne zu allgemein anerkannten Resultaten geführt zu haben.

Oestlich vom Hudson in den Neu-Englischen Staaten und zwar hauptsächlich in Vermont entwickelt, tritt ein gegen 15,000 Fuss mächtiger Complex von körnigen Quarziten, krystallinischen z. Th. dolomitischen Kalksteinen, Talk-, Glimmer- und Thonschiefern auf, in welchen hie und da Spuren von Anneliden und Crinoiden vorkommen. Auf sie folgt eine 3000 F. mächtige Schichtenreihe von sandigen Thonschiefern, Dachschiefern, feinkörnigen Conglomeraten und Kalksteinen.

In gewissen Zonen dieser Gruppe, hauptsächlich in den Thonschiefern, sind organische Reste häufig und gehören vor Allem den Geschlechtern Chondrites, Lingula, Obolella, Olenus, Conocephalites, Dikelocephalus, Barrandia und Arionellus an. Emmons hielt diese Schichtenreihe für vorsilurisch, weil sie vom Potsdam-Sandstein überlagert werde und fasste sie unter dem Namen Taconisches System selbstständig zusammen. Während Marcou diese Ansicht theilte und sich durch die nahe Verwandtschaft der organischen Reste veranlasst sah, den Potsdam Sandstein zum Tacon zu ziehen, haben andere Geognosten, so Hall, Rogers und anfänglich auch Logan, jener Gruppe eine Stellung im Horizonte der zweiten Silurfauna angewiesen. Barrande trat ihnen entgegen, sprach die Vermonter Trilobiten als zur Primordial-Fauna gehörig an und machte auf die Unwahrscheinlichkeit des Wiedererscheinens derselben in einem jüngeren Horizonte aufmerksam. (Neues Jahrb. f. Min. Geog. u. Pal. 1860. pag. 756). Die Auffindung einer ferneren deutlichen Primordial-Fauna in der Nähe von Quebec in Schichten, welche man bisher, ebenso wie die Vermonter Schiefer, — also die obere Abtheilung des Taconischen Systems von Emmons, — für Mittel-Silur gehalten hatte, machte die Zugehörigkeit der Vermonter Schiefer zum Unter-Silur fraglos, so dass nur noch zu erörtern bleibt, ob sie unter- oder oberhalb des Potsdam-Sandsteins einzureihen, oder als diesem letzteren aequivalent zu betrachten sind. Wohl die Mehrzahl der amerikanischen Geognosten weist nehmlich den betreffenden Vermonter Schichten ihren Platz z. Th. oberhalb des eigentlichen Potsdam-Sandsteins, z. Th. diesem aequivalent an. (Geol. of Vermont. Vol I. pag. 326 u. f.) Auf der anderen Seite versichern uns Emmons und Marcou auf das Bestimmteste, dass die Ueberlagerung der Vermonter „taconischen“ Schiefer durch typischen Potsdam Sandstein an verschiedenen Aufschlusspunkten zu beobachten sei. Auf diese Ueberlagerung fussen Emmons' und Marcou's Beweise der vorsilurischen Stellung der betreffenden Vermonter Schichtenkomplexe, — auf der Ungleichförmigkeit der Ueberlagerung beruht Emmons' Trennung der Vermonter Schiefer vom Silur als Glieder eines selbstständigen Systems.

Jene von Emmons l. c. eingehend beschriebenen Lagerungsverhältnisse der „Taconischen Schichten“ und des unteren Silur, also das höhere Alter der ersteren anerkennend, können wir uns doch nicht der von ihm proponirten Spaltung der Primordial Gruppe in zwei Systeme anschliessen. Die organischen Reste des sogenannten Obertacon stimmen nehmlich zum grossen Theil (ich abstrahire von einer Reihe Cephalopoden und Gasteropoden, in welchen Marcou Vorläufer, — Barrandes Colonien, — der zweiten Silur-Fauna erblickt) generisch mit der Fauna des Potsdam-Sandsteins von New-York, Minnesota und Jowa, sowie mit denen der primordialen Zone Böhmens überein. Die Schichten, denen sie angehören, dürfen deshalb von der Potsdam-Sandstein-Gruppe nicht getrennt werden. Die discordanten Lagerungsverhältnisse der entstehenden zwei Glieder des untersten Silur wiegen nicht so schwer, als ihr organischer Zusammenhang, besonders da sie einem geognostischen Zeitalter angehören, in welchem sich Schichtenstörungen häufig und in grossem Massstabe wiederholten.

Wenn wir deshalb die Bezeichnung des Taconischen Systems aufrecht erhalten wollten, müssten wir, wie von Marcou geschehen, die Potsdam-Sandstein-Gruppe, der Zusammengehörigkeit ihrer organischen Reste wegen, jenem Taconischen Systeme zurechnen, sie also vom Silur trennen, ähnlich wie Lyell für England die Vereinigung des untersten Silur mit dem cambrischen System in Vorschlag gebracht hat. Gegen ein solches Vorgehen haben sich jedoch Murchison und Barrande, die Coryphäen der Kenntniss der Silurformation, auf das Entschiedenste ausgesprochen. Die Vermonter von Emmons und Marcou als vorsilurisch, als obertaconisch bezeichneten Schiefer mit Trilobiten dürfen deshalb der untersten Silurformation zuzurechnen und als deren tiefster Horizont zu betrachten sein, während man für die noch älteren „untertaconischen“ Kalksteine, Talk-, Thon-, und Quarzschiefer mit Spuren von Anneliden und Crinoideen die Bezeichnung des Taconischen Systems weiter anwenden könnte. Missverständnissen wird aber umso sicherer vorgebeugt, wenn man den Namen des Tacon gänzlich fallen lässt, besonders weil Emmons in seiner geognostischen Beschreibung Nord-

Carolinas versucht hat, die von ihm Taconisches System genannte, wie wir gesehen haben zwar theils vorsilurische, theils aber auch unter silurische Schichtengruppe von Vermont und die goldführenden krystallinischen Schiefer der südlichen atlantischen Staaten zu parallelisiren. Diese letztnannte Schichtenreihe ist jedoch, wie wir weiter unten zeigen werden vollständig vorsilurisch, so dass Emmons zwei z. Th. verschiedenalterige Formationen für aequivalent gehalten und mit dem Namen Tacon bezeichnet hat.

Nach Obigem fassen wir als zum untersten Silur, also zur Potsdam-Sandstein-Gruppe gehörig auf: zuunterst die Vermonter Primordial-Formation (die obertaconischen Schiefer von Emmons und Marcou), darüber den eigentlichen Potsdam Sandstein der New-Yorker Geologen, welchem sich der Calciferous Sandstone anschliesst,— während wir das untere taconische System der Neu-Englischen Staaten dem Huron zurechnen.

Gehen wir jetzt auf eine nähere Betrachtung der Formationen über, deren obere Grenze festzustellen in Vorhergehendem versucht worden ist.

Sie lassen sich in zwei Hauptgruppen, eine untere, das Laurentische und eine obere das Huronische System trennen.

I. Das Laurentische System.

Das Laurentische System, vorwaltend aus den Gesteinen der Gneiss-Reihe bestehend, tritt im Osten des nord-amerikanischen Continents in zwei Zonen zu Tage, deren nördliche sich vom oberen Mississippi-Thale in östlicher Richtung durch Minnesota und Wisconsin nach dem Superior, Huron und Ontario See und von da nördlich vom Lorenz-Strom bis zum atlantischen Ocean erstreckt. Die andere, die appalachische Gneisszone beginnt in New-Brunswick, läuft in südwestlicher Richtung parallel dem Gestade des Meeres durch die Neu-Englischen Staaten, überschreitet den Hudson etwa 6 Meilen oberhalb New York, bildet dann die „Hochlande von New Jersey“ und zieht sich durch Pennsylvania und Maryland, durch sämmtliche südliche atlantische Staaten bis nach Alabama hinein. Ausser diesen zusammenhängenden Zonen treten noch

einige isolirte Gneisspartien westlich von Mississippi auf, während die Adirondack-Gruppe nur ein Ausläufer der nördlichen oder canadischen Gneisszone ist.

1. die nördliche Laurentische Zone.

a. In Canada und Nord - New - York.

Die geognostische Untersuchung Canadas hat gezeigt, dass die ältesten unserer Beobachtung zugängigen Gebilde Nord - Amerikas eine normale Schichtenreihe ähnlich denen jüngerer Zeitalter repräsentiren. Dieses Schichtensystem von krystallinischen Gesteinen, welches eine Mächtigkeit von mehr als 30,000 F. besitzt, wurde von den Canadischen Geologen nach der Localität seiner typischen oder dort zuerst beobachteten Gliederung, dem Laurentischen Gebirge, Laurentisches System genannt und zerfällt in zwei Hauptabtheilungen, eine obere, die Labrador-Gruppe, welche ungleichförmig auf der unteren aufgelagert ist. Während wir von der oberen Laurentischen Gruppe in Canada, welche vorwaltend aus Hyperstheneit besteht und einige Kalksteinzonen umfasst, nur geringere Kenntniss besitzen, verdanken wir Logan, Murray und Hunt eine Reihe specieller Arbeiten über die untere Laurentische Gruppe, wie sie in Canada entwickelt ist.

Das Laurentische System nimmt in Canada ein Areal von fast 10,000 Deut. □ Meilen ein, dessen nördliche Grenze noch nicht mit Sicherheit festgestellt ist, jedoch wahrscheinlich in die arktische Region fällt, während seine südliche bis auf einige Streifen von huronischen und silurischen Formationen zuerst mit dem Lorenz Strom, dann mit einer Linie von dem nördlichen Ende des Ontario See's nach der Georgian Bay und noch weiter nach Westen ungefähr mit der Nordküste des Huron und Superior See's zusammenfällt.

Die Gesteinsarten, welche die Schichtenreihe, deren Verbreitung in Canada eben angedeutet wurde, zusammensetzen, sind vorzugsweise Gneisse, Quarzite und Kalksteine. Von den erstgenannten walten Glimmer- und Hornblende gneisse vor, zwischen welchen Granit- und Syenit-Gneiss verschiedene Gruppen von mehreren Tausend Fuss Mächtigkeit bilden und besonders zwischen den dem Laurentischen Systeme angehörigen Kalksteinzonen eingeschaltet sind. In nächster Nähe

dieser letzteren gehen sie in granatreiche Glimmer- und Hornblendeschiefer über, welche somit das Hangende und Liegende der Kalksteinhetten zu bilden pflegen. In anderen mächtigen Gneisscomplexen ist der Orthoklas von Kalk- und Natronfeldspäthen, Andesin und Anorthit, — und Glimmer und Hornblende von Pyroxen oder Hypersthen vertreten, während Quarz vollständig fehlt. Für dieses von Logan Anorthosit genannte, weitläufig gebettete Gestein ist das häufige Vorkommen von Ilmenit in Fallbändern oder linsenförmigen Einlagerungen charakteristisch. Auch rother Granat ist in demselben in der Bettung parallelen Streifen eingesprengt und schwache Bänke von grünem Pyroxen mit Ilmenitkörnern in ihm eingelagert. Eng mit diesem Gesteine verbunden ist Hypersthenit, reich an zollgrossen Labrador-, Hypersthen- und Ilmenitausscheidungen. Er im Vereine mit dem Anorthosit bildet die oberste Gesteinsgruppe des Laurentischen Systems und bedeckt die Gesteine der unteren Abtheilungen in ungleichförmiger Ueberlagerung.

Der Quarzit, — glasig oder körnig — tritt in bis 600 F. mächtigen, gebetteten Zonen regellos vertheilt in allen Horizonten der Laurentischen Gneissreihe auf, nur scheinen dieselben in der Nähe der Kalksteinbänke besonders häufig zu sein.

Trotz des hochkrystallinischen Charakters der Laurentischen Gesteine in Canada, umschliessen sie doch, wenn auch seltener, Betten von deutlichen Conglomeraten. Diese treten entweder in Mitten der Kalkstein-Zonen oder zwischen den körnigen Quarziten auf und bestehen dann aus einer sandig-quarzitischen Grundmasse mit grösseren oder kleineren Rollstücken von anders gefärbtem, körnigem oder glasigem Quarzit, während an anderen Localitäten ein fast 1000 F. mächtiger Schichtencomplex beobachtet wurde, in welchem abgerundete Syenit- und Dioritfragmente von einem in verschiedenen Zonen mehr oder weniger vorwaltenden quarzigen, glimmerreichen Bindemittel zusammengehalten werden.

Magneteisenstein und Rotheisenstein treten in bis über 100 F. mächtigen Lagern in der Laurentischen Gesteinsreihe direkt zwischen den Gneissen, mit Gneiss im Kalkstein oder an der Grenze beider auf. Dem körnigen Mag-

neteisenstein sind zuweilen Schuppen von Graphit beigemengt. Dieser kann sich aber auch mit mehr oder weniger Thon oder Kalk gemengt zu bis 3 F. mächtigen Betten oder linsenförmigen Nestern zwischen den Quarziten, Kalksteinen und syenitischen Gesteinen concentriren.

Die dem Laurentischen Systeme angehörigen Kalksteine sind in so hohem Grade krystallinisch, dass sie häufig ein Aggregat von über zollgrossen Kalkspat-Rhomboëdern bilden und dann grobkristallinischem Gangkalkspathe gleichen. Gewöhnlich sind sie grobkörnig, selten feinkörnig und nur ausnahmsweise dicht. Ihre Farbe ist meist weiss mit grauer, der Schichtung entsprechender Streifung oder ganz grau, auch fleischroth. Sie bestehen selten allein aus kohlensaurem Kalke, in der Regel ist ihnen kohlensaure Magnesia in schwankenden Verhältnissen beigemengt, in der Weise, dass mehr oder weniger dolomitische Betten mit reinem Kalkstein und fast vollkommen reinem Dolomite abwechseln. Dass Zwischenlager von quarzitischen Conglomeraten in den Kalkstein Zonen beobachtet worden sind, ist bereits erwähnt. Noch häufiger sind in ihnen Bänder und Bänke von glasigem und körnigem Quarzit. Zwischen den mächtigeren Kalksteinbetten und dem benachbarten Gneisse findet fast stets eine Vermittelung in der Weise statt, dass im Hangenden und Liegenden der ersten schwächere Kalksteinlagen zwischen den Gneissen eingebettet sind. Umgekehrt durchziehen oft dünne Bänder von Gneiss den Kalkstein, gewöhnlich parallel dessen Begrenzungsfächen, zuweilen aber auch vielfach gefaltet oder in einzelne Stücke zerbrochen.

An accessorischen Bestandtheilen ist der Laurentische Kalk von Canada reich. So tritt vor Allem Serpentin in Bändern und Flecken, sowie Hornblende in einzelnen Krystallen, in Büscheln als Tremolith oder in selbstständigen, mehrere Fuss mächtigen Betten im Kalkstein auf. In letzterem Falle bildet sie ein Aggregat von lang-säulenförmigen Krystallen, deren Zwischenräume von Kalkstein oder Dolomit ausgefüllt sind. Fast eben so häufig wie Hornblende treten in diesen beiden Gesteinen Glimmer und Graphit entweder in Schuppenform oder in der Schichtung parallel eingelagerten Bändern und Nestern auf. Sie können sich vergesellschaften

mit Korund, Flussspath, Schwerspath, Apatit, Orthoklas, Oligoklas, Chondrodit, Zirkon, Spinell, Turmalin, Pyroxen, Sphen, Granat, Magneteisenstein, Eisenglanz, Schwefelkies und Kupferkies, welche entweder als regellos zerstreute Einsprenglinge vorkommen oder sich im Verein mit der erwähnten Hornblende auf gewisse unter einander parallele Zonen im Kalkstein concentriren und dann eine deutlich bandartige Structur dieses Gesteins hervorrufen. Besonders bildet Pyroxen, ebenso wie Apatit förmliche Betten im Kalkstein.

