

Die präkambrische Geschichte des Lake Superior-Gebietes, Nordamerika.

Eine Berichterstattung.

Von **Hans Becker** (Leipzig).

(Ergebnisse einer Studienreise in den Vereinigten Staaten. I)

(Mit 4 Textabbildungen und Tafel III¹⁾.)

Die letzte zusammenfassende Darstellung des bestbekanntesten Präkambriums Nordamerikas, die Monographie des Lake Superior-Gebietes von VAN HISE und LEITH (92) liegt nunmehr 20 Jahre zurück. Inzwischen hat die Erforschung des Gebietes bedeutende Fortschritte gemacht, die ein Hinausgehen über die Auffassung der beiden gestatten. Auf Grund dieser Arbeiten und eigener Anschauung des Gebietes soll hier versucht werden, den gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse darzustellen und kritisch zu überprüfen.

Das Lake Superior-Gebiet ist größer als Deutschland. Es ist dürtig besiedelt, Straßen sind spärlich, die Wälder durch Axt und Feuer verwüstet und von einem unwegsamen Gestrüpp erfüllt. Diluvium verdeckt das anstehende Gestein und oft sind hunderte von Quadratkilometern ohne jeden Aufschluß.

All dies hemmt die geologische Untersuchung, und wären nicht die gewaltigen Lagerstätten von Eisen und Kupfer, unsere Kenntnis des Gebietes wäre noch dürtiger, als sie ohnehin schon ist. Sieben stattliche Monographien der U. S. Geological Survey (11, 19, 20, 53, 55, 63, 89) sind den Bergbaugebieten gewidmet. Doch selbst die ihnen beigegebenen Karten, auch die in großem Maßstab, tragen fast ausnahmslos den Charakter von Übersichtsaufnahmen. Die weiten Strecken dazwischen sind noch weniger bekannt.

Die starke Überdeckung des Gebietes durch Diluvium hat zur Ausbildung einer besonderen magnetometrischen Arbeitsmethode geführt (vgl. 3, 51), die kurz geschildert sei. Sie beruht auf der Ablenkung der Magnetnadel durch besonders eisenreiche Glieder der Eisenformation oder durch mächtige basische Eruptivkörper. Die praktische Durchführung ist die folgende: Die Geologen gehen paarweise ein System von Meßlinien ab, das sich an das Quadratmeilennetz der Landesaufnahme anschließt. Sie bevorzugen dabei Linien etwa senkrecht auf das Streichen, oft aber werden auch Linien parallel und diagonal dazu abgegangen. Der Abstand der Meßlinien schwankt von $\frac{1}{8}$ bis 1 Meile. Der eine Geologe hält mit Hilfe eines Sonnenkompasses die Richtung ein und mißt die Entfernung durch Abschreiten. Der andere liest alle 15—100 m die Abweichung der Magnetnadel ab, die senkrechte oder wagrechte oder beide. Daneben werden alle beobachteten Aufschlüsse untersucht und vermessen. Oft ist auch noch die topographische Karte mit aufzunehmen, Waldbestand, Besiedlung usw. zu verzeichnen. Meistens sind mehrere solcher Gruppen gleichzeitig tätig, um gemeinsam zu kampieren.

¹⁾ Die Beigabe der Tafel ist der Hilfsbereitschaft der Vereinigung von Förderern und Freunden der Universität Leipzig zu danken.

I. Die Schichtfolge.

1. Das Marquette-Gebiet, Michigan, ist der älteste Eisendistrikt am Lake Superior; das Erz wurde 1844 entdeckt.

Schon die ältesten Erforscher schieden zwei Hauptgruppen, und bald wurde eine Diskordanz zwischen beiden gefunden (15). Der älteste Komplex besteht aus stark gefalteten und injizierten kristallinen Schiefen und zugehörigen Graniten; er wurde Basalkomplex oder Archaikum benannt. Die jüngere Serie ist weniger beansprucht und umfaßt Quarzite, Dolomite, Schiefer und Eisenformation; sie wurde mit ähnlichen Gesteinen am Nordufer des Lake Huron gleichgestellt und Huron getauft.

Das Huron bildet eine Ost—West streichende Mulde zwischen Archaikum. Der Kontakt ist an vielen Stellen gut erschlossen. Stellenweise sieht man Reste des Basalquarzits auf der leicht gewellten Verwitterungsoberfläche des archaischen Granits. Das Bild erinnert an den prächtigen Kontakt am Kinnekulle in Schweden, mit dem einzigen Unterschied, daß im Marquette-Gebiet die Transgressionsfläche steil aufgerichtet wurde. An anderen Stellen haben dagegen spätere Bewegungen den Kontakt verwischt. Namentlich wo das Huron mit Arkosen einem archaischen Granit aufliegt, vermag Rekristallisation die Grenzziehung sehr zu erschweren.

Weitere Untersuchungen (89, 92) ließen auch innerhalb des Hurons zwei Diskordanzen erkennen; sie sind von geringerem Ausmaß als diejenige an der Basis, und bezeichnen nur epirogenetische Heraushebung und schwächere Abtragung. Sie ermöglichen aber eine Dreiteilung des Hurons, die auf petrographischer Grundlage durch Unterabteilungen verfeinert werden kann. Die Diskordanz zwischen unterem und mittlerem Huron wird im Kartenbild besonders dadurch betont, daß das Unterhuron auf den Osten des Gebietes beschränkt ist. Die Transgression des Oberhurons zerstörte einen Teil der mittelhurone Eisenformation, deren Gerölle stellenweise das oberhurone Basalkonglomerat abbauwürdig gestalten.

Das Huron des Marquette-Gebietes gliedert sich demnach in:

Oberhuron	{	Michigamme-Schiefer Bijiki-Schiefer Goodrich-Quarzit	}	Clarksburg-Eruptiva
Mittelhuron	{	Negaunee-Eisenformation Siamo-Schiefer Ajibik-Quarzit		
Unterhuron	{	Wewe-Schiefer Kona-Dolomit Mesnard-Quarzit.		

Eine noch feinere Unterteilung versuchte erstmalig A. E. SEAMAN auf einer Karte des Höhenrückens am Teal Lake, die von VAN HISE und LEITH (leider ohne begleitenden Text) veröffentlicht wurde (92).

2. Im Gogebic-Gebiet, Wisconsin und Michigan (dem Penokee-Gogebic-Gebiet der älteren Autoren: 52, 55) erleichterte einfache Lagerung die stratigraphische Deutung (52). Im Süden liegt ein Gebiet kristalliner Schiefer, vorwiegend diabasischer Herkunft, von Granit und Gneis injiziert. Darüber liegt diskordant, mit mittelsteilem Nordfallen, das Huron, das seinerseits durch eine Diskordanz in eine ältere und jüngere Abteilung zerfällt:

Höheres Huron	{	Tyler-Schiefer Ironwood-Eisenformation Palms-Quarzit	
Unterhuron	{	Bad River-Dolomit; Sunday-Quarzit.	

Die Diskordanz zwischen unterem und höherem Huron ist ähnlich der im Marquette-Gebiet ausgezeichnet durch vielfaches Fehlen des tieferen Schichtgliedes. Überlagert wird das Huron vom Keweenawan.

In den letzten Jahren wurde für die Eisenformation eine weitere Unterteilung durchgeführt. HOTCHKISS (49) verwandte dabei drei Kennzeichen: 1. der Gehalt an Kieselsäure, Eisen und Ton wechselt; 2. das Eisen erscheint teils als Karbonat, teils als Magnetit und Hämatit; 3. die Schichtung ist teils wellig, teils dünnsschichtig-ebenbankig. Auf Grund dieser Merkmale unterschied er fünf Glieder, die zusammen mit den Unterabteilungen in den liegenden und hangenden Schichtgliedern in der beifolgenden Tabelle I zusammengestellt sind.

Der Charakter einer Schicht kann sich im Streichen ändern, eine kiesel-freie Lage kann reich an Kieselsäure werden, ein körniger Chert einem Jasper weichen. Auch die Mächtigkeit ist veränderlich, doch erfolgt die Schwankung für alle Zonen im gleichen Sinn.

Tabelle I. Präkambrium des Gogebic-Gebietes.

Tyler-Schiefer:	Grauwackenschiefer, Quarzit, Arkose; Eisenkarbonat-Schiefer; Pabst: chertige und fragmentale und eisenschüssige Schiefer, Basalkonglomerat.
Obere Ironwood- Eisenformation:	Anvile: eisenschüssiger Chert, oben fein, unten kon- glomeratisch; welligsschichtig; Pence: eisenschüssige Schiefer, ebenschichtig, Basal- konglomerat.
Untere Ironwood- Eisenformation:	Norrie: eisenschüssiger Chert, welligsschichtig; Yale: eisenschüssiger Chert u. eisenschüssige Schiefer wechsellagernd; Plymouth: eisenschüssiger Chert.
Palms-Quarzit:	Quarzit, glasig-massig; Quarz-Feldspat-Schiefer, dünnsschichtig, dunkel; stellenweise Basalkonglomerat. — Größere Erosionsdiskordanz —
Bad River-Dolomit:	oben mehr chertig } nur an einzelnen Punkten unten mehr dolomitisch } erhalten.
Sunday-Quarzit:	Quarzit, nur in Michigan vorhanden. — Ganz große Diskordanz und Faltung —
„Basalkomplex“:	Grünschiefer und granitische Gneise.

HOTCHKISS (49) glaubt einige Diskordanzen nachweisen zu können, so zwischen Palms und Ironwood, in der Mitte des Ironwood (zwischen Norrie und Pence) und zwischen Ironwood und Tyler. ALDRICH (3) vermag ihm darin nicht zu folgen. Die Frage läuft darauf hinaus, was man noch eine Diskordanz nennen will. Die fraglichen Formationsgrenzen sind zwar durch Basalkonglomerate oder raschen Materialwechsel scharf bezeichnet; aber Anhaltspunkte für längere Zwischenräume oder gar nennenswerte Bodenbewegungen sind nicht vorhanden.

3. Im Mesabi-Gebiet, Minnesota, liegt auf stark gefalteten und intrudierten Gesteinen oder auf großen Granitmassen eine kaum geneigte Serie mit einer Eisenformation (63). Die auflagernde Serie gleicht dem Huron des Marquette- und Gogebic-Gebietes, wenn sie auch weniger mannigfaltig ist als diese, und zerfällt in drei wohl charakterisierte Abteilungen: Virginia-Schiefer (oben), Biwabik-Eisenformation und Pokegama-Quarzit.

Die Eisenformation wurde in ähnlicher Weise wie im Gogebic-Gebiet untergeteilt. Die Geologen der Landesanstalt von Minnesota (13, 27, 28, 37)

fanden, daß kieselige und schiefrige Abteilungen zweimal miteinander wechseln (Tabelle II).

Von den ausgeschiedenen Gliedern ist besonders auffällig die untere schiefrige Gruppe. Auch wo die Vererzung schon sehr weit vorgeschritten ist, heben sich die roten, stark abfärbenden Schiefer des „Paint Rock“ deutlich ab. Ein anderes wichtiges Leitgestein sind die beiden „Algenstrukturen“, von denen die obere am weitesten aushält. Die organische Herkunft dieser Bildung ist zumindestens sehr wahrscheinlich.

Diskordanzen sind spärlicher als im Gogebic-Gebiet. Nur an der Basis der Eisenformation wird durch das stellenweise Fehlen des Pokegama-Quarzits und die unebene Auflagerungsfläche der Eisenformation eine angedeutet.

Tabelle II. Präkambrium des Mesabi-Gebietes.

Virginia-Schiefer

Biwabik-Eisenformation:

- Obere schiefrige Gruppe: 4. Kalkige Karbonatschicht,
3. Wechsel dünner Amphibol- und Quarzlagen,
2. Dünnschichtiger Takonit ohne Septarien,
1. desgl. mit Septarien;

Obere chertige Gruppe: Dunkler Takonit mit Konglomeratstruktur, weit oben ein Algen-Jasper-Konglomerat. — Magnetitlinsen;

Untere schiefrige Gruppe: 2. Quarzamphibolfels mit Fayalit,
1. Schwarzedünnschichtige Schiefer, mit Wellenfurchen (Intermediate Slate = Paint Rock);

Untere chertige Gruppe: 3. Algen-Chert,
2. Takonit mit Chert, etwas klastisch,
1. Basalkonglomerat oder grüne Schiefer.

Pokegama-Quarzit: fehlt teilweise.

— Ganz große Diskordanz —

Liegendes: Giant Range-Granit oder Knife Lake-Schiefer.

4. Vermillion-Gebiet, Minnesota. Ganz besonders schwierige Probleme stellt der gefaltete Komplex unterhalb der Mesabi-Eisenformation. Die Schichten stehen auf weite Strecken senkrecht, sind intensiv verfault und vielfach stark metamorph. Der einzige Weg, der hier weiterführen kann, ist das Aufsuchen diskordanter Kontakte, sedimentärer wie intrusiver.

Schon lange war eine Diskordanz bekannt geworden, die von CLEMENTS (20) als die Grenze von Archaikum und Huron angesehen wurde. In das Archaikum stellte er die Ely-Grünsteine (Keewatin), die Soudan-Eisenformation und die meisten Granite. Ins „Huron“ wurden die Knife Lake-Schiefer mit dem basalen Ogishke-Konglomerat und einer kaum erwähnenswerten Eisenformation (Agawa), sowie einige Granitstöcke und deren Gangfolge gesetzt.

Spätere Studien (29, 73, 78) zeigten zunächst, daß alle Granite jünger sind als die Knife Lake-Serie, mit der einzigen Ausnahme des Saganaga-Granits. Eine weitere Veränderung der ursprünglichen Ansicht trat dadurch ein, daß Grünsteine auch als Einlagerungen in den Knife Lake-Schiefern gefunden wurden; man darf also nicht mehr jeden Grünstein als archaisch ansprechen. Umgekehrt fand LAWSON (60, 61) unterhalb von Keewatin-Grünsteinen Schiefer, die er als Couthiching bezeichnete, und ABBOT (1) stellte mit Befremden fest, daß im Ely-Gebiet das Ogishke-Konglomerat überall dort fehlt, wo man es erwarten mußte.

Schließlich fand GRUNER (41) eine Diskordanz innerhalb der Knife Lake-Schiefer selber. Grünsteine treten unterhalb wie oberhalb derselben auf, und in der transgredierenden Serie findet sich ein Konglomerat (Grant-Konglo-

merat), das dem Ogishke-Konglomerat an der Basis der Knife Lake-Schiefer ähnlich sieht. Bis her hat GRUNER diese im Nordosten des Gebietes gemachten Beobachtungen noch nicht weiter verfolgen können. Sie ergeben aber die Notwendigkeit einer sorgfältigen Nachprüfung der Stratigraphie. Ob es überhaupt berechtigt ist, im Vermillion-Gebiet von Huron zu reden, wird weiter unten noch zu erörtern sein.

5. Das Keweenawan. Die unmittelbare Nachbarschaft und der Untergrund des Lake Superior wird von einer Serie roter Konglomerate, Sandsteine und Schiefer gebildet. Zahlreiche, vorwiegend basische Ergüsse sind ihnen, namentlich in der mittleren Abteilung, eingeschaltet. Gabbros erscheinen in den tiefsten Teilen und in ihnen sitzen wieder saure rote Injektionen (53). Diese Gesteine werden als Keweenawan zusammengefaßt und als jüngste präkambrische Stufe angesehen. Es wird vom Lake Superior-Sandstein und dieser vom fossilführenden oberkambrischen Potsdam-Sandstein überlagert.

II. Regionale Übersicht.

Nachdem wir die Grundzüge der vorkambrischen Schichtfolge im Lake Superior-Gebiet kennengelernt haben, soll im folgenden die Verbreitung und der Bau dieser Schichten besprochen werden. Dabei wird sich die Gelegenheit ergeben, auch das Auftreten einiger Gesteinsgruppen von unklarer stratigraphischer Stellung zu erörtern.

Wir beginnen im Süden des Lake Superior (vgl. die Karte, Taf. III).

1. Gogebic-Gebiet.

Das Gogebic-Gebiet ist ein verhältnismäßig schmaler, leicht S-förmig gebogener Streifen huronischer Gesteine zwischen Keweenawan im Norden und Archaikum im Süden. Das Huron selber ist entsprechend verteilt: die ältesten Schichten im Süden, die jüngsten im Norden. Im großen und ganzen haben wir es also mit einer mittelsteil bis sehr steil aufgerichteten, nördlich bis nordwestlich fallenden Serie zu tun.

Bei näherer Betrachtung erweist sich das Bild aber als komplizierter, namentlich an den beiden Enden; aber auch in der mittleren Partie fehlen Störungen nicht. HOTCHKISS (49), der sie hier untersuchte, konnte sie folgendermaßen zeitlich gliedern (vgl. Abb. 1, S. 390):

Das älteste bekannte Ereignis ist die Intrusion eines großen diabasischen Lagerganges. Gleichzeitig und wenig später entstand die Gruppe der zahlreichen Diabasgänge, die nicht ins Keweenawan fortsetzen. Die Schichten lagen damals noch flach; das können wir am besten zeigen, wenn wir in Gedanken die Kippung rückgängig machen: die Spalten, denen die Diabasintrusionen folgten, gehören dann einem saiger stehenden, sich rechtwinklig schneidenden doppelten Kluftsystem an, wie sie häufig in Schichtgesteinstafeln auftreten.

Die erste Gruppe von Störungen, die das Huron und die darin eingedrungenen Diabase betraf, geht der Schichtung parallel. Natürlich folgen sie nicht auf ihrer ganzen Länge derselben Schichtfläche, sondern springen manchmal von einer Schicht zur anderen, oder teilen sich auch für ein Stück. Die meisten, wie die, die in der Plymouth-, Pence- oder Pabst-Stufe auftreten, sind ganz geringfügig. Bedeutender ist die, die sich an die Yale-Stufe hält. Sie verschiebt die hangenden Schichten nach Osten, und dreht sie gleichzeitig: ganz im Osten sinkt das Hangende an ihr um etwa 30 m ab, im Westen wird es bis zu 170 m emporgehoben.

Etwas jünger ist die Sunday Lake-Störung im Michigan-Anteil des Gebietes. Heute zieht sie saiger schräg zum Streichen nach Nordwesten.

Als sie entstand, lagen aber die Schichten noch flach, und wir müssen sie als eine westwärts gerichtete Aufschiebung verstehen. Sie setzt nicht bis ins Keweenaw fort, und würde daher als älter wie dieses zu gelten haben, falls da nicht andere Ursachen mitsprechen.

Eine dritte, abermals jüngere Gruppe, streicht wie die Schichten, fällt aber umgekehrt wie diese. Der Typus ist nach der Eureka-Mine benannt, wo eine solche Störung besonders gut bekannt geworden ist, und an dieser Stelle ist eine ähnliche Drehbewegung festgestellt worden wie an der Yale-Störung der ersten Gruppe. Es ist unentschieden, ob diese Störungen älter oder jünger sind als das Keweenaw: bisher sind sie aber in diesem nicht gefunden worden.

Schließlich sind noch eine Anzahl Querstörungen vorhanden, die auch ins Keweenaw fortsetzen. Sie sind besonders markant im Landschaftsbild, da sie die von harten Schichtgliedern (wie das metamorphe Ironwood des

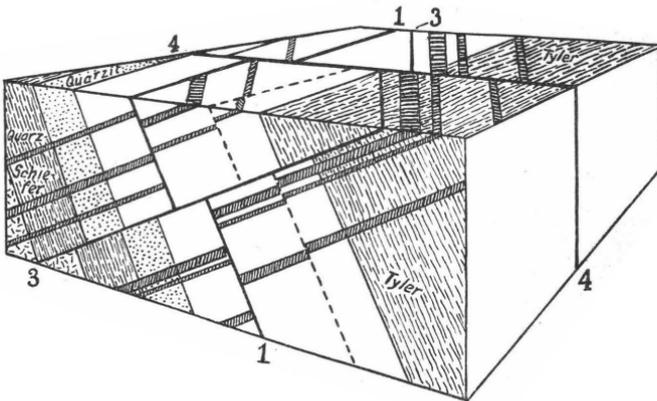


Abb. 1. Blockdiagramm zur Veranschaulichung der Störungen im Huron des Gogebic-Gebietes. (Nach HOTCHKISS.)

1 = Schichtparallele Verschiebung, 2, die Sunday Lake-Störung, ist nicht dargestellt, 3 = Eureka-Typus der Störungen, 4 = Querstörungen. Rechts ist Norden.

westlichen Teils oder die Keweenaw-Laven) gebildeten Höhenrücken unterbrechen und versetzen. ALDRICH (3) beschreibt und benennt sie einzeln.

Weit komplizierter als in der Mitte sind die Verhältnisse an beiden Enden der Kette. Nach dem Westen zu nimmt die Störung immer stärkere Ausmaße an, und gleichzeitig wird auch die Metamorphose immer stärker. Überkippte und liegende Falten, schräg zum allgemeinen Streichen verlaufende Mulden, Wiederholungen und Zerstückelung der Schichtreihe sind die Merkmale.

Trotzdem vermochte ALDRICH (3) die Ursache dieser starken Störung zu finden (Abb. 2). Von Michigan zieht eine Störung nach Nord-Wisconsin herein (Keweenaw-Störung), die wir später noch näher besprechen müssen. In Michigan liegt sie innerhalb der Keweenaw-Serie oder grenzt sie gegen den sog. östlichen Lake Superior-Sandstein ab, aber je weiter wir nach Westen kommen, desto tiefer greift sie in die Schichtfolge herab, und hier im äußersten Westen liegt sie an der Grenze von Keweenaw und Huron. Die Tatsache, daß das Keweenaw hier das Huron schräg abschneidet und schließlich auf dessen Unterlage, das Archaikum, zu liegen kommt, ist natürlich auch den älteren Beobachtern nicht entgangen. Sie erklärten es aber als das Werk der

Erosion vor Ablagerung des Keweenawan. Die Frage, ob eine derartige Diskordanz existiert oder nicht, soll später noch erörtert werden. An der hier in Frage kommenden Stelle am Westende des Gogebic-Gebietes sprechen aber zahlreiche Punkte dafür, die Verhältnisse durch eine Aufschiebung des Keweenawan zu erklären: Zunächst ist nicht nur das Huron ganz oder teilweise unterdrückt, auch dem Keweenawan fehlt ein Stück aus dem Liegenden. Dann beobachtet man in der Unterlage Schleppungen. Eine starke Stütze für die Annahme größerer Horizontalbewegungen ist das Auftreten paralleler Störungen innerhalb des Keweenawan, die teilweise schon lange erwiesen sind (24). Möglicherweise sind die großen Blöcke von Keweenawan-Konglomerat, die bei der Berkshire-Mine südöstlich von Mellen liegen, nicht weit hergebracht, und deuten auf einen Erosionsrest der Überschiebung (3).

Die Existenz einer Störung wie die geschilderte wirkt auch erneut die Frage nach dem Alter der ihr parallel verlaufenden streichenden Störungen der ersten Gruppe im Huron auf. HOTCHKISS (49) hat sie für älter als Keweenawan angesehen; seine Ansicht stützt sich aber in der Hauptsache darauf, daß die jüngere Sunday Lake-Störung nicht ins Keweenawan fortsetzt.

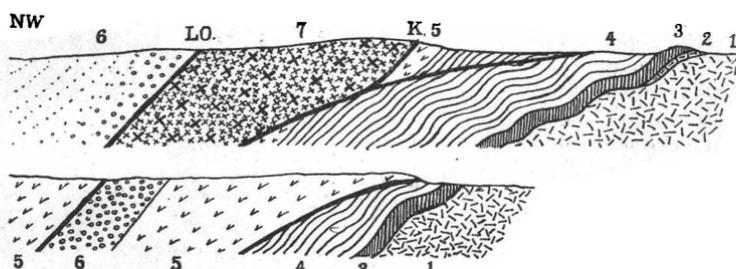


Abb. 2. Zwei Profile durch das Gogebic-Gebiet. (Nach ALDRICH.)

1 = Archaikum, 2 = Unterhuron, 3 = Mittelhurone Eisenformation, 4 = Oberhurone Tyler-Schiefer, 5 = Diabase des Keweenawan, 6 = Konglomerate und Sandsteine des Keweenawan, 7 = Gabbro. LO = Lake Owen-Überschiebung, K = Keweenawan-Überschiebung.

Das mag aber auch andere Ursachen haben, als daß sie vor dessen Ablagerung stattgefunden hat, und dann ist es nicht unmöglich, daß die streichenden Störungen im Huron ebenfalls Post-Keweenawan sind. Zur Entscheidung der Frage werden noch weitere Untersuchungen benötigt werden. Bemerkenswert ist jedenfalls, daß beide Störungsgruppen gleichmäßig dem Typus der Verschiebung angehören, bei dem ein jüngeres Glied über ein älteres vorgelitten ist.

Am Ostende des Gogebic-Gebietes komplizieren andere Faktoren die Verhältnisse. Zunächst schaltet sich dem Huron ein vulkanischer Komplex ein, Diabase und namentlich Agglomerate und Tuffe, begleitet von Intrusionen. Störungen sind reichlich vorhanden, das Schichtfallen ist teilweise ein südliches und bei Wakefield wird der untere Teil der Eisenformation von einer streichenden Störung verdoppelt.

Von besonderem Interesse ist aber das Auftreten einer neuen Formationsgruppe, die sich zwischen Huron und Keweenawan einschaltet. Schon IRVING und VAN HISE (55) hatten diese Gesteine als „eisenschüssige Schiefer“ besonders ausgeschieden und sie als eine Art Mittelding zwischen Eisenformation und deren Hangendschiefern beschrieben. ALLEN und BARRETT (7, 8) nennen sie Cops-Formation und sehen in ihr das jüngste Glied des Hurons, das

diskordant die älteren Tyler-Schiefer, die Eisenformation und den Presque-Isle-Granit überlagert.

Der Presque-Isle-Granit war von den älteren Forschern als ein Teil der archaischen Unterlage des Hurons angesehen worden (55). ALLEN und BARRETT (7, 8) glauben dagegen nachweisen zu können, daß er noch das Huron intrudiert habe, und erst die Copps-Formation ihn diskordant überlagere. Die Stütze ihrer Ansicht ist, daß die Palms-Formation mit Annäherung an den Granit zu Glimmer- und Hornblendeschiefern und Gneisen wird, daß in ähnlicher Weise die Ironwood-Formation durch einen wohl dem gleichen Eruptivstock angehörigen Diorit und Hornblendesyenit zu Amphibol- und Magnetitschiefern verändert wird, und daß in beiden reichlich Quarzadern, im Palms auch Aplite und Pegmatite auftreten. Der Presque-Isle-Granit gehörte somit zur Gruppe der posthuronen Killarney-Granite (22).

Intrusive Gesteine posthuronen Alters finden sich auch am Westende des Gogebic-Gebietes. Sie gehören größtenteils dem Gabbromassiv des Keweenawan an, daneben treten auch Granite auf, die kaum von den nicht vergneisten archaischen zu unterscheiden sind.