Die einzelnen Kalksteinzonen Canadas erreichen eine Mächtigkeit von gegen 1500 F. Abgesehen von unbedeutenderen Vorkommen, lassen sich vier Hauptzonen des Kalksteins in der Laurentischen Reihe nachweisen, welche durch je 2000 bis 5000 F. mächtige Gneissgruppen getrennt werden und bis auf die oberste, der unteren Abtheilung des Laurentischen Systems angehören.

Die sämmtlichen Glieder der oben kurz charakterisierten Gesteinsreihe sind einander gleichförmig aufgelagert; nur der deshalb auch als Ober-Laurentisch von den übrigen getrennte Hypersthenit liegt discordant über dem unteren Schichten-complexe. Trotzdem sind die architektonischen Verhältnisse der Laurentischen Formation in Canada äusserst verworrender Natur: Knickungen, Verwerfungen und steile Muldenbildungen wechseln mit einander ab, so dass sich dieselben Schichten-complexe häufig wiederholen und Beobachtungen durch den Mangel an Anhaltspunkten gewährrenden Horizonten sehr erschwert werden.

Noch verwickelter werden diese Verhältnisse durch das Auftreten von durchgreifenden Gesteinen, deren Eruptionen vier verschiedenen Perioden angehören. Das älteste derselben ist ein Dolerit (nach Logan), welcher in bis 300 F. mächtigen Zügen die Laurentischen Schichten durchsetzt. Er ist dunkelgrün, besteht aus einem feinkörnigen Gemenge von Augit, Labrador (?), Magneteisenstein oder Ilmenit mit kleinen Glimmerblättchen und Schwefelkieseinsprenglingen und zeigt ausgeprägte horizontal-säulenförmige Absonderungen. Diese Doleritzüge werden in ihrem Verlaufe von ausgedehnten Syenit-stöcken abgeschnitten, in deren Gebiete wiederum noch jüngere Stöcke und Gänge eines typischen Felsitporphyres auf-

treten. Dieser besteht aus einer rothbraunen, grünen oder dunkelgrauen dichten Grundmasse von Orthoklas und Quarz mit Krystallen von fleischrothem Orthoklas und kleinen, wasserhellen Quarzkörnern. Er umschliesst häufig grosse Bruchstücke von Gneiss, Dolerit und Syenit und nimmt dann zuweilen den Charakter einer Breccie an.

Die Eruption dieser drei Gesteine gehört dem vorsilurischen Zeitalter an, da die undersilurischen Schichten, welche sich ganz in der Nähe auf den laurentischen Gneissen abgelagert haben, von jenem Dolerit, Syenit und Felsitporphyr nicht durchsetzt werden und diese selbst zu bedecken scheinen. Zweifelhaft hingegen ist das Alter eines vierten Systems von eruptivem Gesteine, bestehend aus einer kalkhaltigen, feinkörnigen Grundmasse von vorwaltendem Augit und wenig Labrador mit Ausscheidungen von blättrigem Augit, Glimmerschuppen und Ilmenit. Gänge dieses Gesteins durchsetzen die Vertreter der drei anderen Systeme, gehören aber vielleicht erst dem silurischen Zeitalter an.

Setzte schon die deutliche Bettung und Schichtung der laurentischen Reihe von Canada und das Vorkommen von Conglomeraten den sedimentären Ursprung derselben ausser Zweifel, — liess ferner das Vorkommen von Graphit in den Kalksteinbetten auf vegetabilisches Leben während des laurentischen Zeitalters schliessen; so machte uns der Fund der Reste einer riesigen Foraminiferen-Art, des *Eozoon Canadense* Dawson, welche einen gewissen Horizont der zwischen den Gneissen eingebetteten Kalksteine anfüllen, mit der ältesten thierischen Form bekannt, welche den Erdball bevölkert haben mag.

Eozoon Canadense wurde in der obersten der dem unteren laurentischen Systeme zugetheilten Kalksteinzonen entdeckt, auf welche auch bis jetzt die Funde in Canada beschränkt geblieben sind. An der Basis dieses bis 1000 F. mächtigen Kalksteins kommen neben grösseren und kleineren Partien von weissem Pyroxen, in verworren über- und nebeneinander liegenden Nestern von über Cubikfuss Grösse parallel wellige, unregelmässig concentrische, mit Lagen von körnigem Kalke abwechselnde Bänder und Streifen von Serpentin vor, welche nach Aussen zu schwächer werden und

zuletzt ganz unregelmässige Formen annehmen. Diese Nester von concentrisch gebänderter Structur hat man als Reste des Eozoon und die Kalksteinlager, in welchen sie angehäuft sind, als den neueren Corallenriffen analoge Foraminiferen-Riffe erkannt.

Nach Dawson's, Carpenter's und Jones' sorgfältigen mikroskopischen Untersuchungen ist die organische Natur des kanadischen Eozoon festgestellt. Nach ihnen ist dasselbe den Foraminiferen-Geschlechtern *Carpenteria* und *Polytrema* zunächst verwandt, deren Bau sich in Eozoon in riesigem Massstabe wiederholt. Dieser Ansicht schliessen sich Gümbel, v. Hochstetter und Reuss an, währen Baily die Eozoën für den Spongien näher als den Foraminiferen stehend hält.

Die Eozoën sassen auf einer breiten Basis fest, vergrösserten sich durch Zuwachs übereinander folgender, flacher, unregelmässiger Kammern, welche durch Kalklamellen getrennt waren, aber vermittelst regellos vertheilter Canäle und fein verzweigter Röhrensysteme in Communication standen. Wie die Carpenterien scheinen auch sie in der Mitte des von ihnen aufgebauten concentrisch gekammerten Stockes einen trichterförmigen Canal zum Zutritt des Seewassers offen gelassen zu haben.

In den fossilen Resten dieser Foraminiferen sind die Kalk-Lamellen, — die Scheidewände der einzelnen Kammern, — in Form körnigen Kalkes erhalten, während die Kammern selbst, sowie die Canäle und Röhrchen, durch welche diese in Zusammenhang standen und welche zu Lebzeiten des Thieres von Sarkode eingenommen waren, jetzt durch Serpentin, Pyroxen und Loganit ausgefüllt sind, ähnlich wie die Glauconitkörner jüngerer Formationen für Abgüsse des Innern von Polythalamien erklärt worden sind.*)

Auf die Tragweite für Geologie und Palaeontologie, welche die Entdeckung dieser organischen Reste im Kalkstein der ältesten uns zugängigen Gesteinsreihe hat, werden wir später zurückkommen.

*) Die specielle Beschreibung von Eozoon siehe: Logan, Dawson, Carpenter, Hunt. Quart., Journ., 1865. Febr. Dawson und Carpenter ebend. 1867 pag. 257. Gümbel, Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. zu München 1866. pag. 25.

Das grosse laurentische Gebiet von Canada wird nach S. und O. zu von z. Th. huronischen, z. Th. silurischen Formationen ungleichförmig überlagert, so dass seine Grenzlinie ungefähr mit dem Lorenz Strome und der Nordküste der grossen See'n zusammen fällt. Nur am Ausflusse des Ontario See's überschreitet ein von jüngeren Gebilden nicht bedeckter Ausläufer jener Hauptzone den Lorenz - Strom, bildet in ihm die „Tausend Inseln“ und zieht sich in östlicher Richtung in den Staat New York, wo er sich im Verein mit der huro-nischen Formation zu einem fast allseitig von silurischen Schichten umlagerten Areale von 400 □ Meilen ausbreitet, welchem das Adirondack Gebirge angehört. Dieses, der nord-östliche Theil des Staates New York, repräsentirt also ein Vorgebirge, eine Halbinsel von z. Th. laurentischem Alter im silurischen Oceane.

Seiner petrographischen Zusammensetzung nach zerfällt dieses laurentische Gebiet in zwei Distrikte, einen südlichen und einen nördlichen. Ersterer wird vorwaltend von Glimmer- und Hornblende-Gneissen mit einzelnen Zonen von filzig-schuppi-gen Talkschiefern, körnigen und glasigen Quarziten und Kalksteinen zusammengesetzt. Letztere sind grobkristallinisch und umschließen neben Pyroxen, Zirkon, Spinell und Apatit, Graphitschuppen und Quarzkristalle, deren regelmässige Anordnung eine bandartige Structur des Gesteins zur Folge hat. Den nördlichen und nordöstlichen Theil des Adirondack Distriktes bilden Anorthosit-Gneisse mit Zwischenlagern von Hyperstheneit und körnigem Magneteisenstein. Sie scheinen wie in Canada die Gneiss- Kalkstein- Gruppe ungleichförmig zu überlagern, also der oberen Abtheilung des laurentischen Systems anzugehören.

Die Magneteisensteine treten in zwei oder drei bis 45 F. mächtigen Lagern zwischen dem Hyperstheneit auf. Durch Zwischenlager und Bänke von mehr oder weniger stark von Magneteisenerz imprägnirtem Quarzit erhalten sie eine ausgeprägte Parallelstructur, welcher entsprechend sie durch Absonderungsflächen in einzelne Bänke getheilt werden, ja ein schiefriges Gefüge annehmen können.

Am besten ist diese laurentische Gesteinsreihe durch den Thaleinschnitt des Hudson aufgeschlossen. Dieser fällt mit

der anticlinalen Axe einer gewaltigen Falte jener Schichtenfolge zusammen, so dass diese und mit ihr die Eisensteinslager vom Flusse weg und in die Thalgehänge einfallen. In dem ganzen laurentischen Bezirke von Nord-New-York sind jedoch die Schichten so gebogen, geknickt und überstürzt, dass es schwierig, oft unmöglich ist, Parallelisirungen einzelner Straten vorzunehmen, besonders da der lithologische Charakter jener Gesteine seiner Unbeständigkeit wegen kein zuverlässiges Merkmal abgibt. Unzweifelhaft scheint es nur zu sein, dass die Gneiss-Kalkstein-Reihe, wie sie im südlichen Adirondack Distrikte entwickelt ist, dem typischen canadischen Unter-Laurentischen Complexe gleichsteht, — die Hypersthene-Magneteisen-Reihe hingegen das Ober-Laurentische System repräsentirt.

Ausser dem Kranze von Huron und Unter-Silur, welcher das laurentische Gebiet von New-York umzieht, sind demselben nahe seinen Rändern einzelne isolirte Schollen von Potsdam-Sandstein ungleichförmig aufgelagert.

b. Die nördliche laurentische Zone auf der Oberen Halbinsel von Michigan und in Wisconsin.

Das dem Staate Michigan angehörige Süd-Ufer des Superior See's zerfällt seinem geognostischen Baue nach in drei natürliche Distrikte, von welchem der mittlere aus den Vertretern des eozischen Zeitalters, dem laurentischen und huronischen Systeme besteht, an welche sich nach Osten und Westen Flügel von jüngeren z. Th. silurischen Schichten anlegen. Die Basis der ganzen geognostischen Formation jener Gegend bildet hier wie in Canada das laurentische System. Es besteht vorwaltend aus einer jedenfalls über 20,000 F. mächtigen Reihe von Gneissen, Glimmer- und Hornblendeschiefern, Graniten und Syeniten, auf welchen sich zu unterst die huronischen und später auf beiden ungleichförmig silurische Schichten niedergeschlagen haben. Die laurentischen Gesteine sind deshalb dort zum grössten Theile von jüngeren Gebilden bedeckt, über welche sie sich in Form ausgedehnter, vorgebirgereicher Inseln nur vereinzelt erheben.

Das vorwaltende Glied dieser ältesten Gesteinsreihe ist Glimmergneiss in allen seinen durch Abänderung des Gefü-

ges oder Vorwalten des einen oder anderen Bestandtheiles bedingten Varietäten. Durch Uebergänge von Gneiss-Granit ist er mit z. Th. gleichförmig gebetteten Zwischenlagern von Granit verbunden, während er auf der anderen Seite durch schieferigen Gneiss in Glimmerschiefer übergeht. Strichweise wird der Glimmer von Hornblende verdrängt, wodurch Syenit, Hornblende-Gneiss und Hornblende-Schiefer entstehen. Letztere bilden bis zu mehrere Hundert Fuss mächtige Betten zwischen dem Glimmer-Gneiss, haben scharf ausgeprägte Grenzflächen, bewahren für grosse Strecken die vollständigste Parallelität unter einander und sind in gewissen Distrikten, wo die Gesteine aller Vegetation entblößt sind, meilenweit in grader Richtung zu verfolgen. In demselben Verhältniss zu den entsprechenden Glimmergesteinen, wie Syenit, Hornblende-Gneiss und Hornblende-Schiefer, stehen Chlorit-Granit, Chlorit-Gneiss und Chloritschiefer, nur haben sie eine beiweitem geringere Verbreitung als jene.

In einzelnen laurentischen Schichtengruppen tritt Talk zu dem Chlorit im Chlorit-Gneiss, verdrängt ihn auch wohl vollständig. Die dadurch entstehenden Protogin - Gneisse haben meist ein flaseriges Gefüge, indem Orthoklas- und Quarz-Lamellen ihre vorwaltenden Bestandtheile bilden, welche von dünnen Talkblättchen bekleidet sind, so dass letztere nur auf den Schichtungsflächen sichtbar werden. Sie sind von Talk- und Chloritschiefern unterlagert, in deren oberem Horizonte dünne Bänder von weissem Quarz und rothem Orthoklas in der grössten Regelmässigkeit mit schwachen Schieferlagen abwechseln. Diese Protogin-Reihe wird von einem ungefähr 1000 F. mächtigen Complexe von dünn geschichteten, grauen oder weissen, feinkörnigen Kalksteinen mit Talk- und Chloritbeschlägen unterteuft, zwischen welchen einige bis zu 30 F. mächtige Zonen eines kalkhaltigen Chloritschiefers auftreten. Dieser umschliesst wiederum Nester von feinkörnigem Kalkstein, welche sich nach beiden Seiten zu mehren und vergrössern und so den Uebergang zu den Kalksteinlagern vermitteln. An einer anderen Localität, etwa 2 Meilen südlich von Keweenaw Bay, liegen unterhalb einer Schichtenfolge von Protogin-Gneissen mit Kalksteinbänken weiche, thonige Graphitschiefer von mehreren hundert Fuss Mächtigkeit.

Ist dieser ganzen Schichtenreihe der Charakter ihrer sedimentären Entstehung schon durch ihre oft bis in das kleinste Detail verfolgbare Schichtung und Bettung aufgeprägt, so wird sie durch das wiederholte Auftreten von typischen Conglomeraten zwischen Glimmer-, Chlorit- und Hornblende-gesteinen auf das unbestreitbarste bestätigt. Am Sturgeon, einem Nebenflusse des Menomonee, beobachtete ich in Mitten der Gneiss-Reihe einen mehrere hundert Fuss mächtigen Complex von dünn geschichteten, talkig-sandigen Fleckschiefern mit Wellenfurchen und zwischen diesen wiederum einige schwache Lagen von Protogin-Gneiss, ausserdem aber drei bis zu je 30 F. mächtige Betten von Conglomerat, welches aus haselnuss- bis über faustgrossen Rollstücken von Gneiss, Granit und Quarzit in talkig-sandiger Grundmasse bestand. Diese Schiefer und Conglomerate sind, wie erwähnt, gleichförmig von Gneiss bedeckt.