2. Zentral-Wisconsin.

Das ausgedehnte Gebiet südlich vom Gogebic-Gebiet wurde bis vor nicht zu langer Zeit durchweg als Archaikum aufgefaßt. Neuere Untersuchungen, namentlich die von ALLEN und BARRETT (7) und der Geologischen Landesanstalt von Wisconsin (48, 51) zeigten aber, daß Mulden huronischer Gesteine und wohl auch mancherlei huronische oder nachhuronische Eruptivgesteine hier auftreten. Daß sie so lange der Entdeckung entgingen, ist ein Werk der präglazialen Erosion. Diese hatte die weichen huronischen Gesteine ausgeräumt, und so waren die Aufschlüsse auf die Granite und Gneise und die in diesem Gebiet anscheinend weniger reichlich vorhandenen Quarzite beschränkt. Störend wirkte auch, daß wir uns hier in nicht allzugroßer Entfernung vom Rand der letzten Vereisung befinden, wo die diluviale Decke besonders dick ist.

Die erste dieser Huronmulden (ALLEN, 7), die Marenisco-Kette, schließt sich südlich an den Presque-Isle-Granit an, der sie noch injiziert. Sie besteht aus Eisenformation, zum Teil stark metamorph, die von Quarzit und Grauwacke unterlagert, von Schiefnern überlagert wird. Effusive und intrusive Grünsteine treten hinzu. Im Süden wird die Mulde von Glimmerschiefern begrenzt, die entweder eine Aufsattelung von Archaikum oder auch stärker metamorphes Huron sind.

Die nächste Mulde ist die Turtle-Kette. Neben effusiven Diabasen enthält sie Quarzit und Dolomit, Quarzit und Glimmerschiefer, Eisenformation und zuoberst schwarze Schiefer — also ein typisches Huronprofil. Schlechter bekannt sind die Manitowish-Kette und das östlich anschließende Vieux Desert-Gebiet (Mich.). Die Gesteine sind vorwiegend kristalline Schiefer und Gneis, doch deuten magnetische Linien möglicherweise auf das Vorhandensein einer Eisenformation, wenn sie nicht durch Eruptivgesteine verursacht werden.

Westlich der eben geschilderten Vorkommnisse fand die Geologische Landesanstalt von Wisconsin (48, 51) eine Anzahl magnetischer Streifen. Unter einigen wurden durch Bohrungen huronische Gesteine wie Quarzit, Dolomit, Schiefer und Eisenformation festgestellt, meist in steiler Stellung, und von verschiedenen basischen und sauren Eruptivgesteinen begleitet. Von ihnen ist nur der Flambeau-Quarzit auch oberflächlich bekannt.

Im äußersten Westen wird diese Serie vom nur schwach verbogenen Barron-Quarzit überlagert (48, 100), bekannt durch eine dünne Lage des dunkelroten Catlinite oder Pipestone, den die Indianer seinerzeit abgebaut

haben. Er liegt diskordant auf den älteren Gesteinen und ist älter als der oberkambrische Potsdam-Sandstein. Ob er aber Keweenawan ist, bleibt unklar, da er nicht ganz bis zu den Lavaströmen dieser Formation reicht. Ein Quarzitkonglomerat scheint ihn in zwei Teile zu zerlegen.

Im südlichen Teil des Präkambriums von Zentral-Wisconsin überwiegen Eruptivgesteine bei weitem (WEIDMAN, 94). Sie sind in vereinzelte Partien kristalliner Schiefer und Sedimente (Quarzit und Schiefer) eingedrungen. Sie beginnen mit einer saueren Rhyolith-Andesitgruppe, der dann eine basische mit Diorit, Gabbro u. ä. folgt. Die dritte Gruppe nimmt etwa 80% des Gebietes ein und umfaßt hauptsächlich Granit, ferner Quarzsyenit, Nephelinsyenit und Syenitpegmatite. Diskordant auf den Eruptivgesteinen und den „älteren“ Sedimenten liegen die „jüngeren“ Sedimente; sie bestehen aus Konglomeraten und Quarziten und sind noch mit gefaltet worden.

Das Präkambrium von Zentral-Wisconsin wird halbkreisförmig vom Paläozoikum umsäumt. An einzelnen Punkten wird dies aber von präkambrischen Aufragungen durchbrochen. So erscheinen Quarzite bei Necedah, Waterloo und Mt. Hamilton (hier von Granit injiziert), saure Eruptivgesteine mehrfach im Tal des Fox Rivers.

Das größte und mannigfachste dieser Vorkommen ist das von Baraboo im südlichen Wisconsin (93). Hier bildet ein mächtiger Quarzit, ausgezeichnet durch schöne Wellenfurchen und Kreuzschichtung eine schüsselförmige Doppelmulde, deren Südschenkel flach, deren Nordschenkel fast saiger ist. Der Quarzit liegt diskordant auf Rhyolith, Diorit und Granit. Über ihm folgt — nur durch Bohrung und Bergbau bekannt — der Seeley-Schiefer und darüber der Freedom-Dolomit mit einer produktiven Eisenformation an der Basis. Auch nur durch Bohrungen ist eine jüngere Quarzitformation nachgewiesen, die die älteren Sedimente diskordant überlagert.

Die zuletzt besprochenen Gesteine werden ebenfalls als Huron angesehen. Doch ist die Parallelisierung mit dem Marquette- und Gogebic-Gebiet trotz unlegbarer Anklänge nicht ohne Schwierigkeiten durchzuführen und noch recht unklar (vgl. Kapitel III).

3. Marquette-Gebiet.

Den einfachsten Bau in Michigan zeigt das Marquette-Gebiet. VAN HISE (89) hatte es als abnormes Synklinorium bezeichnet, d. h. als eine Großmulde, deren Teilmulden nach unten konvergierende Achsen besitzen. Die vorhandenen Komplikationen deutete er als Schleppungen der weichen Schieferlagen zwischen den kompetenten Quarziten. Der Bau ist aber komplizierter, wie etwa A. E. SEAMANS Karte vom Teal Lake (92, Taf. 19) zeigt, wo auch die Quarzite stark verschuppt sind, und wie aus der tektonischen Fazies der Gesteine manchenorts hervorgeht. Den im Gange befindlichen Untersuchungen der Geologischen Landesanstalt von Michigan unter Leitung SWANSONS kann man daher mit Interesse entgegensehen.

4. Die übrigen Eisendistrikte von Michigan.

Archaikum begrenzt im Norden und Süden die Marquette-Mulde. Im südlichen Komplex liegt isoliert die kleine Mulde des Gwinn-(Swanzy-) Distrikts (4), eine kofferförmig-eckige Synklinale mit zwei diskordanten Formationen, deren beide Enden kompliziert zerbrochen sind.

Der Westrand dieser archaischen Masse wird durch eine Anzahl Huronmulden zerlappt, den Republic-, Sturgeon-, Felch- und Calumet-Trog, denen sich im Süden das Menominee-Gebiet anschließt. Dies letztere wurde mit Hilfe magnetischer Linien unter der paläozoischen Decke ostwärts bis Escanaba verfolgt (6).

Nach Westen öffnen sich Marquette-Gebiet und die anderen Mulden in ein ausgedehntes Gebiet oberhuroner Schiefer, die im Nordosten direkt auf das Archaikum nördlich des Marquette-Gebiets übergreifen. Das Gebiet erscheint als Quermulde im posthuronen Gebirge, in der das Archaikum nur in Form einiger elliptischer Aufkuppelungen hervortritt, die von Mittel- und oft auch Unterhuron umgeben sind. In der neuesten Karte des Iron County (102) sind diese Dome mit der Farbe „posthuroner intrusiver Granite, einschließlich einiger archaischen Alters“ angegeben. Man kann auf die Begründung dieser Neuerung in den noch ausstehenden Erläuterungen dieser Karte gespannt sein. Es sei aber daran erinnert, daß schon viel früher CLEMENTS (19) eine gneisige Randfazies des Crystall Falls-Dom beschrieben hat, was gut zur neuen Ansicht stimmen würde. Auf unserer Karte haben wir die Aufwölbungen noch beim Archaikum belassen.

Die Schichtfolge hier wie in den benachbarten Gebieten war lange Zeit recht unklar. Dies wurde hervorgerufen durch die Tatsache, daß es hier neben der mittelhuronen Negaunee-Eisenformation noch eine jüngere (Vulcan, 102) Formation gibt, die den oberhuronen Schiefem eingeschaltet ist.

Die Schichtfolge beginnt mit Dolomit (Randville), der manchmal von Quarzit (Sturgeon) unterlagert wird. Über diesem Unterhuron folgt im Südwesten des Gebietes eine dicke Serie vulkanischer Gesteine, Ergüsse, Tuffe und Intrusionen, die Hemlock-Formation. Die ihnen eingelagerten Schiefer (Mansfeld) sind durch sie kontaktmetamorph verändert.

Neue Beobachtungen im Amasa-Gebiet (ROYCE, 72) zeigten, daß hier auf den Hemlock-Eruptiven die eisenerzführende Gruppe (Amasa = Negaunee) diskordant mit einem Basalquarzit aufliegt. Sie wird ihrerseits von der großen Michigamme-Schieferformation diskordant überlagert. Auch im Menominee-Gebiet erwies es sich, daß dort die Eisenformation diskordant unter dem Oberhuron liegt.

Dagegen sind die Eisenerze im Iron River-Gebiet und an einigen anderen Punkten tatsächlich den Michigamme-Schiefem eingeschaltet. Schwarze Schiefer im Liegenden, Grauwackenschiefer mit ihren Begleitgesteinen (Iron River-Formation) im Hangenden charakterisieren diese jüngere Eisenformation (Vulcan).

Das Menominee-Gebiet und seine westliche Fortsetzung, das Florence-Gebiet von Wisconsin, wird im Süden von den stark metamorphen Quinnisec-Grünschiefem begrenzt. Ursprünglich (11) als Archaikum betrachtet, gelten sie jetzt (92) für das jüngste Glied der Gegend. Sie werden von Granit intrudiert, der irgendwie mit dem großen Granitmassiv von Zentral-Wisconsin in Beziehung steht. Dies wirft erneut die Frage nach dem Alter der dortigen Gesteine auf, besonders ob die über dem dortigen Granit diskordante „jüngere“ Sedimentserie dann noch im Huron belassen werden darf. Die noch unveröffentlichten Untersuchungen der Geologischen Landesanstalt von Wisconsin (1914) im Florence-Gebiet könnten vielleicht hier Nutzen bringen.

5. Mesabi-Gebiet.

Wir verlassen damit den Süden des Lake Superior und wenden uns den Gesteinen in seinem Westen zu, die durch das Keweenawan völlig von den bisher besprochenen Gebieten getrennt sind.

Das zurzeit bedeutendste Eisengebiet der Vereinigten Staaten ist hier die Mesabi-„Kette“ mit ihren Tagebauten (Abb. 3). Die nur schwach nach Süden geneigten Huronschichten liegen mit dem basalen Pokegama-Quarzit diskordant auf intensiv gefalteten Schiefem und Grünsteinen oder dem darin eingedrunghenen Giants Range-Granit. Die Lagerung ist kaum gestört (GRUNER, 37). Eine leichte Quersattelung bedingt bei Virginia einen hornartigen Vorsprung

der gefalteten Serie, und in einigen Gruben sind unbedeutende Verwerfungen erschlossen. Der Alpina-Tagebau nördlich Virginia entblößt eine Flexur, die eine Zeitlang (infolge unrichtiger Deutung eines Bohrkerns) irrtümlicherweise als Überschiebung angesehen worden war (98). Auch weiter im Osten (GROUT und BRODERICK, 27, 28), wo sich die Schichten steiler stellen, bleiben Störungen vereinzelt. Schlepffalten, die GROUT (27) hier aus der oberen schieferigen Stufe beschreibt, erscheinen mir als Rutschungen während der Bildung der Sedimente. Ebenfalls nicht tektonisch sind die Einsackungen bei der Ausbildung der Erze, wie sie jede Grube zeigt. Sie sind eine Folge der dabei vor sich gehenden Auslaugung der Kieselsäure (98).

6. Cayuna-Gebiet und Mittel-Minnesota.

Nach Süden zu verschwinden die Virginia-Schiefer des Mesabi-Gebietes unter einem über 50 km breiten, völlig aufschlußlosen Gelände. Wo bei Duluth, am St. Louis- und Kettle-Fluß, wieder Aufschlüsse vorhanden sind, sind es intensiv gefaltete, transversal geschieferte, vielfach metamorphe Schiefer (Carlton- oder Thompson-Schiefer). VAN HISE und LEITH stellten sie (92) ins Oberhuron und parallelisierten sie mit den Virginia-Schiefern. Der Unterschied in der Beanspruchung ist aber sehr groß, und so erscheint mir

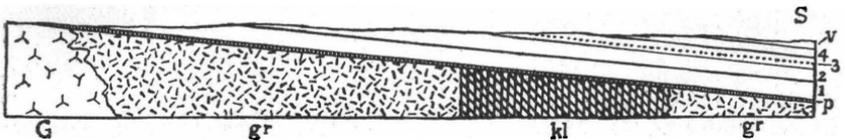


Abb. 3. Profil durch das Mesabi-Gebiet. (In Anlehnung an GRUNER.)

G = Giants Range-Granit, gr = Grünsteine, kl = Knife Lake-Schiefer, p = Pokegama-Quarzit des Mittelhurons. 1-4 = Biwabik-Eisenformation: 1 = Untere kieselige, 2 = Untere schieferige, 3 = Obere kieselige, 4 = Obere schieferige Abteilung. v = Virginia-Schiefer des Oberhurons. Punktlinie in 3 = Algenstruktur.

ihre frühere Ansicht (der auch HARDER und JOHNSTON [44] wieder zuzuneigen scheinen) wahrscheinlicher, daß nämlich die Carlton-Schiefer älter sind. Außer Schiefen treten Grauwacken und Glimmerschiefer, lokal auch Kalk auf. Basische Gesteine sind eingedrungen.