Der sedimentäre Ursprung der laurentischen Gesteinsreihe an der Südküste des oberen See's ist somit unzweifelhaft. Während die Existenz vegetabilischen Lebens zur Zeit ihrer Entstehung durch die erwähnten thonigen Graphitschiefer angedeutet wird, ist es bisher nicht gelungen, in ihr thierische Reste, namentlich Eozoon Canadense nachzuweisen.

Wie in Canada sind auch in Michigan die architektonischen Verhältnisse der laurentischen Formation, trotz des Gleichbleibens ihrer Streichungsrichtung über ausgedehnte Territorien, in Folge vielfacher steiler Knickungen und Faltungen verworren. Der Wiederholung einzelner Glieder der Schichtenreihe wegen, ist es deshalb unthunlich, die Mächtigkeit des betreffenden Systems genau zu schätzen. In einem Distrikte jedoch, nahe der nördlichen Grenze Wisconsins, wo die Schichten vertical neben einander stehen, schien die dort entwickelte Gneiss-Granit-Reihe eine normale, ungestörte zu sein und betrug gegen 10,000 F., während die wahrscheinlich jüngere Gruppe von Protogin, Chlorit-Gneiss und Kalksteinen eine ungestörte Schichtenfolge von gegen 3,000 F. erkennen liess. Somit kann man, unter Berücksichtigung des Umstandes, dass nur ein Theil der laurentischen Schichtenreihe an jenen Beobachtungspunkten vertreten war, die Mächtigkeit des ganzen Systems auf mehr als 20,000 F. schätzen.

Bis auf grobkörnige oder porphyrische Granite, welche sich an vielen Stellen zwischen die Gneisse gedrängt und diese zerrissen, verdrückt und durchsetzt haben, sind keine eruptiven Gesteine in den laurentischen Schichten Michigans bekannt.

Das huronische System legt sich mantelförmig um die einzelnen Gneisterritorien herum und schmiegt sich den Ein- und Ausbuchtungen derselben an, bedeckt aber ihre Abhänge in ungleichförmiger Ueberlagerung, ein Verhältniss, welches besonders deshalb am Smith-Eisenberge am Michigammi Flusse so klar hervortritt, weil dort die Gesteine von Vegetation entblöst und von den Eisbergen der Diluvial-Zeit glatt polirt worden sind. Die huronischen Quarzite, Chloritschiefer, Eisensteine und gebetteten Diorite bilden dort den südlichen Endpunkt einer engen, langgezogenen Mulde, streichen erst nach S., wenden sich dann kurz nach W. und darauf nach N. und fallen steil nach einem gemeinsamen Mittelpunkte, also zuerst nach W., dann nach N. und zuletzt nach O. ein. Die Basis dieser huronischen Schichten ist ein flaserig-schieferiger Gneiss, dessen Streichen in N. N. westlicher Richtung sich auf allen Seiten des huronischen Bassins gleichbleibt, so dass die Discordanz der Ueberlagerung des Gneisses durch die Quarzite u. s. w. am südlichen Endpunkte der Mulde ihr Maximum erreicht.

Häufiger noch wird der laurentische Gneiss durch den Potsdam-Sandstein ungleichförmig überlagert, an einer Stelle ist sogar der discordante Kontakt von Vertretern der drei ältesten Sedimentär-Formationen, des laurentischen, huronischen und undersilurischen Systems zu beobachten.

In Zusammenhang mit der beschriebenen laurentischen Gneiss-Gruppe der Oberen Halbinsel von Michigan stehen die gleichalterigen Gesteine, welche den grössten Theil Minnesota's und des nördlichen Wisconsin zusammensetzen. Sie sind jedoch von einer bis zu 200 F. mächtigen Diluvial-Ablagerung bedeckt und nur an isolirten Punkten in tiefeingeschnittenen Flussthälern aufgeschlossen, so dass uns ausser der Gewissheit, dass das laurentische System in den genannten Distrikten eine grossartige Verbreitung hat, nähere Daten fehlen.

Von der nördlichen Zone von laurentischen Gebilden, welche wir durch Canada, das nördliche New-York und Michigan verfolgt haben, wenden wir uns zu einer kurzen Beschreibung der zweiten, der appalachischen Hauptzone von der Gneiss-Reihe angehörigen Gesteinen.

2. Die appalachische laurentische Zone im Süden von New-York, in New-Jersey und den übrigen atlantischen Staaten.

Die südlichste Spitze des Staates New-York, also die Landzunge zwischen der Meerenge von Long Island und dem Hudson, welche die Stadt New-York trägt, besteht aus einem typischen schiefrigen Gneisse. Bandartig wechseln je nach dem Reichthume an Glimmer dunklere und hellere Lagen jenes Gesteines mit einander ab, führen in einzelnen Zonen Granat, Turmalin und Schwefelkies, werden von Stöcken und Gängen eines äusserst grobkörnigen Granites durchsetzt und sind vielfach geknickt und gebogen, bewahren jedoch durchgängig eine N.N. östliche Streichungsrichtung. Sie umschließen z. B. bei Melrose Einlagerungen von Kalkstein, deren Mächtigkeit noch unentschieden ist. Derselbe hat ein grobkrystallinisches Gefüge, eine vorherrschend weisse Färbung, welche von einzelnen dunkleren, graphit- und glimmerreichen Bändern unterbrochen wird. Diesen Streifen läuft eine Absonderung in 2 bis 3 F. mächtige Bänke parallel, deren Trennungsflächen häufig von strahligen, dendritischen Krystallgruppen von Epidot bedeckt werden.

Derselben Gneissgruppe gehören die Serpentine an, welche im oberen Theile der Stadt New-York selbst, sowie in Hoboken und auf Staten Island zu beobachten sind. An der erstgenannten Localität bildet der Serpentin ein gegen 30 F. mächtiges Lager zwischen den Gneiss-Schichten, welches sich nach S. S. W. zu auskeilt. In Hoboken und auf Staten Island, wo er grössere Mächtigkeit erreicht, ist sein Contact mit dem Gneisse vom Hudson bedeckt, also nicht zu beobachten,

An den drei erwähnten Aufschlusspunkten ist der Serpentin dicht bis feinkörnig, licht- bis dunkelgrün gefärbt, noch dunkler gefleckt und marmorirt, weitläufig oder plattenförmig gebettet und kann selbst eine dünnchiefrige Structur

annehmen. Durch diese Absonderungsflächen, — durch Lager eines Gemenges von kurzen Asbestfasern und Talkschuppen, — sowie durch Schnuren eines apfelgrünen edlen Serpentines mit Chromeisensteineinsprenglingen, eines erdigen Magnesites, eines grünlichweissen Kerolithes und eines filzigen, kurzfaserigen Asbestes, welche sich z. B. an einigen Aufschlusspunkten in Staten Island in gleichen Abständen von einander und in vollständiger Parallelität zu einander wiederholen, ist diesem Serpentin der Charakter eines geschichteten Gesteins aufgeprägt. Freilich wird diese plattenförmige, nie aber die schiefrige Structur stellenweise von einem fast ebenso deutlichen Systeme von Absonderungsklüften rechtwinklig durchsetzt.

Ungefähr eine Meile nördlich von der Stadt New-York geht der typische Glimmer-Gneiss zonenweise in Gneiss-Granit, Granulit, dann in Hornblende-Gneiss und Hornblendeschiefer und dieser noch weiter nördlich durch Verlust seines schiefrigen Gefüges in einen erst fein-, dann äusserst grobkristallinischen Syenit über. Dieser scheint durch eine Varietät mit grossen Hornblendeausscheidungen, in welchen kupferglänzende Hypersthene-Individuen liegen, mit dem Hypersthenefels in Verbindung zu stehen, welcher das Plateau von Peekskill bildet und nach N. zu wieder von Syenit, syenitischem Gneiss und Hornblendeschiefern verdrängt wird. Sowohl im Hyperstheneit von Peekskill, welcher von einem feinkörnigen, fast aphanitischen Gemenge seiner Bestandtheile in eine grobkristallinische Felsart übergeht, wie in den syenitischen Gesteinen tritt als konstanter accessorischer Gemengtheil Magnetiteisenstein auf und bildet entweder fein eingesprengt Fallbänder, oder concentrirt sich zu nesterförmigen, ausgedehnten, flachlenticulären Lagerstätten.

Neben Magnetiteisenstein finden sich in den syenitischen Gesteinen dieser Zone, wenn auch seltner als jene, Fallbänder von Kiesen und Einlagerungen eines Gemenges faustgrosser Partien von nickelhaltigem Schwefel- und Magnetkies, sowie von Kupferkies, zu welchen Hornblende und Apatit, letzterer in Krystallen mit geflossenen Flächen, treten.

An dieses Terrain von vorwaltendem Hyperstheneit und Syenit schliesst sich nach Norden zu eine dritte Gruppe von

laurentischen Gesteinen an, welche der letztbeschriebenen zwar in vieler Beziehung ähnlich ist, sich aber von ihr durch das Fehlen der Hypersthenite, das Auftreten von mächtigen Kalksteinlagern und flözähnlichen Magneteisenerzbetten, sowie durch eine ausgezeichnete, scharf ausgeprägte Parallelstructur scheidet.

Vom Staate New-York aus setzt diese nördlichste laurentische Gneisszone über den Hudson, zieht sich in einer Breite von $2\frac{1}{2}$ Meilen in S. S. westlicher Richtung und zwar in Form einzelner paralleler Höhenzüge quer durch ganz New-Jersey, wo sie die „Hochlande“ bildet und hier besonders leicht der Beobachtung zugängig ist, während die zwei anderen sich südlich an sie anschliessenden, vorher beschriebenen Gneissgruppen in New-Jersey von mesozoischem buntem Sandsteine bedeckt sind. Letzterer bildet somit die südöstliche Grenze der laurentischen Zone in jenem Staate, — silurische Schichten hingegen, welche sich an den Nordwest-Abhang derselben anlegen, ihre nordwestliche Auch in den ursprünglich tieferen Thälern zwischen den einzelnen Bergrücken der Hochlande finden sich schmale Streifen von Unter-Silur abgelagert und als enge steile Mulden erhalten.

Die laurentische Hochland-Gruppe besteht aus Glimmer- und Graphit-Gneiss mit Einlagerungen von mehr oder weniger reinem Graphit, hauptsächlich aber aus Hornblende-Gneiss und weitläufig, aber scharfgebettetem, äusserst grobkristallinischem Syenit, der reich an accessorischen Bestandtheilen vorzüglich an Einschlüssen von Magneteisenstein, Schwefelkies, Magnetkies, Granat, Pistazit und Apatit ist. Ausser als Imprägnation der syenitischen Gesteine tritt Magneteiserz in linsenförmigen Nestern, besonders bezeichnend aber in Flötzen zwischen dem gebetteten Nebengesteine auf, deren Mächtigkeit zwischen dem Bruchtheile eines Zolles und 40 F. schwankt, deren Anhalten in der Streichungsrichtung aber selbst in ersterem Falle ein äusserst regelmässiges ist. Mit dem Magneteisenerz ist zuweilen Schwefelkies, häufiger noch Apatit, letzterer an verschiedenen Punkten bis zu 10 Prozent der Masse, gemengt. In der Nähe der Eisensteinsflötze nimmt der Syenit durch Trennung seiner Bestandtheile zu einzelnen Lagen eine dünnsschiefrige Structur an. Die Flötze selbst

werden durch sich meilenweit an Mächtigkeit und Charakter gleich bleibende, mehr oder weniger starke Schichten von solchen syenitischen Gesteinen in einzelne Bänke getrennt; — kurz die Structur dieser ganzen Syenit- und Magneteisenstein-Zone ist eine deutlich geschichtete. Die Streichungsrichtung ihrer Glieder ist durchgängig eine N. N. östliche, ihr Fallen dagegen, sich mehrfach wiederholender Schichtenstörungen wegen, bald ein nordwestliches, bald ein südöstliches.

Einem Horizonte nahe der nordwestlichen Grenze dieser Zone gehören dem Syenite zwischengelagerte, grobkristallische Kalksteine und diesen die Franklinit- und Rothzinkerz-Lagerstätten von Sterling und Franklin an. Letztere repräsentiren zwei der Parallelstructur des Kalksteins conforme Betten, in welchen sich wiederum mehrere Parallelzonen von verschiedenartigem mineralogischem Habitus unterscheiden lassen. So trennt sich die Hauptlagerstätte von Sterling Hill scharf in drei Lagen, denen die Führung von erbsengrossen Franklinitkörnern gemeinsam ist, während diese in der untersten Zone in einer Grundmasse von Kalkspath, in der mittleren in einem Pigmente von Rothzinkerz, in der obersten aber im Verein mit Rothzinkerz und Willemit wiederum in Kalkspath eingebettet liegen. Ausser an diesen Mineralien ist die ganze Kalksteingruppe reich an Einschlüssen von Flussspath, Schwerspath, Skapolith, Chondrodit, Beryll, Zink-spinell, Granat, Turmalin, Vesuvian, Asbest, Rutil und Ei-senglanz.

Direkt an den Fuss der aus diesen krystallinischen Kalksteinen bestehenden schmalen Rücken legen sich die undersilurischen Schichten an, welche die nordwestliche Grenze des laurentischen Gebietes von New-Jersey bilden.

Die laurentischen Gesteine im südlichen New York und im nördlichen Theile New-Jersey's gliedern sich somit, wie oben zu zeigen versucht wurde, in drei petrographisch verschiedene Zonen: eine südl. von glimmerreichen z. Th. schiefrigen Gneissen mit Kalkstein- und Serpentin-Einlagerungen, — eine mittlere von Gneiss-Granit, Syenit und Hyperstheneit und eine nördliche von vorwaltenden syenitischen Gesteinen mit Flötzen von Magneteisenerzen und Einlagerungen von grobkristallinischen, Franklinit und Rothzinkerz führen-

den Kalksteinen. Das gegenseitige Altersverhältniss dieser drei Gesteinsgruppen aus ihrer Stratigraphie abzuleiten, ist der Verworrenheit ihrer architektonischen Structur wegen bis jetzt nicht gelungen. Jedoch dürfte analog den entsprechenden Schichtencomplexen in Canada und im Adirondack Distrikte die südliche Zone von Glimmer-Gneissen die untere, — die nördlichen Syenit-Hypersthenit-Magneteisenstein-Gruppen hingegen die obere Abtheilung des laurentischen Systems repräsentiren.

Noch schärfster wie in New-York und in New-Jersey tritt die Dreitheilung der appalachischen Gneissformation in dem südwestlich an letztgenannten Staat angrenzenden Theile von Pennsylvania hervor. Das laurentische System bildet hier drei faktisch durch spätere Einlagerung von jüngeren Gebilden getrennte Zonen, deren südliche aus schiefrigem Gneiss und granatreichen Glimmerschiefern besteht, sich bei Trenton aus der Decke von Rothen Sandstein heraus hebt und den bei der Stadt New-York entwickelten Gneissen nicht nur petrographisch entspricht, sondern auch in deren Streichungsrichtung liegt. Von ihr ist die mittlere durch huronische Talk-, Chlorit- und Glimmerschiefer getrennt, besteht aus Gneiss-Granit, Granulit und Hornblende-Gneiss mit einigen an Chromerzen reichen Einlagerungen von Serpentin und wird nach N. von mesozoischem Rothen Sandstein begrenzt, während die dritte, die nördliche Zone, die direkte Fortsetzung der Syenite und Magneteisensteine des Hochlands von New-Jersey und diesen in allen Beziehungen ähnlich ist. Sie durchzieht unter dem Namen South Mountains Pennsylvania und erstreckt sich als Blue Ridge durch Maryland, Virginia und die Carolinas bis nach Georgia. Auch die beiden südlichen, vorwaltend aus Glimmer-Gneiss bestehenden Zonen setzen durch die erwähnten Staaten fort, wie in Pennsylvania durch einen 6 Meilen breiten huronischen Streifen getrennt. Die südlichste glimmerreiche Zone trägt auf ihrem Rücken die Städte Washington, Richmond, Raleigh, Columbia und Atlanta und wird nach SO. zu von tertiären Ablagerungen bedeckt, welche sich bis zum Meere ausdehnen. Die syenitische, also centrale Gneisszone zieht sich in der Mitte zwischen der Blue Ridge und den Glimmer-Gneissen hin, von beiden durch

die goldführende huronische Sichtenreihe getrennt, auf deren Betrachtung wir später zurückkommen werden.

Wie von New-York aus in südwestlicher Richtung bis nach der Grenze von Alabama, so erstrecken sich die laurentischen Gesteine in mehreren, durch huronische Formationen getrennten Parallelzonen nordwärts durch Connecticut, Vermont, Massachusetts, Maine und New-Hampshire bis nach New-Brunswick ohne ihren Charakter wesentlich zu verändern, vielmehr bleibt die beschriebene Gesteinsreihe von New-York und New-Jersey typisch für die ganze appalachische Hauptzone des laurentischen Systems.

Wir können hiernach von der Betrachtung der ältesten sedimentären Gebilde, der laurentischen Reihe, zu dem nächst jüngeren der eozoischen Systeme, dem huronischen übergehen.

II. Das Huronische System.

Die Verbreitung des huronischen Systems im Osten von Nord-Amerika ist an die Nachbarschaft der vorherbeschriebenen laurentischen Gneisszonen gebunden. Seine Schichtenreihe ruht auf den Rändern dieser letzteren auf, füllt die einstigen Niederungen zwischen den Parallel-Zonen der Gneissreihe aus und setzt auf diese Weise ausgedehnte Territorien zusammen, deren Basis und z. Th. auch äussere Grenzen von laurentischen Gesteinen gebildet werden. Wie wir daher die letzteren durch eine canadische und eine appalachische Hauptzone, von Minnesota östlich bis nach der Mündung des Lorenz Stromes und von dieser südwestlich bis in die Nähe des Mexikanischen Meerbusens verfolgten, so haben wir auch das huronische System in diesen zwei Hauptzonen der eozischen Formationen nachzuweisen.

1. Das huronische System in der nördlichen eozoischen Zone. Seine Entwicklung auf der Oberen Halbinsel von Michigan und in Canada.

Bei der Beschreibung des laurentischen Systems, wie es in den Distrikten südlich vom Oberen See, — der Oberen Halbinsel von Michigan — beobachtet wurde, ist bereits erwähnt worden, dass sich huronische Schichten mantelförmig

um die einzelnen laurentischen Gneisterritorien, welche die Basis des geognostischen Baues jener Gegend bilden, anlegen.

In der grössten Regelmässigkeit und am vollständigsten dürfte die Schichtenreihe des huronischen Systems in den Distrikten nahe der durch den Menomonee Fluss gebildeten Grenze zwischen der Oberen Halbinsel von Michigan und Wisconsin entwickelt sein. Hier beginnt sie mit einem bis gegen 2000 F. mächtigen Complexe von dickgebetteten bis dünn-schiefrigen, glasigen oder zuckerigen Quarziten von weisser oder grauer Farbe, auf deren Schichtungsflächen Wellenfurchen von grosser Schärfe nicht selten sind. Ihnen ist eine 2000 F. mächtige Gruppe von weissem, fleischrothem oder grauem krystallinischem Kalkstein aufgelagert, welchem meist ein wechselnder Gehalt von Kieselsäure oder kohlen-saurer Magnesia beigemengt ist. Sein Gefüge schwankt zwischen körnig und dicht, seine Schichtung zwischen weitläufiger Bettung und feiner Schieferung, ist aber stets scharf und auffällig regelmässig und durch einzelne dünne Lagen von thonigen Chloritschiefern und kieseligen Thonschiefern, sowie durch papierdünne bis fussmächtige Bänke von glasi-gem Quarzit noch mehr hervorgehoben. Ausser Quarz und in seltenen Fällen Schwefelkies, ist Tremolit das einzige accessoriische Mineral, von welchem dieser Kalkstein Einschlüsse zeigt. Am Süd-Ufer des Lake Antoine tritt zwischen demselben ein grober kalkiger Sandstein und ein Conglomerat von Kalksteinbruchstücken in quarzitischer Grundmasse auf.

Das dritte Glied der huronischen Reihe bildet eine über 700 F. mächtige Folge von scharf geschichtetem Rotheisen-stein, welcher in seinem Eisengehalte von eisenschüssigem Quarzit bis zu reinem, dichtem oder körnigem Eisenerze schwankt. Er ist dünn-schiefrig bis dickbettig, tritt aber gewöhnlich in zollstarken Lagen auf, von denen arme kieselige mit eisenreicherem bandartig abwechseln. In einzelnen Zonen verlieren sich jedoch die Jaspislagen vollständig, so dass abbauwürdige, bis 60 F. mächtige Flötze von reichen Roth-eisensteinen entstehen.

Diese Eisenerze sind von Chloritschiefern, diese von hellgrauen, dünn geschichteten Thonschiefern, zwischen welchen einzelne Bänke von körnigem Quarzit auftreten, und diese

wiederum von Chloritschiefern überlagert, von denen die ersten und letzten gegen 1200, die Thonschiefer aber gegen 8000 F. Mächtigkeit besitzen. Im oberen Horizonte der Chloritschiefer treten einige bis zu 100 F. starke Einlagerungen von aphanitischen und fein- bis grobkörnigen Dioriten auf, welche letztere vorwaltend aus dunkelgrüner Hornblende und weissem oder hellgrünem Oligoklas bestehen, zu welchen sich körnig-schuppiger Chlorit gesellt.

Auf sie folgt eine nur local entwickelte und dann über 100 F. mächtige Gruppe von reinen und von kalkigen Talk-schiefern, sowie aus Orthoklaslamellen mit Talkbeschlägen bestehenden Schiefern mit Quarzkörnern und Orthoklas-Einsprenglingen, — und auf diese eine dioritische Gesteinsreihe von 2000 F. Mächtigkeit. Eine Zone von talkigen Thonschiefern und quarzigen Talk-schiefern repräsentirt das jüngste Glied des huronischen Systems.

Diese im südlichen Theile der Oberen Halbinsel von Michigan so constante Schichtenfolge erleidet jedoch mit ihrer Entfernung von dem Territorium ihrer vollständigsten Entwicklung, wie sie eben geschildert wurde, eine gänzliche Veränderung ihres lithologischen Habitus.

In der nördlichen Fortsetzung des unterhuronischen Schichtencomplexes, wie er sich um ein ausgedehntes Gneisterritorium und dessen Ausläufer anlegt, beginnt zuerst der als ältestes huronisches Glied beschriebene Quarzit von Eisenoxyd imprägnirt zu werden. Sein Eisengehalt nimmt nach N. hin mehr und mehr zu, bis die obere Hälfte der im Süden fast vollständig eisenfreien Quarzitreihe durch kieselige Rotheisensteine vertreten wird, welche somit, wie die Quarzite weiter südlich, von Kalksteinen überlagert werden. Innerhalb dieser Quarzit- und Eisenstein-Zone beginnen sich zuerst Lagen von Serpentin zu zeigen, zu welchen noch weiter im Norden, so im Bergwerksdistrikte von Marquette und Negaunee, mächtigere Schichtenreihen von Chlorit- und Talk-schiefern und Zwischenlager von Dioriten treten und mit den Quarziten und den kieseligen und reinen Rotheisensteinen abwechseln. Dieser Schichtencomplex ist also, wie erwähnt, eine Aequivalentbildung des Quarzites der südlichen typischen Entwicklungsreihe. Die oberhalb desselben im Süden auftretenden

Kalksteine, Diorite, Chlorit-, Thon- und Talk-schiefer sind in dem nördlichen Territorium des huronischen Systems nicht zur Ablagerung gekommen. Es scheint vielmehr die an Kalksteinen reiche, südliche huronische Gruppe eine Tiefwasser-, der nördliche unterhuronische Complex hingegen eine Uferbildung zu sein, welche vor Ablagerung der oberhuronischen Schichtenreihe über den Meeresspiegel gehoben wurde, wofür das Auftreten mächtiger Bänke von groben Conglomeraten und Breccien spricht.

Die reinen Rotheisensteine des nördlichen huronischen Schichtencomplexes haben entweder ein dichtes, ein langfaseriges oder körniges Gefüge. In letztem Falle bestehen sie häufig nur aus scharfen Octaëdern mit glänzenden Flächen, wie sie auch vereinzelt in der dichten Varietät des Rotheisenerzes und äusserst zahlreich in den zwischen den kieseligen Eisensteinen auftretenden Chloritschiefern vorkommen und stets einen kirschrothen Strich geben. Im Hangenden und Liegenden der somit nach Magneteisenstein pseudomorphen Rotheisensteine (Martit) und nur durch wenige Fuss mächtige Talk- und Chloritschiefer von ihnen getrennt, setzen einige Flötze von Magneteisenerz auf. Auch ein feinkörniges, fast dichtes Gemenge von Rotheisenstein und Magneteisenstein, stark magnetisch, aber rothbraunes Pulver gebend, gehört jener Schichtenreihe an.

Die sämmtlichen angeführten Gesteine der südlichen sowohl, wie der nördlichen Entwicklungsreihe des Huron, die Aphanite und Diorite nicht ausgenommen, bilden eine normale, ungestörte Folge mit regelmässig anhaltender und besonders bei den Kalksteinen, Eisensteinen, Thonschiefern und Quarziten bis in's Kleinste gehender Schichtung. Sie lagert ungleichförmig auf den Rändern der laurentischen Gneissterritorien auf, schmiegt sich allen Ein- und Ausbuchtungen derselben an und bewirkt somit in mehr oder weniger regelmässiger halbmuldenförmiger Lagerung die Ausfüllung der ursprünglichen Buchten zwischen den einzelnen Gneisszonen und deren Ausläufern.

Die synclinale Wiederholung dieser Schichtenreihe findet aber nicht nur nach ihren Grenzen nach dem Gneiss zu, sondern auch innerhalb der Hauptmulden durch diesen unterge-

ordnete Bassinbildungen statt. Für eine einfache synclinale Schichtenstellung des huronischen Systems liefern die architektonischen Verhältnisse des Smith-Eisenberges, welche pag. 370 bereits beschrieben worden sind, — für eine sich zwischen zwei Gneissrücken mehrfach wiederholende synclinale und anticlinale Lagerung das Profil durch den Bergwerksbezirk von Marquette typische Beispiele. In letzt genanntem Distrikte treten die unteren Glieder des Huron und zu ihnen gehörig zwei mächtige Betten von Diorit in drei langgezogenen und verhältnismässig engen Muldenbuchten als sechs synclinale Zonen zu Tage, während kleinere, die Oberflächenverhältnisse nicht beeinflussende Muldenbildungen von der auffälligsten Regelmässigkeit noch viel häufiger sind.

An eruptiven Gesteinen, welche die huronische Schichtenreihe durchsetzt haben, ist Michigan arm. Ausser einem 12 F. mächtigen Granit-Gange, welcher die Rotheisensteinsgruppe in rechtem Winkel auf deren Streichen durchschneidet und mit dessen Empordringen Eisenglanzkristalle, welche die Spaltenwände und Schichtungsflächen des benachbarten, dichten Rotheisenerzes bedecken, jedenfalls in genetischem Zusammenhange stehen, sind nur 2 Fälle in der Nähe von Marquette bekannt, wo sich weit in das Nebengestein verzweigende kleine Stöcke eines feinkörnigen fast dichten Hornblende-Gesteins huronische Schiefer durchsetzen.

Dass das huronische System ungleichförmig auf dem laurentischen auflagert, ist bereits wiederholt erwähnt worden. Viel häufiger als dieses Verhältniss ist die discordante Lagerung des Untersilur auf den huronischen Gebilden zu beobachten. An den aus eozoischen Gesteinen bestehenden, mittleren der drei Bezirke, in welche die Südküste des Oberen See's ihrem geognostischen Baue nach zerfällt, legt sich ein östlicher Flügel von undersilurischen Schichten an, welcher die Halbinsel zwischen dem Oberen See und dem Michigan See bildet. Das unterste Glied des Silur, der Potsdam-Sandstein, begrenzt somit das ganze dortige eozoische Territorium nach O. zu und fällt von dessen Rändern flach nach derselben Himmelsgegend ein. Seine nach W. zu schwächer werdenden und sich nach und nach auskeilenden Schichten haben früher eine weit grössere Partie der laurentischen und hu-

ronischen Systeme bedeckt als jetzt und sind zum grössten Theile in Folge ihres lockeren inneren Zusammenhaltes zerstört und weggewaschen worden. Nur einzelne isolirte Schollen des Potsdam-Sandsteins haben sich auf dem eozoischen Areale erhalten, wo er fast horizontal oder mit schwachem, östlichem Einfallen auf den steil, z. Th. auf dem Kopfe stehenden huronischen Schichten aufliegt.

Solche deutliche Lagerungsverhältnisse weisen dem huronischen Systeme eine unzweifelhafte Stellung in der geologischen Schichtenfolge, nehmlich oberhalb der laurentischen Gneissreihe und unterhalb der silurischen Formation an. Das huronische System auf der Oberen Halbinsel von Michigan lässt sich demnach in Kürze wie folgt definiren:

Es besteht aus einer normalen, höchst regelmässigen, gegen 18,000 F. mächtigen Schichtenreihe von Quarziten, Kalksteinen, Eisensteinen, Chlorit-, Thon- und Talksschiefern mit einzelnen der Lagerung vollständig conformen Betten von Diorit und Aphanit, welche ungleichförmig auf den Rändern der laurentischen Gneissformation auflagert, zwischen diesen wiederholte Mulden, also mehrfache synclinale Schichtenzonen bildet, selten von eruptiven Gesteinen durchsetzt, von diesen in ihren architektonischen Verhältnissen nicht beeinflusst und von der undersilurischen Formation discordant überlagert wird.

In ihrer nord-östlichen Ausdehnung, jenseits der grossen See'n in Canada verändert sich der lithographische Habitus der eben charakterisirten Gesteinsreihe vollständig. Sie hat zwar noch dieselbe Mächtigkeit wie auf der Oberen Halbinsel von Michigan, nehmlich etwa 18,000 F., besteht aber nur aus Quarziten, Conglomeraten und chloritischen Schiefern mit Betten von Diorit und einer schwachen Kalkstein-Zone Von diesen Gesteinen waltet der Quarzit vor den übrigen bei Weitem vor und erreicht eine Gesamtmächtigkeit von über 10,000 F. Er ist ähnlich wie der von Michigan beschriebene, weiss, grau oder braun, dickbettig oder schiefrig, glasig oder so körnig wie Sandstein und umschliesst in einzelnen Zonen, deren eine eine Mächtigkeit von 2000 F. erreicht, Rollstücke von anders gefärbtem Quarz und gebänderten Eisenkieseln.