Im Südosten wird dieser Komplex von jungen Sandsteinen (Keweenaw oder jünger) begrenzt, im Norden vom Duluth-Gabbro. Im Südwesten schließt sich ein ausgedehntes Gebiet an, wo die ganzen Aufschlüsse aus sauren Intrusiven bestehen. Interessant ist die Fortsetzung nach dem Westen. Hier ist südlich von Kimberley ein Quarzit erschlossen, der als Gegenstück des Pokegama-Quarzits angesehen wurde, und ein gutes Stück weiter bei Little Falls am Mississippi chloritische Schiefer. Diese wenigen Aufschlüsse und besonders magnetische Anomalien gaben den Anstoß zu eingehenden Untersuchungen, in Verfolg derer der Cayuna-Erzdistrikt gefunden wurde. Einige Minen und Tagebauten sind hier in Betrieb gesetzt worden und bauen eine stark gefaltete Eisenformation ab.

Die Schichtfolge des Gebietes ist noch heute recht unklar. Die Eisenformation tritt in zwei Zügen auf (Südkette und Nordkette genannt), aber nach der Vermutung von HARDER und JOHNSTON (43, 44) gehören sie derselben Einheit an, der Deerwood-Formation. Die Begleitgesteine sind vorwiegend metamorphe Sedimente und Eruptiva. Sie stehen steil und wechsellagern in Linsen und Lagern. Quarzite, die anderswo sich als gute Leithorizonte

bewährt haben, fehlen fast ganz. Schwarze Schiefer an der Basis der Eisen-erze sind noch die besten Leitgesteine. Die Eruptiva sind teils vor der Fal- tung eingedrungen und liegen jetzt als Chloritschiefer vor, teils folgten sie während und nachher. Basische Intrusionen überwiegen, doch läßt das Auf- treten von Pegmatiten und anderen Gängen auf die Anwesenheit von Graniten schließen (THIEL, 84). Bei Brainerd wurden Ergußgesteine diskordant auf der gefalteten Serie gefunden.

Die Parallelisierung des Cayuna-Gebietes stößt auf große Schwierigkeiten. Es hat wenig gemeinsam mit dem Mesabi-Gebiet, aber auch wenig mit den Schiefen von Carlton. ZAPFFE (99) glaubte aus Bohrproben entnehmen zu können, daß im aufschlußlosen Gebiet zwischen Cayuna und Mesabi Cayuna- Gesteine auf Virginia-Schiefen liegen, aber THIEL (84) erhob wohl mit Recht Bedenken gegen diese Deutung. Sind doch die Cayuna-Gesteine intensiv ge- faltet und injiziert, die des Mesabi-Gebiets dagegen nicht.

7. Vermillion-Gebiet und Nord-Minnesota.

Die Unterlage des Hurons im Mesabi-Gebiet wird in der Hauptsache vom Giants Range-Granit gebildet (ALLISON, 9, 10). Seine Hauptgesteine sind Monzonit, Hornblendesyenit und Granit. Dynamische Erscheinungen, wie Augengneise, treten nur örtlich auf. Der Stock ist in etwa ost-westlicher Richtung lang gestreckt und scheint nach Süden rascher unterzutauchen als nach Norden.

Seine Nebengesteine sind Schiefer und Grünsteine, oft intensiv injiziert. Am Südrand sehen nur vereinzelte Partien unter der Hurondecke hervor, im Norden bilden sie das Vermillion-Gebiet (20), dessen Gesteine und Pro- bleme schon bei der Besprechung der Schichtfolge geschildert wurden.

Im Nordosten endet das Vermillion-Gebiet am Saganaga-Granit. Sein Hauptgestein ist ein natronhaltiger Hornblendegranit, basischere Typen und besondere Abarten (Shonkinit u. a.) treten randlich und auch im Inneren auf. Einschlüsse und saure Gänge sind spärlich (GROUT, 33). Er injiziert an seinem Nordrand Grünschiefer und Gneise, während er an anderen Stellen von der basalen Arkose des Knife Lake-Komplexes diskordant überlagert wird; aller- dings ist dieser Kontakt durch spätere Metamorphose stark verwischt („Re- generierter Granit“). Der Saganaga-Granit ist somit der älteste Granit der Gegend (Laurentian).

Die anderen haben dagegen auch die Knife Lake-Serie injiziert. So der aus porphyritischem Augitsyenit, drei Syenitphasen und aus Hornblendesyenit mit biotitführender Randfazies zusammengesetzte Stock am Snowbank Lake (SANDERS, 73) oder sein Sattelit der Kekequabic-Granit (STARCK, 78), der aus Syenodiorit, Shonkinit, Monzonit, Natronaugit-Granit und Granitporphyr besteht. Und ganz besonders der Vermillion-Granit (GROUT, 29, 30), dessen Kontakt ein Mittelding zwischen konkordantem und diskordantem ist. Biotit- granit ist das Hauptgestein, Hornblendesyenit wird als frühe Randfazies an- gesehen, Hornblendite und Erzausscheidungen als Schlieren. Eine besondere Abart wird als Shonkinit im weiteren Sinne des Wortes (30) bezeichnet. In zugehörigen Satteliten treten auch Alkalisyenite auf.

Der Vermillion-Granit begrenzt das Vermillion-Gebiet im Norden. Zahl- reiche große Schollen im Granit vermitteln aber die Verbindung zum Gebiet am Rainy Lake an der amerikanisch-kanadischen Grenze, das durch LAWSONS Arbeiten (60, 61) und die sich daran knüpfende Polemik (31, 90) bekannt wurde.

LAWSON (61) fand in einer durch einen Augengneiskern gebildeten Kuppel von Keewatin-Grünsteinen an der Rice-Bay im Liegenden der Grünschiefer Glimmerschiefer, die er als Couthiching bezeichnete und als das älteste be-

kannte Gestein Nordamerikas ansah. Ähnliche Schiefer fand er auch in der Nähe an der Bear Passage. Die Couthiching-Schiefer, die Grünsteine und einige darin eingedrungene granitische Körper (Laurentian) werden diskordant überlagert von der Seine-Serie, die aus Basalkonglomerat (stellenweise durch Eisenerz vertreten), Quarzit, Serizit- und Tonschiefern besteht. Sie ist stark deformiert und in langen schmalen Streifen scharf eingefaltet, mit Vorliebe an Grenzen älterer Gesteine. Eine jüngere Eruptivgesteinsgruppe (Algoman Serie) ist auch in die Seine-Serie eingedrungen. Sie umfaßt Glimmersyenitgneise, Biotitgranitgneise, Porphyroidgneise und massige Granite.

GROUTS Einwände (31) scheinen insofern berechtigt, als die Schiefer am Nordrand des Vermillion-Granits, die LAWSON ebenfalls als Couthiching angesehen hatte, der jüngeren Serie angehören dürften. Daraus folgt, daß Knife Lake-Serie des Vermillion-Gebiets und die Seine-Serie am Rainy Lake dasselbe sind. Dagegen scheinen die Couthiching-Schiefer an Rice Bay und Bear Passage tatsächlich älter zu sein als die dortigen Grünsteine.

Allerdings muß, im Lichte der letzten Erfahrungen (GRUNER, 41, auch ABBOT, 1) betont werden, daß das von LAWSON geforderte archaische Alter der Grünsteine im Hangenden seines Couthiching nicht unbedingt feststeht, und daß tektonische Komplikationen, wie sie im Gebiete östlich des Rainy Lake erst unlängst wieder aufgezeigt wurden (46, 82), nicht ausgeschlossen sind. Die Forschung stößt eben im Nordwesten des Lake Superior auf alle die Hindernisse, die intensiv gefalteten und metamorphen Gebirgen eigen sind. Wir haben daher auf unserer Karte in der Hauptsache nach petrographischen Gesichtspunkten (Schiefer, Grünsteine usw.) gegliedert, und nur Grantkonglomerat und Couthiching ihres besonderen Interesses wegen gesondert hervorgehoben.

8. Die Mulde des Keweenawan.

Die jüngste präkambrische Formation, das Keweenawan, ist auf das Becken des Lake Superior beschränkt, wenn nicht Gesteine wie der Barronquarzit von Zentral-Wisconsin, oder die von unserer Karte als Oberkambrium dargestellten Sandsteine im Felchtrog (Michigan) mit dazu gehören.

Die ältesten Schichten des Keweenawan sind nur außerhalb des hier besprochenen Gebietes in größerer Ausdehnung vorhanden; die flach gelagerten roten Sandsteine, Tone und Dolomite am Nipigonsee in Kanada (96) werden zu dieser Stufe gestellt. Dazu kommen Konglomerate, die im nördlichen Minnesota an der Basis des Keweenawan die hurone Animikie-Serie fast konkordant überlagern (92). Auch bei Duluth werden ähnliche Gesteine erwähnt (92) und schließlich finden sie sich auch in Wisconsin, wo sie nach neueren Untersuchungen (ALDRICH, 3) ebenfalls ohne Winkeldiskordanz auf das Huron folgen.

Die mittlere, eruptivgesteinsreiche Abteilung bildet in Minnesota einen sichelförmigen Streifen zwischen Duluth und dem Animikie-Gebiet. Auch auf dem Südufer ist sie weit verbreitet. Die obere, vorwiegend aus feinerkörnigen Sedimenten bestehende Abteilung erscheint vorwiegend am Südufer und auf der Isle Royal. Die muldenförmige Lagerung des Keweenawan kommt in dieser Verteilung klar zum Ausdruck.

An der Basis des Keweenawan tritt auf große Erstreckung namentlich in Minnesota und Wisconsin der Gabbro von Duluth auf. Seine Spaltungsreihe führt nach der einen Seite zu Eisenerzschlieren (die von Einschlüssen der huronen Eisenformation auch in ihrer magnetischen Einwirkung zu unterscheiden sind: BRODERICK, 12), nach der anderen zu Anorthositen. Der Gabbro ist sicher nachhuronisch und die Kontaktwirkung an seiner Basis verschiedentlich untersucht (3, 10, 12, 69, 74). Dagegen ist seine Hangendgrenze

unbekannt. Die gewöhnliche Annahme ist, daß er lakkolithenartig an der Auflagerungsfläche des Keweenawan eingedrungen ist; GROU (26) prägte sogar für diese besondere Form mit eingewölbtem Dach den Namen Lopolith. Demgegenüber muß betont werden, daß die intrusive Natur zwar für einige kleine Gabbrostöcke in Wisconsin und einen Lakkolithen an der Beaver-Bay in Minnesota erwiesen ist, aber nicht für die Hauptmasse des Duluth Gabbro.

Sauere Nachschübe (rote Gesteine) und vielleicht auch einige zugehörige Ergüsse finden sich im Gabbro und höher in der Serie. Sie wurden auf der beigegebenen Übersichtskarte aber nicht gesondert ausgeschieden.

Ein besonderes Problem ist die scheinbar ungeheure Mächtigkeit des Keweenawan. LEITH (64) und HOTCHKISS (50) dachten an die Möglichkeit, daß niemals die ganze Mächtigkeit des Keweenawan an einer Stelle übereinander aufgebaut war. Die Schichten kamen nach ihrer Ansicht in einem sinkenden Becken zur Ablagerung, die älteren randlich, die jüngeren mehr zentral. Während der Bildung der jüngeren wurden die älteren Schichten mitsamt dem Boden des Beckens verbogen und aufgerichtet.

In anderer Richtung bewegt sich der Erklärungsversuch W. A. SEAMANS (75). Er fand bei eingehender Kartierung und magnetischer Vermessung im Kupfergebiet von Michigan heraus, daß das Kupfergebiet von zahlreichen Längsstörungen durchzogen wird, die der schon länger bekannten (56) Keweenawan-Störung parallel gehen und etwas steiler einfallen als die Schichten. „Diese Störungen können einen überraschenden Betrag von Wiederholung und Verdoppelung der Keweenawan-Serie verursacht haben, so daß die vermeintliche große Mächtigkeit der Keweenawan-Laven und -Sedimente gewaltig übertrieben sein kann“ (75). Die Arbeiten SEAMANS sind noch nicht abgeschlossen; vielleicht erklären sie einst auch das auffällige Fehlen von Diabasgeröllen in den Konglomeratlagen zwischen den Diabasergüssen. Jedenfalls weisen sie in der gleichen Richtung wie die Untersuchungen ALDRICHS (3): auf eine südgerichtete Bewegungstendenz am Südrand des Lake Superior, nach Ablagerung des jüngsten Präkambrium.

Problematisch ist die Herkunft der Gesteine des Keweenawan. HOTCHKISS (48) glaubt aus Stauchungen im Untergrund eines Diabasstromes und aus der Verzerrung von Gasblasen an der Sohle anderer für Wisconsin eine nördliche Herkunft nachweisen zu können. Rätselhaft bleiben aber die zahllosen Gerölle saurer Eruptiva.

9. Die jüngere Überdeckung.

An zwei Stellen, in Michigan und Minnesota, wird das Keweenawan gefolgt vom fossilieeren, roten Lake Superior-Sandstein. Der Kontakt ist vielfach durch spätere Störungen verdunkelt, an denen die Laven des Keweenawan auf die jüngeren Sandsteine aufgeschoben sind: Die Keweenawan-Störung in Michigan (56, 59) und die Douglas-Störung in Wisconsin-Minnesota (24). Der Verwurf an letzterer ist sehr bedeutend (24, 85) und die daran eingezwängten Konglomerate ortsfremd. Sonst aber liegt der westliche Lake Superior-Sandstein normal und ohne scharfe Grenze auf dem Keweenawan. THWAITES (85) konnte in ihnen eine Anzahl Stufen unterscheiden (Tabelle III).

In Michigan folgt überm Lake Superior (= Jacobsville-) Sandstein konkordant der oberkambrische Munising-Sandstein (57, 58), und bei Bohrungen unweit Minneapolis (Stillwater, Minn.) wurden unter fossilführendem Potsdam-Sandstein ebenfalls konkordant rote Klastika, offenbar die Fortsetzung des westlichen Lake Superior-Sandsteins getroffen (44, 85). Im Gegensatz zu diesen Beobachtungen steht aber die Feststellung, daß Störungen wie die Douglas- und Keweenawan-Störung zwar den Lake Superior-Sandstein betroffen haben, aber nichts ähnliches für das Oberkambrium bekannt ist. Daraus möchte man auf eine ansehnliche Lücke zwischen beiden schließen.

Tabelle III. Oberstes Keweenaw und Lake Superior-Sandstein im westlichsten Wisconsin.

Bayfield-Gruppe (Westlicher Lake Superior-Sandstein).

Chequamegon-Sandstein: Washburn beds: weiche, dünne Sandsteine mit Trockenrissen,

Quarry-Brownstone beds: dickbankig, mit Tonbestegen, braun,

Hauptgruppe: ähnlich, kreuzschichtig,

Basalschichten: rot und weiß.

Devils Island-Sandstein: Quarzsandstein, Wellenfurchung und Kreuzschichtung.

Oriente-Sandsteine: Obere rote Sandsteine,

Obere braune Sandsteine,

Copper-Creek-Sandstein: glimmerig u. magnetit-haltig, rot,

Hauptgruppe: braune, unten Feldspatführende, schieferhaltige Sandsteine.

Oronto-Gruppe (Oberes Keweenaw).

Amnicon-Stufe: Rote und grüne Schiefer, Arkosensandstein, etwas Konglomerat.

Eileen-Sandstein: Rot-weiß, etwas quarzig.

Freda-Sandstein: Rot und grün, feinkörnig, arkosig, oben und unten Konglomerat.

Nonesuch-Schiefer: Schwarze und rote Arkose und Schiefer.

„Äußeres Konglomerat“: Grob, mächtig.

Noch jüngere Verwerfungen sind sicher vorhanden, aber infolge des Fehlens nachkambrischer Sedimente kaum nachzuweisen. Eine Ausnahme bilden Limestone Mountain und Sherman Hill (18), wo Schichten bis zum obersilurischen Niagarakalk sowie Mitteldevon-Fossilien in stark gestörter Lagerung gefunden wurden. In ähnlicher Weise werden nachkambrische Störungen und einstige größere Verbreitung altpaläozoischer Meere erwiesen durch den gestörten Auslieger von ordovizischem Dolomit (Lower Magnesian) bei Glovers Bluff südlich Wisconsin Rapids (THWAITES, 86).

III. Deutungsversuch.

A. Alter und Parallelisierung der Schichten.

1. Präkambrium oder Altkambrium?

Die älteste durch Fossilfunde ihrem Alter nach bestimmte Schicht ist der oberkambrische Potsdam-Sandstein. Er transgrediert über die Granite, Gneise und gefalteten Sedimente Zentral-Wisconsins, in Michigan ruht er diskordant auf Archaikum und Huron, im westlichsten Wisconsin und dem benachbarten Minnesota übergreift er Barron-Quarzit, Keweenaw-Laven und Lake Superior-Sandstein.

Die Frage ist, ob das mittlere und untere Kambrium im Lake Superior-Gebiet fehlen, oder ob sie durch irgendwelche der besprochenen Bildungen vertreten werden. Die Frage ist schwer zu beantworten. Die jüngsten „präkambrischen“ Bildungen, der Lake Superior-Sandstein sowohl wie das Keweenaw sind fossilleer und terrestrisch, ein Vergleich mit den fossilführenden marinen Bildungen der Appalachen oder des westlichen Nordamerikas daher unmöglich.

So fehlt es nicht an Stimmen, die in ihnen ein kontinentales Äquivalent des tieferen Kambriums sehen, und es wird schwer halten, diese Ansicht schlüssig zu widerlegen. Alles kommt darauf an, wie groß die Lücke zwischen marinem Oberkambrium und Lake Superior-Sandstein ist, und da wurde schon im vorhergehenden Kapitel darauf hingewiesen, daß beide zwar ungefähr konkordant einander überlagern, daß aber höchstwahrscheinlich die ganzen Überschiebungen am Südufer des Lake Superior in diesem Zeitraum erfolgten.

So wird man es dem Geschmack des einzelnen überlassen müssen, ob er das Keweenawan als spätestes Präkambrium oder als frühestes Kambrium eingliedern will.

Ein ganz radikaler Zweifler wird darauf hinweisen, daß damit auch für das Huron der Nachweis seines vorkambrischen Alters hinfällig wird. Ihm sei entgegengehalten, daß das Huron eine marine Bildung ist, und vielfach noch so wenig verändert ist, daß Fossilien sich hätten ebensogut erhalten können wie im Unterkambrium der Appalachen. Trotzdem ist noch nicht die geringste Spur kambrischer Fossilien bekannt geworden. Und schließlich, selbst wenn man das Keweenawan als tiefkambrisch auffaßt, so beansprucht seine Bildung doch genügend Zeit, um seine Unterlage ziemlich sicher ins Vorkambrium zu verweisen.

2. Gibt es Schichten zwischen Huron und Keweenawan?

Auf unserer Karte haben wir drei Gesteinsgruppen als „fraglich Keweenawan oder Huron“ eingegliedert. Das berührt gleichzeitig die Frage mit, ob diese beiden Formationen überhaupt durch eine Diskordanz von genügendem Ausmaß getrennt sind, um Zeit für die Bildung solcher Ablagerungen zu geben.

Die Beantwortung dieser Frage wird sehr erschwert durch das Auftreten des Duluth Gabbro in Minnesota und Wisconsin, und durch den schon geschilderten Verlauf der Keweenawan-Störung, die im westlichen Gogebic-Gebiet Huron und Keweenawan trennt. So kennen wir Basalkonglomerate des Keweenawan nur an zwei Punkten im Kontakt mit Huron: In Ontario und im mittleren Gogebic. An beiden Stellen sind nach neueren Beobachtungen die beiden Schichtgruppen nahezu konkordant abgelagert. Die im Gogebic-Gebiet früher angenommene gewaltige Diskordanz hat sich als tektonisch erwiesen (ALDRICH, 3).

Trotzdem ist es nicht ausgeschlossen, daß ein mehr oder weniger langer Zeitraum zwischen Huron und Keweenawan liegt. Von dieser Seite stehen also keine Hindernisse im Wege, die Existenz einer Formation zwischen beiden anzunehmen, wenn andere Gründe dafür sprechen.

Das scheint im östlichen Gogebic-Gebiet der Fall zu sein. Hier wurde von ALLEN und BARETT (7) diskordant auf gefaltetem Huron und dem darin eingedrungenen Presque Isle-Granit eine Serie gefunden, die sie Copps nannten. Sie wird ihrerseits von Keweenawan überlagert. Die Diskordanz gegen das Huron ist groß, denn es liegt ja eine Faltungs- und Intrusionsperiode dazwischen. Unklar bleibt, ob auch die gegen das Keweenawan so bedeutend ist. Und hier kann ich mich des Eindrucks nicht erwehren, daß die Copps-Formation vielleicht doch nur ein tieferer Teil des Keweenawan ist. Wie dem auch sei, die Diskordanz an der Basis des Copps erbringt den Nachweis, daß zwischen Huron und Keweenawan eine bedeutende Lücke liegt, erfüllt von Faltung, Eindringen des Presque Isle-Granits, und dessen Freilegung durch Erosion, und vielleicht noch durch die Ablagerung eines besonderen Schichtgliedes, des Copps, wenn wir dieses als ein solches auffassen wollen.

Etwas anders liegt die Sache beim Barron-Quarzit. Auch dieser scheint jünger als Huron zu sein, da er im Gegensatz zu den benachbarten, stark

gefalteten und intrudierten Huronschichten flach und unverändert ist. Seine Beziehungen zum Keweenaw sind aber ungeklärt, so muß offen bleiben, ob er ein Teil desselben ist, oder ob er älter oder gar jünger ist wie jenes.

Nur mit Zweifeln habe ich die „jüngere Sedimentserie“ von Zentral-Wisconsin dieser Gruppe angereiht. Ist sie doch selber noch mitgefaltet. Daß ein nachhurones Alter überhaupt in Erwägung gezogen werden muß, hängt damit zusammen, daß sie diskordant den Granit von Zentral-Wisconsin überlagert, für den vielleicht ein späthurones Alter in Frage kommt, wie im nächsten Abschnitt erörtert werden soll.

3. Huron und Animikie.

Eine der bestcharakterisierten Formationen sind die Huronschichten des Marquette- und des Gogebic-Gebietes. Ihre Zusammengehörigkeit wurde schon am Eingang unserer Besprechung betont, und bildet die Grundlage für die ganze Gliederung des Präkambriums im Lake Superior-Gebiet.

Ebenso ist schon seit langem erkannt, daß die Eisenformation des Mesabi-Gebietes und das Animikie-System von Kanada mit in diese Formation gehört. Nur die feinere Parallelisierung blieb bis in neuere Zeit umstritten. Die Auffassung von VAN HISE und LEITH (92) ist, daß Animikie und Mesabi nur dem oberen Huron entsprechen, doch hat sich seither mehr und mehr die Ansicht der kanadischen Geologen durchgesetzt, die das Animikie mit mittlerem und oberem Huron gleichsetzen (z. B. WILSON, 97). Diese Auffassung betont auch LEITH, der eine Verfasser des Lake Superior-Monographs (92) in einem beachtenswerten Aufsatz (67).

Diese neue Parallelisierung gibt ein sehr einfaches und einheitliches Bild. Die Haupteisenformation im ganzen Lake Superior-Gebiet rückt ins Mittelhuron. Fast stets wird sie von einem basalen Quarzit unterlagert, und gefolgt wird sie von einem mächtigen Schieferkomplex, der als Oberhuron aufgefaßt wird. An manchen Stellen ist eine jüngere Eisenformation diesen Schiefnern eingelagert. Sie ist gerne von schwarzen Schiefnern begleitet, reicher an Phosphor und ärmer an Kieselsäure als die mittelhurone und meist weicher und leichter von der Faltung arg mitgenommen. Fast alle Manganerze gehören ihr an (ROYCE, 72).

Es fragt sich nun, was aus dem unteren Huron im Nordwesten des Lake Superior wird. Im Marquette- und Gogebic-Gebiet und einigen anderen benachbarten Distrikten ist es durch seine Quarzit-Dolomit-Serie gut charakterisiert, und auch die Diskordanz zwischen ihm und dem höheren Huron ist meist klar entwickelt. Im Nordwesten fehlen aber derartige Bildungen völlig, und so möchte ich bis zum Beweis des Gegenteils annehmen, daß das Unterhuron dort überhaupt fehlt.

Im Monograph 52 (92) wurden zwar die Knife Lake-Schiefer als Unter- + Mittelhuron aufgefaßt, aber so gut wie wir sie jetzt mit WILSON (97) und LEITH (67) als älter als das Mittelhuron ansehen, so können wir sie auch als älter als das ganze Huron auffassen. Denn sie haben auch nicht die geringste Ähnlichkeit mit dem Huron des Südostens. Und auch die Erosionsdiskordanz zwischen unterem und höherem Huron im Marquette-Gebiet kann in keiner Weise sich mit der Diskordanz über den Knife Lake-Schiefern messen, die einer gewaltigen Gebirgsbildung mit Eindringen ausgedehnter Tiefengesteine und einer tiefgreifenden Abtragung entspricht. —

Zwei Gesteinsgruppen werden auf der beiliegenden Übersichtskarte als fraglich huronisch bezeichnet.

Da ist zunächst das Cayuna-Gebiet. Es wird gewöhnlich als wieder auftauchender Gegenflügel des Mesabi-Gebietes angesehen (92), und bei allen Unterschieden im einzelnen sind hinreichend Übereinstimmungen in der Gesteinsausbildung vorhanden, um diese Gleichstellung nicht kurzerhand abzu-

lehnen. Aber der Unterschied in der Beanspruchung ist doch ein durchgreifender: Das Mesabi-Gebiet, ungestört, nur ein wenig nach Südwesten gekippt. Im Cayuna-Gebiet intensive Metamorphose, Schieferung, linsenförmige Zerreißung, zahlreiche eindringende Eruptivgesteine. Trotz aller Bemühungen ist es bisher nicht gelungen, eine Schichtfolge im Cayuna-Gebiet aufzustellen, und so lange dies nicht der Fall ist, können wir die Gleichaltrigkeit von Cayuna- und Mesabi-Gesteinen zwar als möglich ansehen, aber nicht als erwiesen. Für die Ansicht, daß das Cayuna-Gebiet gar jünger sei als die Mesabi-Gesteine und diese im aufschlußlosen Gebiete zwischen beiden überlagert (ZAPFFE, 99) sind die Anhaltspunkte noch geringer, und sie wurde auch von THIEL (84) zurückgewiesen. So bleibt als dritte, aber auch unbewiesene Möglichkeit offen, daß das Cayuna-Gebiet eine vorhurone Formation enthält.

Was Zentral-Wisconsin anbelangt, so wurde schon darauf hingewiesen, daß der springende Punkt das Alter des großen Granitstockes ist, der in die isolierten Vorkommnisse von Gneis, älteren Sedimenten, Gabbro und einigen anderen Eruptivgesteinen eingedrungen ist, und seinerseits von der jüngeren Sedimentgruppe diskordant überlagert ist. Auf unserer Karte ist in Anlehnung an die Auffassung der Karte im Monograph 52 (92) der Granit von Zentral-Wisconsin mit dem Granit im Süden des Menominee-Gebietes verbunden worden. Dieser intrudiert in eine Serie von Grünschiefern, die Quinnisec-Schiefer, die dem jüngsten Huron angehören sollen. Wenn diese Annahmen stimmen, wäre der Granit von Zentral-Wisconsin tatsächlich spät- oder nachhuronic, also gleichaltrig mit dem Presque Isle-Granit, und die jüngere Sedimentserie nachhuronic. Die ältere könnte also Huron sein.