Zwischen diesen Quarziten und durch sie getrennt treten in einer Gesamtmächtigkeit von über 6000 F. drei Com-

plexen von Thonschiefern und kieseligen Chloritschiefern und zu diesen gehörig grobe Conglomerate auf. Letztere nehmen die grössere Hälfte der Mächtigkeit der Schiefer ein und bestehen aus erbsen- bis kopfgrossen Rollstücken von Quarzit, gebändertem Eisenkiesel, Gneiss und Syenit, welche meist dicht neben einander liegen und dann von nur wenig Grundmasse zusammengehalten werden. Diese unterscheidet sich nicht von der Gesteinsart der erwähnten Schiefer, geht nur zuweilen in einen grauen Quarzit oder fast reinen Chloritschiefer über.

Ein sehr geringer Theil der huronischen Schichtenreihe von Canada, nehmlich nur 300 F., besteht aus dünngebetteten, z. Th. kieseligen, dolomitischen Kalksteinen mit dünnen Lagen von Quarz.

Die sämmtlichen durch Uebergänge verbundenen Quarzite, Schiefer und Conglomerate wechsellagern mit einer grossen Anzahl von Diorit- und Aphanitbetten, welche sich durch eine bedeutende Beimengung von Chlorit auszeichnen und dann zu chloritischen Hornblendeschiefen werden können.

Erklärten wir schon die huronische Reihe im Bergwerksdistrikte von Negaunee für eine Küstenbildung, so verdienen die kanadischen Vertreter des huronischen Zeitalters diese Bezeichnung in noch weit höherem Maasse, da sie fast allein aus sandigen, grobkörnigen Quarziten und Conglomeraten bestehen. Die ihnen aequivalenten Niederschläge des Tiefwassers werden sich unterhalb der palaeozoischen Formationen des Mississippi Thales ausdehnen. Und in der That treten ihre Ausgehenden in der appalachischen Zone von eozoischen Ge steinen zu Tage und unterteufen an deren westlichem Rande die jüngeren Systeme.

Wie in Michigan legen sich auch in Canada die huronischen Schichten an die Ränder der Gneisterritorien an und bilden zwischen ihnen Muldenbuchten, nur fallen hier die Muldenflügel viel flacher gegen einander ein und bedecken deshalb ausgedehntere Areale. Wiederholungen synclinaler Schichtenzonen, also untergeordnete Bassins innerhalb der Hauptmuldenbuchten sind in Canada, so am Thessalon, ebenfalls beobachtet worden.

Die beschriebenen huronischen Schichten von Canada .

werden von drei verschiedenalterigen Systemen von eruptiven Gesteinen durchsetzt. Das älteste derselben besteht aus zahlreichen, z. Th. mehrere Hundert Fuss mächtigen Dioritzügen, welche sich häufig zersplittern und grosse Bruchstücke des Nebengesteins umschließen. Sie werden von Gängen eines fleischrothen Granites und diese wiederum von jüngeren Dioriten durchsetzt. In die Periode dieser Eruptionen fällt die Entstehung zahlreicher, bis 30 F. mächtiger Gangspalten, welche später durch Quarz mit Kupferkies und Schwefelkies ausgefüllt worden sind.

Haben auch die huronischen Schichtenreihen, wie sie in Michigan und Canada entwickelt sind, in lithologischer Beziehung wenig Aehnlichkeit, ein Umstand, dessen Deutung wir in der Verschiedenheit der Meerestiefe gesucht haben, in welcher die Gesteine der betreffenden beiden huronischen Areale gebildet wurden, so ist doch ihre Aequivalenz dadurch festgestellt, dass beide das laurentische System ungleichförmig überlagern und wiederum beide von Potsdam-Sandstein ungleichförmig überlagert werden.

2) Das huronische System in der appalachischen Zone. Seine Entwicklung in den südlichen atlantischen Staaten.

In einem der vorhergehenden Abschnitte ist gezeigt worden, dass sich die zweite der beiden laurentischen Hauptzonen von der Mündung des Lorenz-Stromes aus, in südwestlicher Richtung parallel dem Gestade des Oceans durch die sämmtlichen atlantischen Staaten ausdehnt. Die Oberfläche dieses schmalen langgezogenen Gneisterritoriums bildete, wenigstens in dessen südlicher Hälfte, ursprünglich drei hohe parallele Berg Rücken und zwei tiefe Längentäler. Wie an beiden Flanken dieser riffartig aus den ältesten Oceanen hervorragenden laurentischen Inseln, so lagerten sich auch zwischen diesen die nächst jüngeren, die huronischen Formationen ab. Sie wurden bereits von Emmons als vorsilurisch erkannt und unter dem Namen des taconischen Systems beschrieben.

Das älteste Glied der huronischen Schichtenreihe besteht in den südlichen Staaten aus schuppigen, sehr quarzarmen Glimmerschiefern, welche fast allein aus nur lose verbunde-

nen, neben- und aufeinander liegenden z. Th. quadratzollgrossen Glimmerschuppen bestehen. Zwischen ihnen treten Bänke und flachlinsenförmige Nester von Quarz auf, welchen sich die Lagerung des Glimmergesteines anschmiegt und dann eine grossflaserige Structur annimmt. Von accessorischen Bestandtheilen führt dieser Glimmerschiefer Granat und Staurolith, am häufigsten aber kleinkristallinische Partien von Hornblende. Er wechseltlagert in mehr oder weniger mächtigen Zonen mit dunkelgrünen Chloritschiefern, sowie schneeweissen Talksschiefern. Letztere können eine bedeutende Mächtigkeit annehmen und stehen ebenso wie die Glimmerschiefer durch Uebergänge von quarzreichen Varietäten mit Quarzit in Verbindung.

Diese Quarzite sind entweder dicht, meist aber körnig, zuweilen selbst zuckerartig-zerreißlich und ähneln dann gewissen Sandsteinen jüngerer Formationen. Besonders ihre körnigen Varietäten sind dünnsschiefrig oder umschließen zonenweise fremdartige Quarz-Geschiebe und nehmen dann den Charakter eines Conglomerates an. Sie bilden mehrere Gruppen, welche durch Complexe von Talk- und Glimmerschiefern getrennt werden.

Eine in der Nähe von Troy in Nord-Carolina aufgeschlossene und nach Emmons (Geol. Rep. of N. Carol. pg. 61) gegen 1000 F. mächtige Zone dieser untersten huronischen Schichtenreihe ist stellenweise angefüllt mit organischen Resten, welche Emmons (l. c. pag. 62) *Palaectrochis major* und *P. minor* nannte. Sie haben die Gestalt doppelter Kegel, welche mit ihrer Basis verwachsen sind und deren eine äusserste Spitze zuweilen eine halbkugelförmige Vertiefung trägt. Ihre Oberfläche ist regelmässig radial gefurcht, bis auf die Vertiefung in der Kegelspitze, welche gelenkähnlich glatt bleibt. Häufig sind zwei oder mehr Individuen verwachsen, zuweilen trifft man sogar zwei Kegel schräg auf die Basis eines anderen aufgesetzt. In ersterem Falle scheinen die einzelnen Individuen durch Einschnürung oder Knospung entstanden zu sein. Ist auch die Stellung dieser merkwürdigen Fossilien, deren eingehendere Beschreibung ich mir vorbehalten darf, mit Sicherheit noch nicht festgestellt, so lehrt doch

ein flüchtiger Blick auf ihren allgemeinen Habitus, dass man organische Reste vor sich hat.

Die mit dieser Palaeotrochis zonenweise angefüllten Quarzite repräsentieren also den zweiten versteinerungsführenden Horizont in der vorsilurischen Schichtenreihe.

Gesellen sich zu den lockeren, sehr feinkörnigen, dünn-schiefrigen Quarzitschiefern Blättchen von Talk oder Glimmer, so sind sie in schwachen Lamellen biegsam, werden also zu Itakolumit. Beim Verwaschen des von diesem Gesteine her-rührenden Schuttet hat man in Georgia und Süd-Carolina Diamanten in der Form krummflächiger Hexakisoktaëder ge-funden, welche somit anscheinend dem Itakolumit entstammen. Auf den Graves Mountains in Georgia umschliesst dieser zahl-reiche Lazulithkristalle von $\frac{1}{4}$ bis 2 Zoll Länge und Rutile von bis 12 Pfund Schwere.

Dieser Gruppe von Quarziten, Glimmer-, Talk- und Chlo-ritschiefern untergeordnet, tritt ausser Itakolumit ein dick-schiefriger Schörlfels, also ein dichter Quarzit mit säulenför-migem Turmalin, — ferner Eisenglimmerschiefer, der aus Eisenglanzschuppen und Talkblättchen besteht, und zwischen den Talkschiefen Steatit von weisser oder hellgrüner Farbe, sowie Graphitschiefer und Graphit in schwachen Lagen auf. Diese Gesteinsreihe wird von körnigen, grauen, z. Th. dünn-gebetteten Kalksteinen überlagert, welche gegen 2000 F. Mächtigkeit erreichen können. Auf sie folgt ein wahrscheinlich gegen 8000 F. mächtiges System von Thonschiefern, Dach-schiefern, Ottrelitschiefern, Conglomeraten von Quarzgeschieben in quarzig-chloritischer Grundmasse und Quarzit, alle in wechsellegernden Complexen von grösserer oder geringerer Mächtigkeit.

Fast sämtliche ebenbeschriebene Glieder des huroni-schen Systems zeichnen sich durch ihre Erzführung aus. Die der Gesteinsreihe selbst angehörigen Erzlagerstätten tre-ten in dreifacher Gestalt, entweder als Imprägnationen, — in Form erzführender Quarzeinlagerungen oder als massive La-ger auf. Hauptsächlich ist es Gold, welches durch die ganze Mächtigkeit jener Schichtenreihe, den Kalkstein ausgenommen, verbreitet ist.

In zahlreichen, durch äussere Merkmale nicht zu unter-

scheidenden Zonen der huronischen Talkschiefer, der schiefrigen Quarzite, der Itakolumite, der Chlorit- und Glimmerschiefer findet sich das Gold in Gestalt dünner Drähte, zackiger Blättchen, kleiner arborescirender, moosförmiger Büschel und in Krystallform fein vertheilt oder in dendritischen Beschlägen auf den Schichtungsflächen. In seltenen Fällen tritt es in kluftförmigen Drusenräumen des Chloritschiefers in gezähnten Flittern und traubenförmigen Büscheln, durchwachsen von wasserhellen Quarzkristallchen, auf und besteht in diesem Falle aus verzogenen Krystallen, während in den goldführenden Zonen der Glimmerschiefer zackige Goldblättchen häufig zwischen je zwei Glimmerschuppen eingebettet liegen. Neben dem Gold im Chloritschiefer eingesprengt, habe ich an einer Stelle Tellurwismuth, an mehreren Punkten hingegen das Zusammenvorkommen von Gold und Granat beobachtet.

Ausser in freiem Zustande kommt das Gold, — und das ist am gewöhnlichsten der Fall, — an Schwefelkies und dessen Zersetzungspunkt, das Eisenoxydhydrat gebunden als Imprägnation von Quarzit-, Talk- und Chloritschiefern vor. Nur eine Localität ist mir bekannt, wo es, und zwar in der Combination von Octaëder und Würfel, mit Arsenikkies und Skorodit und Pharmakosiderit vergesellschaftet, direkt im Talk-schiefer auftritt.

Die goldhaltigen Schwefelkiese können entweder in der ganzen Mächtigkeit gewisser Schieferkomplexe gleichmässig vertheilt sein, oder sich, und zwar am häufigsten im Talk-schiefer, nach der mittleren Partie solcher Imprägnationszonen zu einem massiven, unregelmässig-linsenförmigen Erz-kerne concentriren. Derartige Lagerstätten haben gewöhnlich nur ein geringes Anhalten in ihrer Streichungs- und Fallrichtung.

Ausser als Imprägnation in der Gesteinsmasse selbst, tritt das Gold in einer Matrix von glasigem oder körnigem Quarze auf, welcher entweder die Gestalt flachgedrückt-linsenförmiger, meist zonenweise vor- und nebeneinander liegender Nester, oder gleichmässig anhaltender Bänke annimmt. In ihnen ist das Gold entweder frei für sich allein eingesprengt,

oder mit Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende und Tellurwismuth vergesellschaftet, oder auch an Schwefelkies gebunden.

Dem Vorkommen des Goldes in dem huronischen Systeme der südlichen atlantischen Staaten entspricht das einer Vergesellschaftung von Kupferkies und Schwefelkies. Diese treten auf als gleichmässige Imprägnationen direkt in den Chlorit- und Thonschiefern, — in Form von Einsprenglingen in lenticulären Nestern oder flötzartigen Bänken von Quarzit, — und als Imprägnation mit centraler Concentration, — ausserdem aber auch in regelmässigen, soliden Lagern zwischen den Schiefern. In den letzten beiden Fällen ist die Sonderung der Schwefelkiese und Kupferkiese in verschiedene, über einander liegende Etagen bemerkenswerth, eine Erscheinung, welche am Bestimmtesten in den Kupfererzlagerstätten von Ducktown in Tennessee ausgeprägt ist. Dieselben sind ausgedehnte, über 1500 F. lange und bis 400 F. mächtige, unregelmässige Imprägnationen mit lenticulärem, massivem Erzkern, welche in einer gewissen, von Virginia durch Tennessee bis nach Georgia verfolgbaren Zone staffelartig vor einander liegen. Allen diesen und ähnlichen Einlagerungen ist eine bestimmte Anordnung der sie bildenden Mineralien zu vier durchaus verschiedenen Horizonten gemeinsam. Von Oben nach Unten gezählt, können sie als die Etage des Brauneisensteins, die der Schwarzkupfererze, die der Eisenkiese und die der Kupferkiese bezeichnet werden.

Die oberste derselben, also das Ausgehende der Lagerstätten, besteht aus sandigem, schlackigem oder dichtem Brauneisenstein, welcher mit Streifen von eisenschüssigen Schiefern abwechselt. In der Tiefe von 30 bis 50 F. treten in ihm einzelne Nester von Malachit, Kupferlasur, Rothkupfererz mit gediegenem Kupfer und besonders Kupferschwärze zuerst seltener, nach und nach häufiger auf, bis sie den Eisenstein völlig verdrängt haben und nun die zweite Etage, die der „Schwarzkupfererze“ bilden, deren vertikale Mächtigkeit zwischen 2 und 10 F. schwankt. Sie wird nach Unten scharf und plötzlich von der dritten Etage, der der Eisenkiese abgeschnitten. Bis hierher hat sich somit der Einfluss der Atmosphärlinen auf die geschwefelten Erze und in seinem Gefolge der langsame Process der Zersetzung, der gegenseitigen Wechselwirkung

und der Concentration der Kupfersalzlösungen nach der Tiefe zu geltend gemacht. Diese dritte Zone besteht aus einem innigen Gemenge von Schwefelkies, Magnetkies, langstrahligem Aktinolith und Quarz mit Einsprenglingen von Kupferkies. Letztere mehren sich mit der Tiefe bis sie endlich die vierte Etage, die der vorwaltenden Kupferkiese bilden.