Dem ist aber entgegenzuhalten: Das letzte Wort über die Altersstellung der Quinnisec-Schichten ist noch nicht gesprochen; die Untersuchungen dauern noch an, und seinerzeit galten dieselben Grünschiefer für archaisch (Keewatin) (11). Dann ist es auch nicht sicher, daß der Granit von Zentral-Wisconsin und der am Südrand des Menominee-Gebietes wirklich gleichalt sind. Selbst wenn sie sich räumlich berühren, kann der Granit von Zentral-Wisconsin älter sein als der andere. Und schließlich würde ein posthurones Alter der jüngeren Sedimentserie in Zentral-Wisconsin auch die Baraboo-Serie (die in ähnlicher Weise diskordant auf Granit, Diorit und Rhyolith aufliegt) ins Nachhuron ziehen, und gerade die Baraboo-Serie zeigt in ihrer petrographischen Ausbildung die allerstärksten Anklänge ans Huron des Marquette-Gebietes.

So muß vorläufig die Altersstellung der Serie von Zentral-Wisconsin ungeklärt und offen bleiben.

4. Das Vorhuron des Nordwestens.

Im vorhergehenden Abschnitt wurden die Gründe dargelegt, weshalb wir alle Gesteine in der Unterlage des Animikie- und Mesabi-Gebietes als vorhuronic auffassen wollen. Bei der Schilderung dieses Gebietes wurde auch schon die große Schwierigkeit betont, die einer Stratigraphie in diesem intensiv gefalteten und stark metamorphen Gebiet entgegenstehen.

Diskordanzen sind an mehreren Stellen beobachtet worden, und anfangs (20) schien es, als ob sich zwei durch typische Gesteinsgruppen bezeichnete Gruppen herausarbeiten ließen: Das Archaikum mit seinen Grünsteinen und der Soudan-Eisenformation (Keewatin), vielleicht unterlagert von den Couchiching-Schiefern, und die diskordant darüber folgende Seine- oder Knife Lake-Formation. Neuere Beobachtungen machen dies fraglich. Grünsteine sind auch den Knife Lake-Seine-Schiefern eingelagert, und eine weitere Diskordanz wurde von GRUNER (41), bisher allerdings nur an einer Stelle, beobachtet. So ist im gegenwärtigen Zeitpunkt es meiner Ansicht nach unangebracht, einen allgemein gültigen Gliederungsversuch in diesem Gebiet zu machen.

5. Das Vorhuron des Südostens.

Das Huron von Michigan und Nord-Wisconsin liegt mit einer gut bekannten Diskordanz auf Grünsteinen, Gneisen und Graniten. Sie werden als Keewatin und Laurentian zusammengefaßt zum Archaikum.

Möglicherweise schaltet sich noch eine weitere Formation zwischen „Archaikum“ und Huron ein. Doch reichen die bisherigen Beobachtungen nicht aus, um diese „Springdale“-Formation (ALDRICH, 3) zu begründen.

6. Ist das „Archaikum“ eine Einheit?

Wie aus den vorhergehenden Ausführungen hervorgeht, wird im Südosten und im Nordwesten des Lake Superiors die älteste dort bekannte Gesteinsgruppe als Archaikum bezeichnet. In beiden Fällen handelt es sich um Grünsteine und darin intrudierte Granite. Trotzdem liegt keinerlei Beweis dafür vor, daß das „Archaikum“ des Südostens gleichalt ist mit dem „Archaikum“ des Nordwestens. Liegt doch im Nordwesten zwischen Huron und „Archaikum“ mindestens eine Formation (die Knife Lake-Seine-Gruppe), über deren Verhalten im Südosten wir nichts wissen. Das „Archaikum“ im Südosten könnte auch gleichalt mit diesen Knife Lake-Schichten sein.

B. Versuch einer Geschichte des Präkambriums im Lake Superior-Gebiet.

Wenn auch unsere Kenntnisse von der Schichtfolge in Nord-Minnesota und dem benachbarten Kanada nicht für eine kartenmäßige Erfassung der Verhältnisse ausreichen, so steht doch fest, daß eine bedeutende Diskordanz innerhalb des Vorhurons eine ältere von jüngeren Serien trennt: Grünsteine, spärliche Sedimente und darin eingedrungene Granite werden diskordant von der Seine-Knife Lake-Serie überlagert, und liefern Gerölle zu deren Basalkonglomerat. Diese älteste bekannte Serie wollen wir als Archaikum bezeichnen. Die Anwesenheit der laurentinischen Granite und Gneise deutet auf eine Faltungsperiode zwischen Archaikum und Knife Lake-Serie hin. Über den Bau dieses archaischen oder laurentischen Gebirges wissen wir nichts, er ist von späteren Bewegungen völlig überwältigt worden.

Das erste Profil der beigefügten Serie schematischer Schnitte quer durch das Lake Superior-Gebiet (Abb. 4) zeigt den Zustand am Ende der archaischen Zeit. Wir nehmen dabei an, daß das Vorhuron am Südrand wirklich Archaikum ist — wie eben ausgeführt, eine unbewiesene, aber nicht unwahrscheinliche Annahme. Das archaische oder laurentische Gebirge ist auf unserm Profil I schon abgetragen, und im Nordwesten bildet sich eine Vertiefung, in der die Seine-Knife Lake-Serie zur Ablagerung kommt. Da entsprechende Gesteine im Südosten fehlen, wird dort ein Festland vermutet. Es könnte aber auch sein, daß sich damals die ältere Sedimentserie von Zentral-Wisconsin bildete.

Wir gehen rasch über diese ältere Zeit mit ihren vielen Unklarheiten hinweg, bringen auch keine besondere Darstellung für die Entstehung der Diskordanz unter dem Grant-Konglomerat — wohl nur eine epirogenetische, vielleicht gar nicht so weit verbreitete Bewegung —, fragen uns auch nicht, ob sonst noch Bodenbewegungen in dieser Zeit sich abgespielt haben, sondern betrachten gleich die Zustände am Ende der Seine-Zeit (Profil 2). Hier hat sich im Norden des Lake Superior ein mächtiger, SW—NE-streichender Gebirgszug aufgefaltet. Die algomane Granite sind in ihn eingedrungen, und haben seine Gesteine metamorphosieren helfen. Nach ihnen wollen wir diese zweite Faltungsperiode die algomane Gebirgsbildung nennen.

Wir wissen nicht, wie lange Zeit danach verstrich, bis im Südosten das hurone Meer seinen Eingang fand. Jedenfalls ist damals das algomane Ge-

birge noch hoch genug gewesen, um das unterhurone Meer aus dem Mesabi- und Animikie-Gebiet fernzuhalten (Profil 3). Es wäre eine reizvolle Aufgabe für künftige sedimentpetrographische Studien, festzustellen, wie viel das algomane Gebirge zur Bildung der teilweise recht klastischen Unterhuronschichten beigetragen hat.

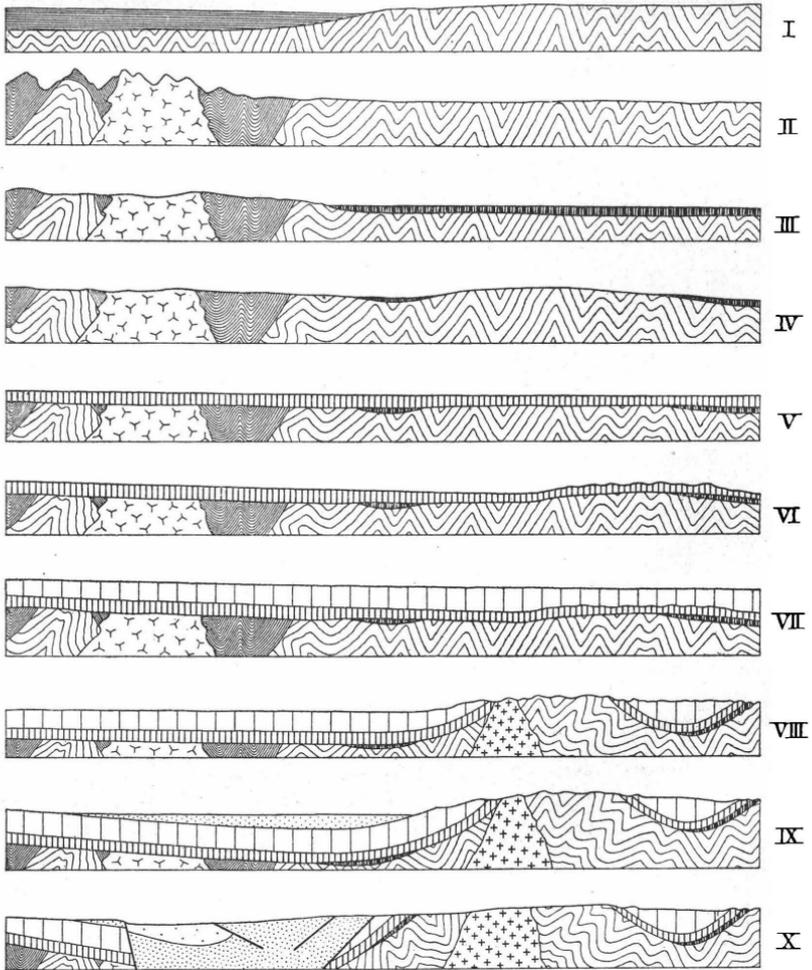


Abb. 4. Schematische Profilserie durch das Lake Superior-Gebiet, zur Veranschaulichung seiner Entwicklungsgeschichte.

Erklärung nebenstehend.

Die Profile sind stark in der Länge verkürzt, der Faltenwurf des Vorhurons schematisch. Im mittleren Teil von Profil X wurde ein Profil von ALDRICH mit verwendet.

I. Nach dem Archaikum. II. Nach der Seine-Zeit. III. Im Unterhurone. IV. Zwischen Unter- und Mittelhurone. V. Im Mittelhurone. VI. Zwischen Mittel- und Oberhurone. VII. Im Oberhurone. VIII. Nach der posthuronen Faltung. IX. Im Keweenawan. X. Vor dem Oberkambrium.

Eine Heraushebung, entschieden nur epirogenetischer Natur (oder handelt es sich hier um letztes Ausklingen der erlöschenden algomanen Faltung?) verursacht eine teilweise Zerstörung des Unterhurons (Profil 4) und so lagert sich das Mittelhuron teilweise auch auf älteren Gesteinen ab. Die Transgression greift diesmal weiter nach NW und erreicht das Mesabi- und Animikie-Gebiet (Profil 5). Sie beginnt mit klastischen Sedimenten (Quarziten), aber bald hört die Sedimentzufuhr auf, und die nichtklastische Eisenformation kommt zur Ablagerung. Man kann sich vorstellen, daß das algomane Gebirge nunmehr völlig abgetragen ist und als Sedimentlieferant ausscheidet.

Der Boden des Huronmeeres ist nicht ganz ruhig. Am schärfsten ausgeprägt ist die Bewegung, die am Ende des Mittelhurons das Marquette-Gebiet heraushebt (Profil 6). Sie ist geringfügig im Gogebic-, und fehlt dem Mesabi-Gebiet.

Sie genügt aber, um die Zufuhr klastischen Materials, wenn auch in feinerer Form, neu zu beleben. Die mächtige Schieferformation des Oberen Hurons ist die Folge (Profil 7). Lokal kommt es wieder zur Bildung von Eisenformationen.

Am Ende des Hurons kommt es im Südosten zu einer großen Faltung, die begleitet wird von der Intrusion der „Killarney“-Granite. Diese posthurone Faltung ist auf den Süden des Lake Superior beschränkt. Im Mesabi- und Animikie-Gebiet fehlt sie. Möglicherweise gehört ihr die Faltung des Cayuna-Distriktes an (Profil 8).

Der Schutt dieses posthuronen Gebirges wird in einer Senke an der Stelle des heutigen Lake Superior abgelagert. Das Copps leitet diesen Prozeß ein (Profil 9), dessen Hauptprodukt das Keweenawan ist.

Diese binnenländische Senke muldet sich immer weiter ein, und an ihrem Südrand kommt es zu südwärts gerichteten Überschiebungen (Profil 10). Die jüngsten davon betroffenen Schichten sind der Lake Superior-Sandstein.

Inzwischen hat das Weltmeer seinen Weg bis in das Herz des amerikanischen Kontinentes gefunden, und fossilführendes Oberkambrium überkleidet die älteren Schichten.

Wenn wir von den verhältnismäßig schwachen Überschiebungen nach Ablagerung des Keweenawan und den ganz lokalen und geringfügigen postkambrischen Verwerfungen absehen, so zeichnen sich im Lake Superior-Gebiet drei Faltungszeiten ab.

Die jüngste, die posthurone, ist auf den Süden des Sees beschränkt. Die vorhergehende, die algomane, scheint nur im Norden vorhanden zu sein — vorausgesetzt, daß das Vorhuron von Wisconsin und Michigan wirklich

-  Lake Superior-Sandstein.
-  Keweenawan einschl. seiner Eruptiva.
-  Killarney-(Presque Isle-)Granit.
-  Oberhuron.
-  Mittelhuron.
-  Unterhuron.
-  Algomaner Granit.
-  Seine-Knife Lake-Serie.
-  Archaikum.

Erklärung der
Signaturen in
Abb. 4.

Archaikum ist. Die älteste, die laurentinische, wäre dann beiden Gebieten gemeinsam.

Über den Bau des laurentinischen Gebirges und seine Streichrichtung wissen wir nichts. Die beiden jüngeren haben eine südwest-nordöstliche Allgemeinrichtung.