Wie goldhaltiger Quarz und Kupfer- und Schwefelkies, so tritt auch Magneteisenstein in flachlinsenförmigen und flötzartigen Lagerstätten zwischen den Schiefern auf.

Bei ihrer Häufigkeit in allen Horizonten der beschriebenen Schichtenreihe, bei ihrer Tendenz zur Bildung von linsenförmigen Zwischenlagern, an deren Form sich die Stratification der benachbarten Schichten anschmiegt, repräsentieren diese Erzlagerstätten ein wesentliches und charakteristisches Glied des huronischen Systems, weshalb wir etwas länger bei ihnen verweilten.

Die beschriebene Gesteinsreihe setzt in den südlichen atlantischen Staaten vier, das huronische Zeitalter repräsentirende Zonen zusammen, zwei von etwa 5 Meilen Breite in den ursprünglichen Buchten zwischen den drei Höhenzügen von laurentischen Gneissen und je eine an der östlichen und westlichen Flanke der laurentischen Hauptzonen. Sie haben sämmtlich bedeutende Knickungen erfahren und bilden jetzt z. Th. so steile Mulden, dass ihre Schichten häufig vertical neben einander stehen. Die anticlinalen Axen dieser wiederholten Muldenbildung und somit die Schichten selbst, haben durchgängig eine der Längenaxe der laurentischen Gneisszonen parallele Streichungsrichtung.

Wie in sämmtlichen von uns früher betrachteten eozischen Distrikten überlagert auch in den südlichen atlantischen Staaten die huronische Schichtenreihe das laurentische System ungleichförmig, fällt sogar an vielen Punkten gegen die sie begrenzenden Gneisse ein. Die Ueberlagerung des Huron durch das Untersilur ist nur westlich von dem laurentischen Gebirgszuge der Blue Ridge zu beobachten, während östlich von diesem Silurformationen nicht auftreten. Wie oben bemerkt, legen sich auch an die westliche Flanke der laurentischen Hauptzone huronische Gebilde an, welche das weite palaeo-zoische Mississippi-Becken unterteufen. Ihnen ist zuerst Pots-

dam-Sandstein, dann Trenton-Kalkstein, beide vielfach geknickt, aufgelagert und diesen folgt noch weiter nach W. zu die devonische und die Kohlenformation. Im östlichen Tennessee und im südwestlichen Virginia ist die Ueberlagerung von huronischen Talk-, Chlorit-, Glimmer- und Hornblendeschiefern durch das untere Silur auf das Bestimmteste nachzuweisen, — während weiter nordöstlich, so einige Meilen westlich von Lynchburg die silurische Reihe das Ausgehende der huronischen Schichten am Westabhang der Blue Ridge vollständig überdeckt und in der Nähe des Rückens dieses Gebirgszuges direkt auf dem laurentischen Gneisse aufgelagert ist. An solchen Stellen wird der östliche Fuss der Blue Ridge aus huronischen Schiefern, der eigentliche Kamm aus laurentischen Gneissen und Syeniten und der Westabhang aus silurischen Schichten bestehen. Südwestlich von Lynchburg treten aber schon die huronischen Schiefer zwischen den laurentischen Gneissen der Blue Ridge und den silurischen Formationen des Mississippi-Beckens auf, — erweitern sich nach Süden zu mehr und mehr, und erreichen in Ost Tennessee eine Breite von 20 Meilen.

Die Ueberlagerung des Huron durch das unterste Glied des silurischen Systems ist somit zweifellos. Da auf dieses Altersverhältniss ausser von Emmons bereits von Safford, Rogers, Cook und Lesley aufmerksam gemacht worden ist, muss es auffällig erscheinen, dass eine Anzahl der namhaftesten Geologen Nord-Amerikas an der Ansicht der Zugehörigkeit der südlichen goldführenden Schieferreihe zur Silurformation festhalten.*.) Es mag dies seinen Grund darin haben, dass Emmons die von uns als huronisch beschriebenen Schiefer der südlichen atlantischen Staaten für Aequivalentbildungen seines Taconischen Systems in Neu-England erklärte, dessen obere Abtheilung sich später als zum unteren Silur gehörig erwies.

In früher veröffentlichten Aufsätze habe ich selbst die Bezeichnung „taconisch“ auf die goldführenden Schiefer des

*) So sagt z.B. Hunt (On some points in American Geology. — Am Journ. XXXI pag. 403.) Es existirt bis jetzt kein einziger Beweis dafür, dass irgendwo in der ganzen appalachischen Gebirgskette vorsilurische Gesteine, also die Laurentische und Huronische Formation auftreten!

Südens angewendet, gebrauchte sie aber nur als gleichbedeutend mit vorsilurisch, cambrisch oder huronisch, im Gegensatze zur Annahme eines silurischen Alters derselben. Jetzt, wo ein Theil der von Emmons taconisch genannten Schichten Vermonts dem Silur zugerechnet werden muss, wo sich die von ihm behauptete Aequivalenz des sogenannten Tacon's von Vermont und der goldführenden Schiefer des Südens als theilweise unrichtig herausgestellt hat, dürfte um weitere Verwechslungen zu vermeiden, der Name des taconischen Systems fallen zu lassen und die Bezeichnung huronisch auch auf die vorsilurische Schichtenreihe der südlichen und neuenglischen Staaten zu übertragen sein. Emmons bleibt jedoch das Verdienst, zuerst auf die vorsilurische, selbstständige Stellung der beschriebenen Formationen hingewiesen zu haben.

Das huronische System der südlichen atlantischen Staaten besteht somit aus einer normalen Schichtenreihe von Glimmer-, Talk-, Thon- und Chloritschiefern, Itakolumit, Quarzit, Kalksteinen und quarzigen Conglomeraten, in denen zahlreiche, fallbandähnliche, linsenförmige und flötartige Einlagerungen von Gold-, Kupfer- und Eisenerzen auftreten, — während in ihrer unteren Abtheilung organische Reste, nehmlich *Palaeotrochis major* und *P. minor*, in grosser Häufigkeit vorkommen. Diese Gesteinsreihe überlagert das laurentische System ungleichförmig und wird wiederum ungleichförmig vom unteren Silur überlagert.

Ihrer geognostischen Position zwischen dem laurentischen und silurischen Systeme zu Folge, ist diese Schichtenreihe ein Aequivalent der huronischen Gebilde von Canada und Michigan.

Von den südlichen Staaten aus lässt sich die Verbreitung des huronischen Systemes in nordöstlicher Richtung ununterbrochen durch die ganze appalachische Zone der eozoischen Formationen verfolgen. Dass huronische Schichten in Pennsylvania in den ursprünglichen Thälern zwischen den laurentischen Gneisszonen auftreten, ist schon früher erwähnt. Sie bestehen, wie weiter südlich, zu unterst aus granatreichen Glimmerschiefern, auf welche Thon- und Talksschiefer mit lenticulären Quarzeinlagerungen, abwechselnd mit Complexen

von chloritischen Schiefern, Steatit, körnigen Quarziten und krystallinischem Kalkstein folgen und vom Potsdam-Sandstein überlagert werden.

In ähnlicher Weise und ebenfalls durch seine Erzführung ausgezeichnet ist das huronische System in den neuenglischen Staaten, vor Allem im westlichen Connecticut, und Massachusetts, sowie in Vermont vertreten und dort von der Primordial-Gruppe (dem Oberen Tacon von Emmons) überlagert. Jedoch scheinen die dortigen geotektonischen und stratigraphischen Verhältnisse in einer Weise gestört zu sein, dass ihre Deutung mit grossen Schwierigkeiten zu kämpfen hat. Soviel aber steht fest, dass ungleichförmig auf der dortigen laurentischen Gesteinsreihe wie z. B. von Emmons, Marcou u. A. beobachtet, unterhalb des Emmons'schen Obertacons, also des Untersilurs, ein mächtiger Complex von gold-, kupfer- und eisenerzführenden Glimmerschiefern, Talkschiefern mit Serpentin- und Steatit-Einlagerungen, Kalksteinen, Graphitschiefern und Dachschiefern auftritt, — letztere mit Anneliden- und Crinoiden-Resten. Diese Schichtengruppe kann ihren Lagerungsverhältnissen zu Folge und ihrem lithologischen Charakter nach keinem anderen Zeitalter als dem huronischen angehören.

In New-Brunswick (Credner, Jahrb. f. Min. 1865 pag. 803), nahe dem nordöstlichen Ende der appalachischen Zone von eozoischen Formationen, lagert eine 7000 F. mächtige Gruppe von quarzigen Conglomeraten, Quarzitschiefern, kieseligen Chloritschiefern und Dachschiefern mit Betten, Gängen und Stöcken von Aphaniten und dunkelfarbigen Melaphyren, — die Coldbrook-Gruppe der dortigen Geognosten, — muldenförmig zwischen zwei Parallelzonen von laurentischen, an Kalksteinen und Graphitschiefern reichen syenitischen Gneissen. Sie werden von Schiefern mit primordialer Fauna überlagert, gehören also ebenfalls dem huronischen Systeme an, dessen Vertreter somit in der ganzen appalachischen eozischen Hauptzone nachgewiesen sind.

Gedrängter Rückblick.

Die bei der vorstehenden Uebersicht über die Verbreitung, den lithologischen Charakter und die geotektonischen

Verhältnisse des laurentischen und huronischen Systems in Nord-Amerika gewonnenen Resultate lassen sich in einem kurzen Rückblick wie folgt zusammenfassen:

Die älteste auf dem amerikanischen Continente bekannte Gesteinsgruppe, das laurentische System, besteht aus einer Schichtenfolge von Glimmergneiss, Hornblendegneiss, Chlorit- und Talkgneiss, welche durch Abänderungen in ihrer Structur auf der einen Seite in die entsprechenden Schiefer, auf der anderen Seite in granitische Gesteine übergehen oder mit solchen abwechseln. Zwischen ihnen tritt mehr oder weniger dolomitischer Kalkstein, Quarzit, Magneteisenstein, Serpentin, Graphitschiefer oder reiner Graphit, sowie Conglomerat in Lagern und Zonen von grösserer oder geringerer Mächtigkeit auf. Die oberste dieser Schichtenreihe angehörige Kalksteingruppe ist in Canada angefüllt mit den Resten einer riesigen Foraminifere, Eozoon Canadense.

Anorthosit und Hypersthenit mit Magneteisenerz- und Kalksteinbetten bilden die obere Abtheilung dieses gegen 30,000 F. mächtigen Systems.

Ungleichförmig lagert auf dem laurentischen das huronische System auf und besteht aus einer normalen Schichtenfolge von Quarziten, Conglomeraten, Kalksteinen, quarzigen Thonschiefern, Itakolumit, Glimmer-, Talk-, Chlorit-, Graphit- und Dachschiefern mit gleichförmig eingelagerten Betten von Diorit und Aphanit. Für diese Gesteinsreihe ist ihre Führung von Gold-, Kupfer- und Eisenerzen, welche in Gestalt von Imprägnationen und lenticulären oder flötartigen Lagerstätten auftreten, charakteristisch; im Nordwesten des Continentes bildet Rotheisenstein mächtige Glieder dieses Schichtensystems. Nahe der Basis der 18 bis 20,000 F. mächtigen huronischen Formation kommen in Nord-Carolina Palaeotrochis major und P. minor in grosser Häufigkeit, in ihrem obersten Horizonte in Neu-England Anneliden-Spuren und Crinoideen-Reste spärlicher vor. Das silurische System überlagert das huronische ungleichförmig.

Diese beiden vorsilurischen Schichtensysteme treten in Nord-Amerika in zwei Hauptzonen, einer nördlichen, der kanadischen und einer östlichen, der appalachischen zu Tage. Das Skelet dieser langgezogenen, verhältnissmässig schmalen

Territorien bilden die Repräsentanten des laurentischen Zeitalters, die Ausfüllung und die beiderseitigen Flanken die huronischen Schichten. Werden schon dadurch mulden- oder muldenbuchtformige Lagerungsverhältnisse bedingt, so werden diese durch sich vielfach wiederholende Knickungen und Falten, also den Hauptbecken untergeordnete Synclinal- und Anticlinalbildungen noch hervortretender, zahlreicher und zu einer charakteristischen Eigenthümlichkeit der Architektonik des Huron gemacht.

Hat man die eben kurz skizzirten vorsilurischen Formationen bisher als azoisch zusammengefasst, so dürfte man jetzt, nachdem die Spuren des ersten Auftretens von organischem Leben in ihnen nachgewiesen sind, berechtigt sein, dieselben als eozoisch zu bezeichnen, wie es in Amerika und Europa bereits geschehen ist.

Parallelisirung der amerikanischen mit europäischen vorsilurischen Formationen.

Aus der gegebenen Beschreibung der eozoischen Formationen Nord-Amerikas geht unter Anderem auch die Aehnlichkeit ihrer Lagerungsverhältnisse und ihrer lithologischen Charaktere mit denen europäischer Gesteinsreihen hervor. Die Systeme von Gneissen, Graniten, Hornblendegesteinen mit Einlagerungen von an accessorischen Beimengungen reichen Kalksteinen und Serpentin, — mit Fallbändern und flötzähnlichen oder linsenförmigen Lagerstätten von Magneteisenstein, — die Systeme von Glimmer-, Thon-, Chlorit- und Quarzitschietern mit ihren erzführenden Gesteinsschichten, — Systeme wie sie am Erzgebirge, in den Sudeten, in den Alpen, in Skandinavien, in Schottland und am Ural auftreten, sie ähneln in ihrer vorsilurischen Stellung, ihrem lithologischen Charakter, ihrer Erzführung und ihrer Zweittheilung in eine untere Gneiss- und eine obere Schieferformation den eozoischen Schichtencomplexen Nord-Amerikas im höchsten Grade.

Ebenso bestimmt ausgesprochen ist die Aehnlichkeit brasiliischer, japanesischer und bengalischer vorsilurischer Ge-

bilde*), mit den nordamerikanischen. Stöhr's Beschreibung der Kupfererzvorkommen von Singhbum in Bengalen könnte zum grössten Theile wörtlich zu einer Darstellung derer von Tennessee und Virginia angewendet werden.

Haben Murchison und Gümbel schon vor einigen Jahren Parallelen gezogen zwischen dem bayrisch-böhmischem Gneiss, dem schottischen Fundamentalgneiss und dem laurentischen System Canadas, so steht die Aequivalenz dieser Formationen fest, seit Fritsch, Gümbel und von Hochstetter **) in den Kalksteinen gewisser Gneissreihen Central-Europas und Carpenter und Dawson im Serpentinmarmor Schottlands das für die laurentische Formation Canadas charakteristische Eozoon Canadense nachgewiesen haben.

Nach Gümbels speciellen Studien der Gesteine des Urgebirgsdistriktes von Ostbayern und des Böhmerwaldes repräsentiren dieselben eine wohlgeschichtete, viertheilige Formationsreihe, bestehend aus einer älteren, dem bojischen Gneiss, — einer jüngeren, der hercynischen Gneissgruppe, — einer Glimmerschiefer- und einer Thonschieferformation. Auf letzteren lagern nach Gümbel und von Hochstetter die Przibramer Schiefer mit Annelidenspuren, Crinoidenstielgliedern und Foraminiferenformen und auf diesen ungleichförmig die Przibramer Grauwacke und die Primordial-Schichten von Ginetz und Hof auf. In einem Lager von körnigem Kalke mit „haufenweise“ vertheilten Flecken von Serpentin, welches dem hercynischen, also dem oberen Gneisse angehört, wurde Eozoon Canadense fast gleichzeitig von Gümbel bei Steinhag in Ost-Bayern, von v. Hochstetter bei Krummau im südlichen Böhmen, und von Fritsch bei Raspenau im Norden Böhmens aufgefunden und von Carpenter mit dem canadischen Vorkommen für identisch erklärt.

Die Schlüsse, welche aus diesen Funden zu ziehen sind, bestätigen, was man früher allein aus lithologischer und stratigraphischer Aehnlichkeit abgeleitet hatte, nehmlich die

*) v. Eschwege, Beiträge zur Gebirgskunde Brasiliens. Pumpelly, Geolog. researches in China, Mongolia and Japan. Stöhr, Kupfervorkommen von Singhbum in Bengalen. Neues Jahrb. 1864 pag. 129.

**) Sitzungsberichte der königl. Akad. der Wissensch. zu Prag, 1866 pg. 36., zu München 1866 pag. 25., zu Wien 1866 pag. 14.

Aequivalenz des Gneisses von Bayern und Böhmen mit dem laurentischen Systeme Canada's. Daraus folgt weiter das huronische Alter des Schiefergebirges zwischen den Gneissen und den Ginetzer Primordialschichten, welches ebenso wie das huronische System in Amerika, besonders in den atlantischen Staaten, in eine untere Gruppe von vorwaltenden Glimmerschiefern und eine obere von vorwaltenden Thonschiefern zerfällt. Wie dort sind auch in der huronischen Schieferformation von Bayern und Böhmen Reste einer bereits manchfältigeren Fauna als der laurentischen, so von Anneliden, Cri-noideen und verschiedenen Foraminiferen, so von einer zweiten Eozoon-Species, *Eozoon bavaricum* Gümb. nachgewiesen worden.

Darauf, dass in Britannien das laurentische System durch den Fundamental-Gneiss Schottlands vertreten sei, wurde von Murchison geschlossen (Quart. Journ. 1863. pg. 354), ihre Aequivalenz aber erst durch Carpenters Fund von Eozoon im Serpentinmarmor von Tyrel und auf Skye festgestellt. Die Fundamental-Gneiss-Formation Murchisons besteht (Quart. Journ. 1859. pg. 363) vorwaltend aus gneissigen Hornblende-gesteinen mit Zwischenlagern von körnigem Kalkstein mit Eozoon (nach Carpenter, Jones und Sanford), beide vielfach in ihren Lagerungsverhältnissen gestört und von mächtigen Zügen von eruptivem Granit durchsetzt. Ungleichförmig ruht auf diesem Systeme die cambrische Formation oder Long-mynd- Gruppe (Baily geol. magaz. XV. 1865. 385. und Murchison l. c.), eine bis zu 15,000 F. mächtige Schichtenreihe von krystallinischen Schiefern, braunen oder röthlichen Conglomeraten und Sandsteinen mit Anneliden-Röhren, Oldhamia und Chondrites, welche wiederum ungleichförmig vom untersten Silur überlagert wird. Nach seiner Stellung zwischen dem laurentischen und silurischen ist das cambrische System eine Aequivalentbildung des huronischen, oder wenigstens des oberen Theiles desselben. Haben wir in dem Huron von Canada eine Litoralformation erkannt, welcher als gleichzeitige pelagische Niederschläge die huronischen Schichten der südlichen Staaten Nord-Amerikas entsprechen, so mag auch die conglomeratreiche cambrische Reihe Englands in

demselben Verhältnisse zu den oberhuronischen Schiefern und Kalksteinen von Skandinavien und Central-Europa stehen.

Nach Obigem lassen sich die Gesammtresultate unserer Kenntniss der Gliederung und der Fauna der amerikanischen eozoischen Formationen und ihrer Aequivalenz mit europäischen Schichtencomplexen tabellarisch wie folgt zusammenfassen: (siehe beiliegende Tabelle.)

Ueber die Genesis der eozoischen Gesteine.

In der Schichtenreihe der eozoischen Gebilde treten uns von den untersten, uns bekannten Horizonten an, in den Conglomeraten und den ihnen verwandten klastischen Gesteinen Schichtencomplexe entgegen, deren Entstehung auf andere Weise als in Gegenwart und unter Mitwirkung des Wassers unmöglich gedacht werden kann. Conglomerate mit runden Rollstücken wechsellagern in Canada und Michigan mit den eozoischen Gneissen und Granitgneissen, mit den Schiefern, Dolomiten, und Kalksteinen, — mächtige Bänke der Eisensteine von Michigan umfassen abgerundete Geschiebe von älteren Jaspisarten, — huronische Schiefer in Canada und in den atlantischen Staaten nehmen zonenweise den Charakter eines groben Conglomerates an, — Quarzite, welche einzelne Rollstücke umschließen, sind in der ganzen eozoischen Reihe vertreten. Die Quarzite selbst in ihrer grossartigen vorsilurischen Entwicklung sind oft so grobkörnig, dass sie als harte Sandsteine bezeichnet werden könnten. Ihren dichten oder glasigen Varietäten, ebenso wie anderen, sandig-talkigen Schiefern und schiefrigen Rotheisensteinen ist in deutlichen, scharf erhaltenen Wellenfurchen der Stempel ihrer Entstehung aufgeprägt.

Ebenso wie der Ursprung dieser Trümmergesteine zweifellos sedimentärer Art ist, so war die Entstehung der durch Graphitschiefer und Palaeotrochis- sowie Eozoonbänke repräsentirten phytogenen und zoogenen Gebilde des eozoischen Zeitalters durch Gegenwart von Wasser bedingt.

Sehen wir nun dolomitische Kalksteine der eozoischen Formation, besonders in Michigan so deutlich gebettet wie triassischen Wollenkalk, zwischen ihnen regelmässige Lagen von Quarzit, Conglomerat, grobem Sandstein und Schiefer,

Tabellarische Uebersicht (zu p. 44.)

der Gliederung und Aequivalenz der eozoischen Formationen Nordamerikas.

Palaeozoische Formationen.		Nord-Amerika.				Britannien.	Bayern u. Böhmen.	
Palaeozoische System.	Silurisches System.	Unterstes	Potsdam-Sandstein, in dessen unterem Horizonte die Vermonter Schiefer (Georgia and Swanton Slates) beide mit Arten von Olenus, Conocephalites, Dikelocephalus, Arionellus.			Lingula flags und Trema-	Etage C.Barr. Primordial Zone von Hof und Ginetz	
			Vermonter Schiefer = oberes Vermonter Tacon von Emmons und Marcou, z. Th. Quebec Group von Logan, Hunt u. a. Nach Marcou mit Colonien der zweiten Silurfauna.				Przibramer Grauwacke	
			Discordanz.			Discordanz	Discordanz.	
Eozoische Formationen.	Huronisches System.		Canada.	Michigan.	südl. atlant. Staaten.	nördl. atl. Staaten.		
			Körnige Quarzitschiefer, Conglomerate, kieselige Chlortschiefer, Kalksteine. 18,000 F. Litoral.	Thon- Chlorit- Talkschiefer, Diorit, Eisensteine, Kalkstein, Quarzit. 18,000 F.	Thonschiefer, Kalksteine, Quarzit, Talk-Chlorit- Glimmerschiefer, Itacolumit, Lagerstätten von Gold-, Kupfer- u. Eisenerzen. Im unteren Horizonte Palaeotrochis. Emmons' südliches Tacon.	Thonschiefer und Quarzitschiefer mit Anneliden- und Crinoideen- Resten. Kalkstein und Quarzit, Talk-Chlorit-, Glimmerschiefer. Unterer Vermonter Tacon von Emmons. Coldbrook-group in New Brunswick Pelagisch.	Cambrisches System. Longmynd Gruppe oder Bottom Rock. Conglomerate, Sandstein und Schiefer mit Anneliden, Oldhamia und Chondrites. Litoral.	Przibramer Schiefer mit Anneliden, Crinoideen, Foraminiferen Urthonschiefer mit Kalkstein, dieser mit Eozoon bavaricum Güm. Chloritschiefer.
			Discordanz.	Discordanz.	Discordanz.	Discordanz.	Urglimmerschiefer Pelagisch	
Laurentisches System.	Obere		Anorthosit Hyperstheneit Magneteisenstein, Kalkstein 10,000 F.	nicht vertreten.	Syenit, Hyperstheneit, Magnet-eisenstein, Kalkstein, dieser mit Franklinit und Rothzinkerz.	Hypersthene-fels von Skye	nicht vertreten.	
	Unteres		Glimmer- und Hornblende-Gneisse, Quarzit, Magneteisenerz, Kalkstein, im oberen Horizonte mit Eozoon canadense. 20,000 F.	Glimmer-, Talk-, Chlorit-Gneisse, syenitische Gesteine Kalkstein, Kalk-Chloritschiefer, Graphitschiefer, Conglomerate. 20,000 F. oder mehr.	Syenitische Gesteinsgruppe mit Magneteisenerz. Glimmergneissgruppe mit Kalkstein und Serpentin. Portland- und Kingston-Gruppe von New-Brunswick.	Fundament-Gneiss Schottlands und der Hebriden mit Eozoon canadense.	Hercynischer oder grauer Gneiss mit Eozoon canadense. Bojischer oder bunter Gneiss.	

in ihrer Masse organische Reste, — sehen wir solche dolomitische Kalksteine, ferner körnige Quarzite, Conglomerate mit abgerundeten Geschieben, Eisensteine und Schiefer mit Wellenfurchen, sowie dünngeschichtete Graphitschiefer in grösster Regelmässigkeit wechsellagern mit geschichteten und gebetteten Gneissen, syenitischen Gesteinen, Diorit und Granit, mit Chlorit-, Talk- und Glimmerschiefern und selbst diese hie und da Geschiebe umfassen, kann dann ein anderer Schluss möglich sein, als der auf die sedimentäre Entstehung dieser ganzen eozoischen Schichtenreihe?

Dies zugestanden tritt von selbst die Frage an uns, in welchem Zustande sich das Material jener Gesteine nach seinem Niederschlage aus dem eozoischen Oceane befunden hat, — mit anderen Worten, ob es durch einen Umwandlungsprocess in den heutigen krystallinischen Zustand übergeführt worden ist, oder sich nur wenig verändert, fast so, wie es ursprünglich abgelagert wurde, erhalten hat?

Wir sind gezwungen bei manchen krystallinischen Gesteinen, so z. B. bei gewissen, selbst granithähnlichen Gneissen, Hornblendeschiefern und Glimmerschiefern welche bei Münchberg in Oberfranken unveränderte devonische Schichten überlagern, ohne den geringsten Uebergang in diese zu verrathen, von einem späteren Metamorphismus abzusehen und sie für ursprünglich so abgelagert zu halten, wie sie uns heute erscheinen. (Naumann. Geognosie II. pag. 65, pag. 153 u. f.) Mit demselben Rechte darf man bei ähnlichen Gesteinsreihen eines andern geologischen Zeitalters einen ursprünglichen krystallinischen Bildungsprocess annehmen, wenn dieselben Erscheinungen zeigen, welche mit den Bedingungen des Metamorphismus unvereinbar sind. Eine solche und augenscheinlich massgebende ist das Vorkommen von Gneiss-, Granit- und Quarzit-Geschieben in Betten einer sandig-talkigen Grundmasse zwischen laurentischen Gneissen, an den Fällen des Sturgeon Flusses in Michigan*). Auch Logan und Murray beschreiben, wie oben erwähnt, laurentische Conglomerate mit Diorit- und Syenitgeschieben in Canada. Das Mutterge-

*) Siehe pag. 17. Ausserdem von mir beschrieben und im Profil wiedergegeben in der Zeitsch. der deut. geol. Gesellsch. 1869. Heft II.

stein dieser verschiedenartigen Geschiebe müsste vor Los-trennung letzterer und vor der Bildung jenes Conglomerates bereits metamorphosirt gewesen sein, ist jedoch verhältniss-mässig nur wenig älter als das Conglomerat. Schliessen nun Naumann und Cotta (Naumann. Geogn. II. 65.) aus dem Zu-stande der Geschiebe in palaeozoischen Conglomeraten, dass sich die Gesteine der Urgneissformation schon zu Zeiten des Silur in demselben Zustande befunden wie heutzutage, so können wir nach Obigem den folgerechten Schluss ziehen, dass die laurentische Gneissformation (wenigstens die von Michigan und Canada) sich sogar bereits im Verlaufe des Zeitalters ihrer Ablagerung, also schon während der laur ent-i-schen Periode in demselben Zustande befand, wie heute.

„Wann, so frage ich mit Naumann, soll nach obigen Beobachtungen die Umwandlung dieser primitiven (laurenti-schen) Gesteine stattgefunden haben?“

Ueber den ebenerwähnten laurentischen Conglomeraten lagert eine über 20,000 F. mächtige Schichtenreihe von Gneissen und krystallinischen Schiefern. Da uns die Conglomerat-Geschiebe beweisen, dass der petrographische Charakter des ältern Gneisses vor der Bildung des Conglomerates bereits ebenderselbe war, wie heute, wie kommt es, dass der Process, dem jene jüngeren krystallinischen Gesteine ihre Umwandlung verdanken sollen, spurlos an den darunter liegenden Conglo-meraten und älteren Gneissen vorübergegangen ist?

Die oberen huronischen Schichten von Michigan beste-hen aus Talkschiefern mit Orthoklas-Krystallen, schiefrigem Orthoklasgestein mit Talkbeschlägen, sowie aus Chloritschie-fern und dioritähnlichem Hornblendegestein. Sie sind weder, noch waren sie je überdeckt von jüngeren Formationen, höch-stens nach ihrer östlichen Grenze hin durch bis 200 F. mächtige Potsdam Sandstein-Ablagerungen. In Form einer Insel hat das von ihnen gebildete Terrain als erster embryonaler Nucleus des amerikanischen Continents während aller geo-logischen Zeitalter den Spiegel des Oceans überragt, nur die Fluthen der Diluvialzeit haben sie mit Sand bedeckt und mit erratischen Blöcken überstreut. Wenn der erste der von uns angeführten Fälle, das Vorkommen von Conglomeraten in der laurentischen Formation beweist, dass die Metamorphose

der Gneissreihe nicht in Form einer langsam wirkenden, gewaltige Zeiträume in Anspruch nehmenden Durchwässerung vor sich gegangen sein kann, so spricht der Umstand, dass die obersten huronischen Gebilde von jüngeren Formationen nicht überlagert werden, dafür, dass sie ihren hochkrystallinischen Zustand dem Heraufrücken der chthoniothermen Flächen in Folge späterer Ab Lagerung mächtiger Schichtensysteme nicht verdanken können.

Unter solchen Umständen dürfte die Annahme nicht zu gewagt erscheinen, dass der krystallinische Charakter jener Gesteine ein ursprünglicher, also z. Th. unmittelbar beim, oder direkt nach dem Niederschlage, z. Th. noch vor Erhärtung der Sedimente zum wirklichen Gestein herbeigeführt worden sei.