Auch das algomane Gebirge ist uns recht unbekannt. Granite haben nur schmale Streifen übriggelassen.

Etwas besser sind wir über das posthurone Gebirge unterrichtet. Wir sehen die eingefalteten Mulden huronischer Gesteine, wie das Marquette-Gebiet und die Tröge in seinem Süden, wir erkennen an der Grenze von Michigan und Wisconsin eine Quermuldung, die im Fehlen der archaischen Emporfaltungen zum Ausdruck kommt, wir sehen, wie die Faltung nach dem Süden zu immer stärker wird, und erkennen Gebiete besonders starker Metamorphose. Aber selbst in diesem bestbekanntem Stück des Präkambriums sind wir noch weit davon entfernt, einen Bauplan herauslesen zu können, wie es für einige jüngere Gebirge gelungen ist.

Einige Worte sollen noch über die Stellung der Keweenawan-Mulde gesagt sein. Es läge nahe, sie als nördliche Randsenke des posthurone Gebirges aufzufassen. Dagegen aber spricht die eigenartige Tatsache, daß aus dieser Senke ein System von südgerichteten Überschiebungen herauskommt, die also gegen das Gebirge gerichtet sind. Das widerspricht unserer sonstigen Erfahrung an Randsenken.

C. Die magmatische Geschichte des Präkambriums.

ist sehr wechselreich. Wir unterscheiden:

1. Diabase des Keewatin,
2. Laurentinische Granite,
3. Grünsteine der Seine- und Knife Lake-Serie,
4. Algomane Granite (61),
5. Hurone basische Ergüsse und Intrusionen,
6. Killarney- (Presque Isle-) Granite (22).
7. Diabase, Gabbro und rote saure Eruptiva des Keweenawan.

D. Andere Probleme des Lake Superior-Präkambriums.

Raumangel verbietet, die andern interessanten Probleme des Gebietes auch nur kurz zu streifen: Die verschiedenen Algenreste (27, 36, 38, 45), das Fehlen höherer Fossilien, die Entstehung der Eisenformation und ihre Umbildung zu Eisenerzen (23, 42, 92), die Bildung der Kupfererze (14, 17, 47), die vielseitigen Wirkungen der Metamorphose, die Entstehung des gewaltigen Beckens des Lake Superior.

IV. Schlußbemerkungen.

VAN HISE und LEITH (92) sagen in den „Grundzügen der Korrelation“ im Monograph 52, S. 597:

„Die tiefsten in der Gegend gefundenen Gesteine sind jene des Archaischen Systems oder Basalkomplexes, bestehend aus dem Keewatin- und Laurentian-System, mit ihren bezeichnenden Verhältnissen und Beziehungen. Dieses System gibt uns einen Horizont, von dem aus wir aufwärts arbeiten können. Im obersten Teil des Präkambriums liegt die Keweenawan-Serie, die hauptsächlich in einem großen, zusammenhängenden Gebiet auftritt, und die uns einen Horizont gibt, von dem aus wir nach unten gehen können. Zwischen dem Archaikum und dem Keweenawan ist die Huron-Serie.“

Was hier über die Stellung des Keweenawan und seine Bedeutung als Ausgangshorizont für die Gliederung des Präkambriums gesagt ist, hat sich auch bei den späteren Forschungen durchaus bestätigt. Gegen die beiden andern Annahmen, die VAN HISE und LEITH 1911 als Grundlage ihres Korrelationsversuches genommen haben, wurden dagegen mehrfach Bedenken geltend gemacht, namentlich seitens kanadischer Geologen (2, 21, 62, 83, 97) und auch LEITH selber äußerte sich 1927 in ähnlichem Sinne (67).

Was die Stellung des Archaikums anbelangt, so wurde im vorhergehenden dargelegt, daß „Keewatin“ und „Laurentian“ im Nordwesten und im Südosten des Lake Superior nicht unbedingt gleichaltrig sein müssen. Im Nordwesten sind wir zudem über den Umfang des „Archaikums“ im Unklaren. Unter diesen Umständen kann das Archaikum nicht als Ausgangshorizont für die Gliederung des Präkambriums verwendet werden.

Ein zweiter Punkt, wo wir auf Grund der späteren Arbeiten zu einer abweichenden Auffassung kamen, ist der Satz, daß zwischen Archaikum und Keweenawan das Huron liege, wenn wir ihn so verstehen wollen, daß nur das Huron dazwischen liegt; und zweifellos meinten ihn VAN HISE und LEITH 1911 (92) in diesem Sinne. Es ist ja richtig, daß unterm Keweenawan — höchstens unter Zwischenschaltung lokaler Bildungen — das Huron kommt. Aber zwischen Huron und Archaikum schaltet sich mindestens noch eine bedeutende Formationsgruppe ein, der die Seine-Serie und die Knife Lake-Schiefer angehören.

Zusammenfassend können wir feststellen: Die bisher übliche, auch in den Lehrbüchern gebotene Dreiteilung des Präkambriums in Archaikum, Huron und Keweenawan muß aufgegeben werden. Es sind mindestens vier große Systeme zu unterscheiden, die durch Zeiten bedeutender Gebirgsbildung und Intrusionen getrennt sind. Die älteren dieser Systeme sind im Lake Superior-Gebiet nur ungenügend bekannt.

Diese Feststellungen sind von größter Wichtigkeit für die Versuche, das Präkambrium des Lake Superior-Gebietes mit ferner liegenden Vorkommnissen zu vergleichen.

Die Geologie des Präkambriums ist also selbst im gut durchforschten Gebiet am Lake Superior noch reich an ungeklärten Fragen. Wenn nach all der bisher geleisteten Arbeit, wie sie in der Monographie von VAN HISE und LEITH (92) 1911 eine krönende Zusammenfassung erfuhr, und wie sie seither unermüdlich weitergeht, noch so viel zu tun bleibt, so ist dies nur verständlich im Hinblick auf die besonderen Schwierigkeiten der Erforschung und der Komplikation der Probleme. Wer wie der Verfasser Gelegenheit hatte, in beides einen Einblick zu tun, der wird vor der Arbeit der hier wirkenden Männer ganz besondere Hochachtung fühlen.

Literaturverzeichnis.

Die Literatur vor 1911 ist nur in Auswahl angeführt, ein vollständiges Verzeichnis findet sich in Monograph 52 (Lit. Nr. 92).

Abkürzungen: AmJSc. = American Journal of Science; Bull. = Bulletin; Econ. Geol. = Economic Geology; G. S. = Geological Survey; GSA. = Geological Society of America; Journ. Geol. = Journal of Geology; LSMI. = Lake Superior Mining Institute; Mich. = Michigan; Minn. = Minnesota; Mon. = Monograph; Proc. = Proceedings; USGS. = United States Geological Survey; Wisc. = Wisconsin.

1. ABBOT, C. E., The Iron-Ore Deposits of the Ely Trough, Vermillion Range, Minnesota. Proc. LSMI. 12, 1906, S. 116—142.
2. ADAMS, F. D., Problems of the Canadian Shield: I. Archaeozoic. Problems of American Geology, 1915, S. 43—80.

3. ALDRICH, H. R., The Geology of the Gogebic Iron Range of Wisconsin. Wisc. G. S. Bull. 71, 1929, 279 S.
4. ALLEN, R. C., Correlation and Structure of the Pre-Cambrian Formations of the Gwinn Iron-Bearing District of Michigan. Journ. Geol. 22, 1914, S. 560—573.
5. — and BARRETT, L. P., Evidence of the Middle-Upper Huronian Unconformity in the Quartzite Hills at Little Lake, Michigan. Ebenda 22, 1914, S. 574—581.
6. —, Relative to an Extension of the Menominee Iron Range Eastward from Waucedah to Escanaba, Michigan. Econ. Geol. 9, Nr. 3, 1914.
7. — and BARRETT, L. P., Contributions to the Pre-Cambrian Geology of Northern Michigan and Wisconsin. Mich. G. S. Publication 18 (Geol. Ser. 15), 1915, 164 S.
8. — — —, A Revision of the Sequence and Structure of the Pre-Keweenaw Formations of the Eastern Gogebic Iron Range of Michigan. Journ. Geol. 23, 1915, S. 689—729.
9. ALLISON, I. S., The Giants Range Batholith of Minnesota. Journ. Geol. 33, 1925, S. 488—508.
10. —, Weathered Granite twice Metamorphosed. Ebenda 34, 1926, S. 281 bis 285.
11. BAYLEY, W. S., The Menominee Iron-Bearing District of Michigan. USGS. Mon. 46, 1904, 502 S.
12. BRODERICK, F. M., Some Features of the Magnetic Surveys of the Magnetite Deposits of the Duluth Gabbro. Econ. Geol. 13, 1918, S. 35—49.
13. —, Detail Stratigraphy of the Biwabik Iron-Bearing Formation, East Mesabi District. Ebenda 14, 1919, S. 441—451.
14. —, Zoning in Michigan Copper Deposits and its Significance. Ebenda 24, 1929, March and May.
15. BROOKS, T. B., Upper Peninsula, Part I: Iron Bearing Rocks. Mich. G. S., 1873, S. 1—319.
16. BRUCE, E. L., Couthiching Deltas. Bull. GSA. 38, 1927, S. 771—782.
17. BUTLER, B. S. and BURBANK, W. S., The Copper Deposits of Michigan. USGS. Professional Paper 144, 1929, 238 S.
18. CASE, E. C. and ROBINSON, W. I., The Geology of Limestone Mountain and Sherman Hill in Houghton County, Michigan. Mich. G. S. Publication 18 (Geol. Ser. 15), 1915, S. 165—181.
19. CLEMENTS, J. M. and SMYTH, H. L., The Crystal Falls Iron-Bearing District of Michigan. Mit: BAYLEY, W. S., The Sturgeon River Tongue. USGS. Mon. 36, 1899, 510 S.
20. —, The Vermillion Iron-Bearing District of Minnesota. Ebenda 45, 1903, 450 S.
21. COLLINS, W. H., A Classification of the Pre-Cambrian Formations in the Region East of Lake Superior. 12. Internat. Geol. Congress, Canada 1913, S. 399—407.
22. —, The Age of the Killarney Granite. Canada G. S., Museum Bull. 22, 1916, 12 S.
23. CROWELL und MURRAY, The Iron Ores of Lake Superior. 6. Aufl. Cleveland 1927, 366 S.
24. GRANT, U. S., Preliminary Report on the Copper-Bearing Rocks of Douglas County, Wisconsin. Wisc. G. S., Bull. 6, 2. Aufl. 1901, 83 S.
25. GROUT, F. F., The Pegmatites of the Duluth Gabbro. Econ. Geol. 13, 1918, S. 185—197.
26. —, The Lopolith; an Igneous Form Exemplified by the Duluth Gabbro. AmJSc., 4. ser., 46, 1918, S. 516—522.

27. GROUT, F. F. and BRODERICK, F. M., The Magnetite Deposits of the Eastern Mesabi Range, Minnesota. *Minn. G. S. Bull.* 17, 1919, 58 S.
28. —, The Nature and Origin of the Biwabik Iron-Bearing Formation of the Mesabi Range, Minnesota. *Econ. Geol.* 14, 1919, S. 452—464.
29. —, The Vermillion Batholith of Minnesota. *Journ. Geol.* 33, 1925, S. 467 bis 487.
30. —, A Peculiar Shonkinit related to Granite. *AmJSc.*, 5. ser., 9, 1925, S. 472—480.
31. —, Couthiching Problem. *Bull. GSA.* 36, 1925, S. 351—364.
32. —, The Geology and Magnetite Deposits of Northern Saint Louis County, Minnesota. *Minn. G. S. Bull.* 21, 1926, 220 S.
33. —, The Saganaga-Granite of Minnesota—Ontario. *Journ. Geol.* 37, 1929, S. 562—591.
34. GRUNER, J. W., Paragenesis of the Martite Ore Bodies and Magnetites of the Mesabi Range. *Econ. Geol.* 17, 1922, S. 1—14.
35. —, The Origin of Sedimentary Iron Formations: The Biwabik Formation of the Mesabi Range. *Ebenda* 17, 1922, S. 407—460.
36. —, Algae, Believed to be Archean. *Journ. Geol.* 31, 1923, S. 146.
37. —, Contributions to the Geology of the Mesabi Range. *Minn. G. S. Bull.* 19, 1924, 70 S.
38. —, Discovery of Life in the Archean. *Journ. Geol.* 33, 1925, S. 151—152.
39. —, Magnetite, Martite, Haematite. *Econ. Geol.* 21, 1926, S. 375—393.
40. —, The Soudan Formation and a New Suggestion as to the Origin of the Vermillion Iron Ores. *Ebenda* 21, 1926, S. 629—644.
41. —, A Newly Discovered Major Unconformity in the Huronian Rocks of Northern Minnesota. *Proc. LSMI.* 27, 1929, S. 179—187.
42. —, Hydrothermal Oxydation and Leaching Experiments; Their Bearing on the Origin of Lake Superior Haematite-Limonite Ores. *Econ. Geol.* 25, 1930, S. 697—719, 837—867.
43. HARDER, E. C. and JOHNSTON, A. W., Notes on the Geology and Iron Ores of the Cayuna District, Minnesota. *USGS. Bull.* 660 (A), 1917, S. 1—26.
44. — — —, Preliminary Report on the Geology of East Central Minnesota, including the Cayuna Iron Ore District. *Minn. G. S. Bull.* 15, 1918, 178 S.
45. HAWLEY, J. E., An Evaluation of the Evidence of Life in the Archean. *Journ. Geol.* 34, 1926, S. 441—461.
46. —, „Seine“ or „Couthiching“. *Ebenda* 38, 1930, S. 521—547.
47. HOFFMAN, R. D., Zoning in Michigan Copper Deposits. *Econ. Geol.* 25, 1930, S. 285—286.
48. HOTCHKISS, W. O., Mineral Land Classification, Showing Indications of Iron Formation in Parts of Ashland, Bayfield, Washburn, Sawyer, Price, Oneida, Forest, Rusk, Barron and Chippewa Counties. *Wisc. G. S. Bull.* 44, 1915, 347 S.
49. —, Geology of the Gogebic Range and its Relation to Recent Mining Developments. *Engineering and Mining Journ.*, 1919, 28 S.
50. —, The Lake Superior Geosyncline. *Bull. GSA.* 34, 1923, S. 669—678, und *Proc. LSMI.* 24, 1925, S. 140—148.
51. —, BEAN, E. F. and ALDRICH, H. R., Mineral Lands of Part of Northern Wisconsin. *Wisc. G. S. Bull.* 46, 1929, 212 S.
52. IRVING, R. D. und andere, Geology of Wisconsin. Vol. III, 1880, 663 S.
53. —, The Copper Bearing Rocks of Lake Superior. *USGS. Mon.* 5, 1883, 460 S.
54. —, On the Classification of the Early Cambrian and Pre-Cambrian Formations. A brief Discussion of Principles, illustrated by Examples drawn