Das Wesen solcher krystallinischen Bildungsprocesse, die Verhältnisse durch welche dieselben bedingt wurden, sind uns freilich eben soweinig bekannt, wie der Vorgang einer Metamorphose, welche einen Schichtencomplex von 50,000 und mehr Fuss Mächtigkeit und einer Ausdehnung über, wie scheint, die ganze Erdkugel an den von einander entferntesten Punkten gleichartig umgeändert haben könnte, ohne die haarscharfen Grenzen oft nur zollmächtiger, mit einander abwechselnder, zuweilen nahe verwandter Gesteinsarten zu verwischen. „Sind wir auch noch nicht im Stande die Modalität eines ursprünglich krystallinischen Bildungsprocesses zu begreifen, so können wir uns mit den Anhängern des Ultra metamorphismus trösten, denen es in dieser Hinsicht nicht besser geht“ (Naumann. Geogn. II. 154).

Dass ähnliche Bedingungen zur krystallinischen Ausbildung der Niederschläge auch noch in dem Zeitalter unmittelbar nach der huronischen Periode vorhanden waren, ohne das organische Leben auszuschliessen, beweist das Auftreten von krystallinischen Quarzpsammiten der untersten Silurformation mit zahlreichen Trilobitenresten, direkt auf den Schichtenköpfen des huronischen Systems.

Die Möglichkeit eines ursprünglichen krystallinischen Bildungsprocesses wird durch Erscheinungen, wie sie in Verbindung mit dem Vorkommen des Eozoon zu beobachten sind, bestätigt. (Hunt. Quart. Journal Feb. 1865.) Die Kammern,

Kanäle und Röhrchen des Eozoon sind nehmlich von Serpentin, Pyroxen und einem dem Pyrosklerit ähnlichen Minerale, von Loganit ausgefüllt, während die Kammerscheidewände in kalkigem Zustande verblieben sind. Jene Kalk-, Talk-, Thonerde und Eisensilicate besitzen eine fein krystallinische Structur, welche sie noch vor der Erhärtung des umgebenden Kalk- oder Dolomitgesteins angenommen haben müssen, weil sie häufig beim Krystallisiren die feinen Röhren und Kammerwandungen zersprengt haben. Sie müssen sogar die Sarkode des Thieres unmittelbar nach dessen Absterben ersetzt haben, weil sonst sedimentäre Kalktheilchen, wenn nicht die ganzen Hohlräume, so doch Theile der Kammern ausgefüllt haben würden, was nicht der Fall ist. Ja, der Ausfüllungsprocess muss in klarem Wasser vor sich gegangen sein, weil mechanische Gemengtheile in der Ausfüllungsmasse nur selten gefunden werden. An eine spätere Auslaugung des kalkigen Kernes der Kammern und Kanälchen und den Ersatz desselben durch Silikate kann nicht gedacht werden, weil sonst die äusserst zarten Kammer- und Röhrenwandungen gleichfalls zerstört worden wären, während sie erhalten sind. Kurz die Entstehung der krystallinischen Talk-, Kalk-, Thonerde- und Eisensilicate innerhalb des Eozoon muss unmittelbar nach dem Tod der Thiere und vor die Zeit der Erhärtung des Nebengesteins fallen. So gut aber wie dieser krystallinische Bildungsprocess im Kleinen stattgefunden hat, kann er auch in grösseren Maassstabe vor sich gehen, mit andern Worten, die Serpentine, die Augit-, Amphibol-, Chlorit- und Talksteine, die bei Weitem vorwaltenden Glieder der eozoischen Formationsreihe, können ebenso wie der dolomitische Kalkstein, welchen wir als ein Präcipitat aus dem Meeresswasser anzusehen haben, (Scheerer, Jahrb. f. Min. 1866. pag. 1.) Producte eines ursprünglichen krystallinischen Bildungsproesses sein.

Eine derartige Annahme findet Unterstützung in der Ansicht Beyrichs und Naumanns, dass die dem Gneiss oder Glimmerschiefer eingelagerten Hornblendegesteine wohl niemals etwas anderes waren, als was sie gegenwärtig sind. (Naumann, Geogn. II. 65.)

Auch Bischof gesteht (Geol. II. 976. 1. Aufl.) bei Besprechung dieser obenerwähnten Ansicht zu, dass sich Hornblende und Feldspäthe ebensogut während des Absatzes der Sedimente, wie nach demselben durch Metamorphose bilden können und dass letztere unmittelbar nach erfolgtem Niederschlage der Sedimente noch unter dem Einflusse des Meerewassers stattfinden kann. In beiden Fällen wird hier für Hornblende- und Feldspathgesteine ein ursprünglich kry stallinischer Bildungsprocess zugegeben, denn der Begriff des Metamorphismus erfordert, dass das Material, welches demselben unterworfen gewesen sein soll, bereits als wirkliches Gestein existirte.

Zu ähnlichen Schlüssen betreffend die ursprüngliche kry stallinische Bildung eozoischer Gesteine führt die Betrachtung des Umstandes, dass in den mächtig entwickelten krystallinischen Kalksteinen der laurentischen und huronischen Schichtenreihe eine grosse Anzahl Mineralien als accessorische Bestandtheile sämmtlich in Krystallform auftreten und zwar vor Allem Granat, Spinell, Beryll, Pyroxen, Apatit und Flussspath, Schwefelkies, Kupferkies, Magnetiteisenstein und Rutil. Die Annahme, dass dieselben durch Metamorphismus des bereits erhärteten Gesteins entstanden seien, würde es unbegreiflich erscheinen lassen, wie sich diese Krystalle in Mitten einer starren, widerstandsfähigen Felsart entwickeln und die feste unnachgiebige Grundmasse verdrängen könnten, um sich Platz zu verschaffen. Spricht schon die Unmöglichkeit eines solchen Vorganges, sowie das Auftreten der betreffenden Mineralien in gewissen durch keine Veränderung des Charakters des Kalksteins bezeichneten Zonen für die ursprünglich kry stallinische Ausbildung der genannten Mineralien in dem noch weichen Schlamme, so liefert die Thatsache, dass in den kry stallinischen Kalksteinen der appalachischen laurentischen Gneisszone zerbrochene Zirkon-Krystalle vorkommen, deren Bruchstücke gegen einander verschoben und von krystallinischer Kalksteinmasse getrennt sind, einen direkten Beweis für einen solchen ursprünglichen krystallinischen Bildungsprocess gewisser in Kalkstein eingeschlossener Mineralien.

Dass auch Granat, so wichtig und verbreitet in den eozoischen Formationen, direkt aus wässriger Lösung aus-

krystallisiren kann, dafür spricht das Vorkommen von Granatkristallen in und auf Kalkspat im Samsoner Gange bei St. Andreasberg (Herm. Credner. Geogn. Beschr. von Andreasberg pag. 34). Diese Ursprungswweise für vereinzelte Kristalle zugestanden. kann sie auch übertragen werden auf grössere Gesteinsablagerungen aus vorwaltend denselben Bestandtheilen, Feldspäthen und Quarz, für welche beide letztere gleichfalls die Möglichkeit ihrer Entstehung durch Ausscheidung aus wässriger Lösung feststeht.

Nach bereits im October 1868 erfolgtem Abschlusse vorliegender Abhandlung fand ich, dass Gümbel in seiner Geognost. Beschreibung des ostbayerischen Grenzgebirges, 1868. pag. 833 u. f. zu ähnlichen wie den oben ausgesprochenen Ansichten über die Bildungsweise der krystallinischen Gesteine gelangt ist, wie er es bereits in seinem Aufsatze über Eozoon andeutete. Ich erblicke darin, dass die Beobachtung geognostischer Verhältnisse an so weit von einander entfernten Punkten zu ungefähr denselben Folgerungen Veranlassung gegeben hat, ein nicht unwichtiges Zeugniss für deren Wahrscheinlichkeit.

Wiederhole ich die hierher gehörigen Resultate der Untersuchungen Gümbeis z. Th. mit seinen eignen Worten: Der Gneiss ist geschichtet und stufenweise aufgebaut wie die Sedimentgesteine. Die oft in sehr dünnen Blättchen wechselnde Gesteinsbeschaffenheit seiner einzelnen Lagen steht immer in voller Uebereinstimmung mit der Schichtenabsonderung, beide sind von einander abhängige Verhältnisse. Es hat sich mithin das Material *succesiv* geändert mit der Aenderung der Bedingungen, welche der schichtenmässigen Absonderung zu Grunde liegen. Diese Verhältnisse weisen auf einen Bildungsvorgang hin, der wenigstens in analoger Weise bei Sedimentgesteinen geherrscht hat, und schliessen jeden Gedanken an eine Bildungsweise aus feurig flüssiger Masse aus.

Eine plutonische oder eine Durchwässerungs-Metamorphose bereits früher vorhandener Sedimentär-Gesteine hält Gümbel für unzulässig, der Gneiss sei vielmehr eine ursprüngliche sedimentäre Bildung, welche unter mässig erhöhtem Drucke und erhöhter Temperatur stattgefunden habe. Die Mineralgemengtheile des Gneisses hätten sich als amorphes

Gemenge ausgeschieden und sedimentirt; dann habe unter fort dauernder Mitwirkung der Agentien, unter deren Herrschaft das Material sich früher in Lösung befand, der Process der krystallinischen Umbildung stattgefunden, durch welchen die verschiedenen Mineralien und ihre Gruppierung in den krystallinischen Gesteinen erzeugt wurden, — eine Art Metamorphose (Diagenese), wie sie bei den meisten Sedimenten vor sich ging und der jetzigen Form der festgewordenen Gesteine zu Grunde liegt. Ein ähnlicher Bildungsprocess, welchen Gümbel einen hydato-pyrogenen nennt, wird für die krystallinischen Schiefer und die Lagergranite Bayerns angenommen.

In der regelmässigen Auseinanderfolge von der Gneissbildung zum Glimmerschiefer, von diesem zum Phyllit und endlich von letzterem zu den versteinerungsreichen Silurschichten erblickt Gümbel somit nur ein mit der Zeit sich materiell änderndes Ausscheidungsvermögen und eine Verschiedenheit der die Ausbildung der ausgeschiedenen Masse bedingenden äusseren Verhältnisse, ein Nachlassen der rein chemischen und eine Zunahme der mechanischen oder der unter Vermittlung der Organismen vor sich gehenden Materialbildung, mit welchen eine Verringerung der Neigung zur Bildung von krystallinischen Gemengtheilen gleichen Schritt hält.

Es stimmen somit die Resultate der Beobachtungen Gümbels in Bayern und der meinen in Nord-Amerika in Bezug auf eine ursprünglich krystallinische Bildungsweise der vorsilurischen Gesteine aus wässriger Lösung überein. Zu befürchten steht nur, dass die Bezeichnung der stattgefundenen Vorgänge als eine hydato-pyroogene Bildungsweise für welche Gümbel nur eine „bescheidene Verstärkung“ des Druckes und der Temperatur als wesentliche Agentien in Anspruch nimmt, zu unrichtigen Vorstellungen über den Bildungsprocess der krystallinischen Gesteinsreihe Veranlassung geben könnte. Da unter einer hydato-pyroogenen Ausbildung der eozoischen Gneisse und Schiefer leicht an bedeutende Wärmegrade, an „ein Zusammenwirken von Wasser und Feuer“ gedacht werden kann, wodurch die Möglichkeit organischen Lebens unbedingt ausgeschlossen würde, für dessen vorsilurische Existenz wir positive Beweise besitzen, so möchte ich mich statt jenes Ausdrückes lieber der Bezeich-

nung „hydato-kristallinisch“ bedienen, welche sich auch auf die Dolomite, die körnigen Kalksteine, die kristallinischen Quarzpsammite und Gneisse neuerer und neuester geologischer Perioden anwenden lässt. —

Sedimentäre Gebilde, und als solche haben wir die laurientische und huronische Schichtenreihe erkannt, erfordern nothwendiger Weise einen Boden für das Meer, aus welchem sie abgelagert wurden, und ein Fundament für die Niederschläge selbst. Als dieses Grund- und Fundamentalgebirge, — die Erstarrungskruste der Erde, — nimmt v. Hochstetter für Central-Europa die bojische Gneissformation G ü m b e l s in Anspruch, geräth aber dabei mit Murchison und Gümbel in Widerspruch, welche in der oberen und unteren (bojischen) Gneissgruppe Bayerns nur eine Zweitteilung des laurentischen Systems erkennen und sich bestimmt für das laurentische Alter des bojischen Gneisses erklären.

Auf dem amerikanischen Continente sind vorlaurentische Gesteine, also Ausgehende der Erstarrungskruste nicht bekannt, und sind wahrscheinlich von jüngeren Formationen vollständig bedeckt.

Der Nachweis des sedimentären Ursprungs der ältesten uns bekannten Formationen, die Entdeckung organischer Reste in dem tiefsten, uns zugänglichen Schichtengemenge, die uns durch eine Reihe geognostischer Beobachtungen aufgedrängte Wahrscheinlichkeit einer ursprünglich kristallinischen Entstehungsweise dieser Gesteine, sie leiten Forschung und Spekulation in dem dunkelsten Gebiete der Geologie auf bestimmtere Pfade. Das, was uns der erste Anfang einer festen Gestaltung des Erdballs schien, bedingt noch ältere Gesteinsformationen und deren Entstehung noch frühere geologische Zeitalter, als wir bisher annehmen konnten. Nicht allein, dass der Beginn der Entwicklungsgeschichte unserer Erdrinde weit zurückweicht, auch Zeiträume, von denen wir Repräsentanten gegenwärtig kennen, dehnen ihre Grenzen aus. Was man wohl als das Resultat eines verhältnismässig kurzen Erstarrungsprocesses zu betrachten pflegte, nimmt zu seiner Entstehung als Niederschlag einen Zeitraum in Anspruch gerade so gewaltig, wie der, von dessen Beginn an

man zu rechnen gewohnt war. Bedarf aber der Geologe neue Zeiträume, um jene urältesten Gebilde zu deuten, sie stehen seiner Hypothese zu Gebote, — so gut wie vor ihm, liegt auch hinter ihm unendliche Zeit.

Inhalts-Angabe.

	Seite.
Einleitende Bemerkungen und Literatur.	1
Feststellung der untern Grenze des silurischen Systems	3
I. Das Laurentische System.	7
1. die nördliche laurentische Zone.	
a) in Canada und Nord New-York	8
b) in Michigan und Wisconsin	15
2. die appalachische laurentische Zone in New-York und den atlantischen Staaten	19
II. Das Huronische System.	24
1 die nördliche Zone in Canada und Michigan	24
2 die appalachische Zone in den atlantischen Staaten	31
Gedrängter Rückblick	39
Parallelisirung mit europäischen Formationen.	41
Tabellarische Uebersicht der Gliederung und Aequivalenz der eozoischen Formationen	44
Ueber die Genesis der eozoischen Gesteine	44



THESEN.

- 1) Die Granite sind theils sedimentären, theils pyrogenen Ursprungs.
 - 2) Für viele geschichtete krystallinische Gesteine ist eine ursprünglich krystallinische Bildungsweise anzunehmen.
 - 3) Die Theorie der hydro-chemischen Metamorphose ausgedehnter Gebirgsformationen steht im Widerspruch mit den Erscheinungen in der Natur.
 - 4) Die morphologischen Eigenschaften der Mineralien bieten keine geeignete Grundlage für ein Mineralsystem.
 - 5) Die Erdbeben sind Folgen der Reaction des feurig-flüssigen Erdinneren gegen die Erdkruste.
-