- mainly from the Lake Superior Region. USGS. 7. Annual Report, 1888, S. 371—454.
55. IRVING, R. D. and VAN HISE, C. R., The Penokee Iron-Bearing Series of Michigan and Wisconsin. USGS. Mon. 19, 1892, 553 S.
 56. LANE, A. C., The Geology of Keweenaw Point — a Brief Description. Proc. LSMI. 12, 1906, S. 81—104.
 57. — and SEAMAN, A. E., Notes on the Geological Section of Michigan, Part I: The Pre-Ordovician. Journ. Geol. 15, 1907, S. 680—695.
 58. — — —, Notes on the Geological Section of Michigan. Report of the State Board of G. S. of Mich. 1908, Geology, S. 20—120.
 59. —, The Keweenaw Series of Michigan. Mich. G. S. Publ. 6, 1911 (= Annual Report 1909), 983 S., 3 Bände.
 60. LAWSON, A. G., Report on the Geology of the Rainy Lake Region. Canada G. S. Annual Report, New Series, 3, Part I, 1887—88.
 61. —, The Archean Geology of Rainy Lake Re-studied. Canada G. S., Memoir 40 (= Geol. ser. 24), 1913, 111 S.
 62. —, A Standard Scale for the Pre-Cambrian Rocks of North America. 12. Intern. Geol. Congress, Canada 1913, S. 349—370.
 63. LEITH, C. K., The Mesabi Iron-Bearing District of Minnesota. USGS. Mon. 43, 1903, 316 S.
 64. —, Relations of the Plane of Unconformity at the Base of the Cambrian to Terrestrial Deposits in Late Pre-Cambrian Time. 12. Intern. Geol. Congress, Canada 1913, S. 335—337.
 65. —, Pre-Cambrian Correlation from a Lake Superior Standpoint. Ebenda, S. 409—421.
 66. —, Diskussion zu ALLEN (Lit. Nr. 8). Journ. Geol. 23, 1915, S. 724—729.
 67. —, Lake Superior Precambrium. Bull. GSA. 38, 1927, S. 749—752.
 68. —, Diskussion zu TANTON (Lit. Nr. 78). Ebenda 38, 1927, S. 747—748.
 69. NEBEL, M. L., The Basal Phases of the Duluth Gabbro near Gabamichigami Lake, Minnesota, and its Contact Effects. Econ. Geol. 14, 1919, S. 367—402.
 70. PARDEE, F. G., Recent Work of the State Geological Surveys in Huronian and Keweenaw Areas: A. Michigan Geological Survey. Proc. LSMI. 27, 1929, S. 166.
 71. RICHARZ, ST., Grunerite Rocks of the Lake Superior Region and their Origin. Journ. Geol. 35, 1927, S. 690—707.
 72. ROYCE, ST., Certain Advances in Geological Information relative to the Lake Superior Iron Deposits. Proc. LSMI. 24, 1925, S. 149—181.
 73. SANDERS, C. W., A Composite Stock at Snowbank Lake in Northeastern Minnesota. Journ. Geol. 37, 1929, S. 135—149.
 74. SCHWARTZ, G. M., The Contrast in the Effect of Granite and Gabbro Intrusions on the Ely Greenstone. Journ. Geol. 32, 1924, S. 89—138.
 75. SEAMAN, W. A., Geological and Magnetic Field Work in the Keweenaw of the Michigan Copper Country. Proc. LSMI. 27, 1929, S. 155—159.
 76. SMYTH, H. L., A Contact between the Lower Huronian and the Underlying Granit in the Republic Trough, near Republic, Michigan. Journ. Geol. 1, 1893, S. 268—274.
 77. —, The Quartzite Tongue at Republic, Michigan. Ebenda 2, 1894, S. 680 bis 691.
 78. STARK, J. T., The primary Structure of the Kekequabic Granite. Journ. Geol. 35, 1927, S. 723—733.
 79. STEIDTMANN, E., Summaries of Pre-Cambrian Literature of North America for 1909, 1910, 1911 und Parts of 1912. Journ. Geol. 23, 1915, S. 81—91 und 261—271.

80. STEIDTMANN, E., Summaries of Pre-Cambrian Literature of North America. *Ebenda* 28, 1920, S. 558—568.
81. —, Feldspars as Indicators of Sedimentary or Igneous Origin of Gneisses and Schists. *Bull. GSA.* 31, 1920, S. 141—143.
82. TANTON, T. L., Recognition of the Couthiching near Steeprock Lake, Ontario. *Transactions Royal Society of Canada*, 3d series, Vol. 20, sec. IV, 1926, S. 39—49.
83. —, Stratigraphy of the Northern Subprovince of the Lake Superior Region. *Bull. GSA.* 38, 1927, S. 731—748.
84. THIEL, G. A., Geology of the Cayuna Range. *Bull. GSA.* 38, 1927, S. 783 bis 794.
85. THWAITES, F. T., Sandstones of the Wisconsin Coast of the Lake Superior. *Wisc. G. S. Bull.* 25, 1912, 117 S.
86. — and EKERN, G. L., The Glover Bluff Structure, a Disturbed Area in the Paleozoics of Wisconsin. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters*, 25, 1930, S. 89—97.
87. VAN HISE, CH. R., Correlation Papers: Archean and Algonkian. *USGS. Bull.* 86, 1892, 550 S.
88. —, Principles of Pre-Cambrian North American Geology. *USGS. Annual Report* 16, Part I, 1896, S. 581—885.
89. —, BAYLEY, W. S. und SMYTH, H. L., The Marquette Iron-Bearing District of Michigan. *USGS. Mon.* 28, 1897, 608 S.
90. — und andere, Report of the Special Committee for the Lake Superior Region. *Journ. Geol.* 13, 1905, S. 89—104.
91. — and LEITH, C. K., Pre-Cambrian Geology of North America. *USGS. Bull.* 360, 1909, 939 S.
92. — — —, The Geology of the Lake Superior Region. *USGS. Mon.* 52, 1911, 641 S.
93. WEIDMAN, S., The Baraboo Iron-Bearing District. *Wisc. G. S. Bull.* 13, 1904, 190 S.
94. —, The Geology of North Central Wisconsin. *Ebenda* 16, 1907, 697 S.
95. WILLIAMS, G. H., The Greenstone Schist Areas of the Menominee and Marquette Areas of Michigan. *USGS. Bull.* 62, 1890, 241 S.
96. WILSON, M. E., Geology of the Nipigon Basin, Ontario. *Canada G. S., Memoir* 1, 1910, 152 S.
97. —, The Significance of Recent Developments in the Pre-Cambrian Stratigraphy of the Lake Superior — Lake Huron Region. *Journ. Geol.* 21, 1913, S. 385—398.
98. WOLFF, J. F., Recent Geologic Development on the Mesabi Iron Range, Minnesota. *Proc. LSML.* 21, 1917, S. 229—257.
99. ZAPFFE, C., Stratigraphy and Correlation of the Cayuna Iron Ore District, Minnesota. — Mit Diskussion von H. M. ROBERTS. *Proc. LSML.* 24, 1925, S. 89—105.

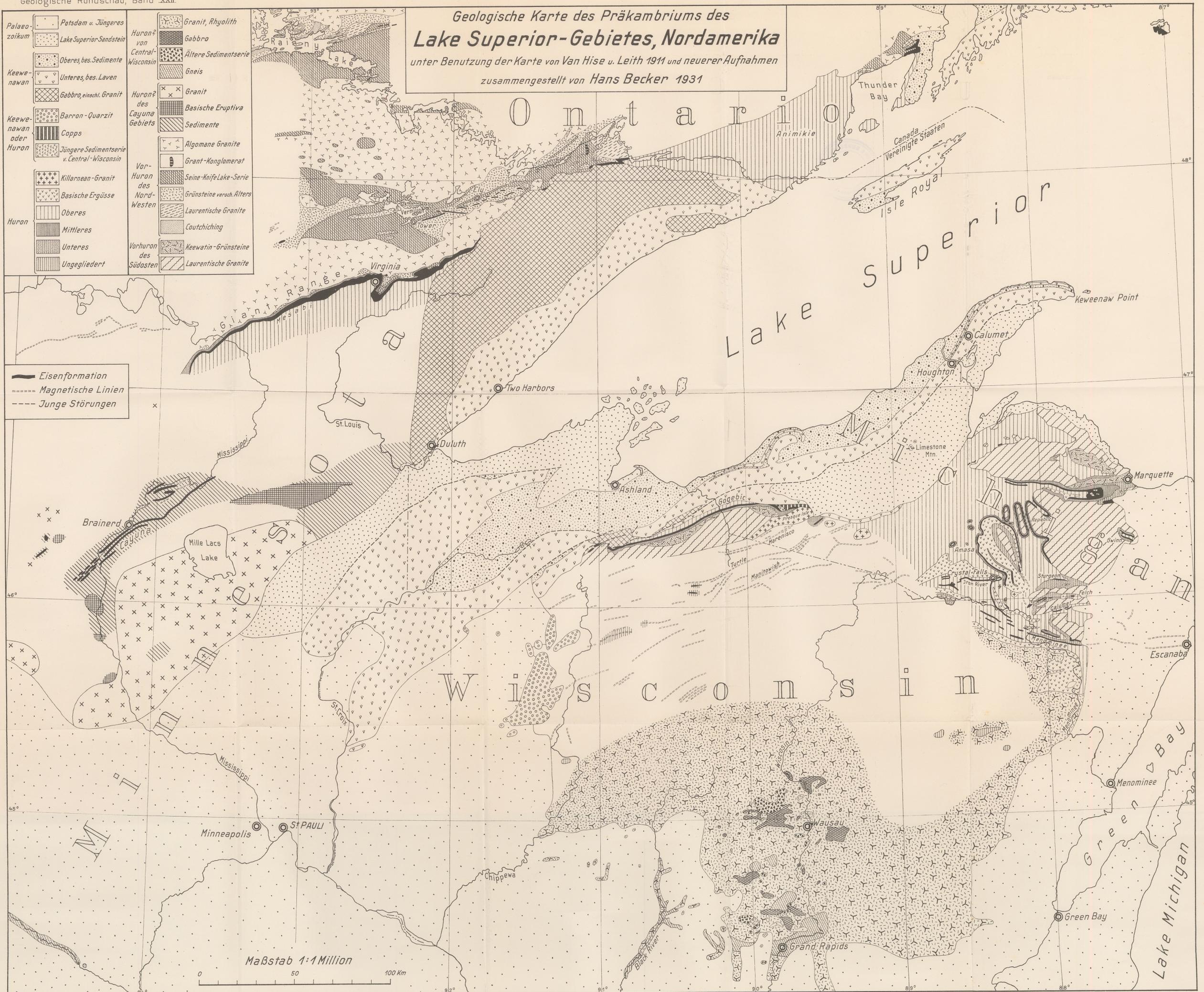
Karten.

100. Geologic Map of Wisconsin, 1:1000000, von E. F. BEAN. 1928.
101. Geological Map of Michigan, 1:750000, von R. C. ALLEN, R. A. SMITH und L. P. BARRETT. 1916.
102. Geological Map of Iron County, etwa 1:125000, von L. P. BARRETT, F. G. PARDEE und W. OSGOOD. 1929.

**Geologische Karte des Präkambriums des
Lake Superior-Gebietes, Nordamerika**
unter Benutzung der Karte von Van Hise u. Leith 1911 und neuerer Aufnahmen
zusammengestellt von Hans Becker 1931

Paläozoikum	Potsdam u. Jüngeres	Huron von Central-Wisconsin	Granit, Rhyolith
	Lake Superior Sandstein		Gabbro
	Oberes, bes. Sedimente		Ältere Sedimentserie
Keewenawan	Unteres, bes. Laven	Huron des Cayuga-Gebiets	Gneis
	Gabbro, einsch. Granit		Granit
Keewenawan oder Huron	Barron-Quarzit		Basische Eruptiva
	Copps		Sedimente
	Jüngere Sedimentserie u. Central-Wisconsin	Vor-Huron des Nord-Westen	Algomane Granite
	Killarnean-Granit		Granit-Konglomerat
	Basische Ergüsse		Seine-Knife-Lake-Serie
Huron	Oberes		Grünsteine versch. Alters
	Mittleres		Laurentische Granite
	Unteres		Coutchiching
	Ungegliedert	Vorhuron des Südosten	Keewatin-Grünsteine
			Laurentische Granite

— Eisenformation
- - - Magnetische Linien
- - - Junge Störungen



Maßstab 1:1 Million

0 50 100 Km