

### III. Abhandlungen.

---

#### Die absolute Zeitrechnung des Quartärs.

Vortrag, gehalten am 14. Nov. 1928.

Von

**Rudolf Gramann.**

Mit 4 Abb. im Text und 2 Abb. auf Tafel I/II.

Die absolute Zeitrechnung des Quartärs beansprucht ein besonderes Interesse, weil diesem jüngsten geologischen Zeitabschnitte die Entwicklung des Menschengeschlechtes angehört, so daß die alluvialen Bildungen unmittelbar in die Menschheitsgeschichte überleiten. Bekanntlich erhält das europäische Quartär sein Gepräge durch das Vordringen mächtiger Eismassen von den Hochgebirgen, insbesondere den Pyrenäen, den Alpen, und von Skandinavien her. Genauere Untersuchungen erbrachten immer weitere Beweise dafür, daß es sich im Diluvium nicht um eine einzige Eiszeit handelt, sondern daß mehreren kalten Zeitabschnitten lange Zeiträume warmen Klimas, die Zwischeneiszeiten, gegenüberstehen. Die klassischen Untersuchungen, welche von A. PENCK und ED. BRÜCKNER im Alpengebiete ausgeführt worden sind, ergaben hier eine Einteilung des Diluviums in vier große Eiszeiten mit den entsprechenden Zwischeneiszeiten. PENCK und BRÜCKNER benannten die alpinen Eiszeiten nach den Namen kleiner Flüsse als Günz-, Mindel-, Riß- und Würmeiszeit, und diese Einteilung ist allen Gliederungen eiszeitlicher Quartärablagerungen in Europa zugrunde gelegt worden. Im Schlußband ihres Werkes (S. 1168) gibt PENCK eine Schätzung der Dauer des Quartärs, die sich hauptsächlich auf die Größe der Erosionsbeträge und die Mächtigkeit der Verwitterungsdecken stützt. PENCK schätzt die seit dem Höhepunkt der Würmeiszeit verstrichene Zeit auf zirka 35 Jahrtausende. Seit Beginn der Günzeiszeit sind nach dem von ihm gegebenen Schema etwa 660000 Jahre vergangen.

Auf anderem Wege, nämlich nach dem Heliumgehalte des Zirkons, fand KÖNIGSBERGER für den Beginn des Quartärs ein Alter von  $\frac{1}{2}$  bis 1 Million Jahre, also einen Wert, der sich zu dem von PENCK und BRÜCKNER errechneten fügt.

In neuerer Zeit sind zwei sehr beachtenswerte Zeitberechnungen erfolgt, deren eine — ausgebaut von dem schwedischen Geologen DE GEER — auf geologischer Grundlage beruht, sich allerdings nur auf das Postglazial und einen Abschnitt der letzten Eiszeit erstreckt; deren andere — von dem serbischen Mathematiker MILANKOWITSCH — unter Zugrundelegung von Daten aus der Mechanik unseres Planetensystems auf mathematischem Wege das gesamte Quartär umfaßt.

Wenden wir uns zunächst der Zählung DE GEERS zu, so erweist es sich als notwendig, die Gliederung der nordeuropäischen Diluvialablagerungen etwas näher ins Auge zu fassen. Man hat seit mehreren Jahrzehnten in Norddeutschland drei große Vereisungen unterschieden, die nach dem Vorgange der Preußischen Geologischen Landesanstalt als Elster-, Saale- und Weichseleiszeit bezeichnet und den letzten drei Eiszeiten des alpinen Systems zur Seite gestellt wurden. Die äußerste Grenze der letzten Vereisung verlegte man in den ausgeprägten Endmoränenwall, der u. a. den Flämingzug bildet. Neuerdings hält man diesen Endmoränenzug für älter und betrachtet ihn als Hauptstadium der Wartheeiszeit, die in ihrem Alter zwischen Saale- und Weichseleiszeit steht.<sup>1)</sup> Die äußerste Ausdehnung der letzten Vereisung, also der Weichseleiszeit im neueren Sinne, hat man etwas weiter nach Norden verschoben, an die Grenze zwischen der durch zahlreiche Seen und abflußlose Becken sowie durch unausgeglichenes Gefälle gekennzeichneten jungen Aufschüttungslandschaft und der durch Seenlosigkeit und ruhige, ausgereifte Formen ausgezeichneten älteren Abtragungslandschaft. Im alpinen Gebiete ist die Begrenzung der letzten Vereisung schon von PENCK und BRÜCKNER nach diesem morphologischen Gesichtspunkte erfolgt.

Nach dem Höhepunkte der letzten Vereisung schmolz die Eisdecke nicht gleichförmig ab, sondern der Rückzug des Eisrandes war, infolge von Klimaschwankungen, deren Ursachen uns noch nicht bekannt sind, durch Stillstandslagen oder kurze Vorstöße mehrfach unterbrochen. DE GEER, der seine Untersuchungen in den skandinavischen Ländern machte, hat seit dem Höhepunkt der letzten Vereisung vier Zeitabschnitte unterschieden. Der älteste, das Daniglazial, umfaßt die Zeit des Eisrückzuges von seiner größten Ausdehnung in Jütland fast über ganz Dänemark hinweg bis zu den Endmoränenzügen in Südschonen. Der zweite, das Gotiglazial, entspricht der Zeit des Eisrückganges von diesen Endmoränen bis zu dem in Mittelschweden und in Südfinnland durch einen hohen, meist als Doppelwall ausgebildeten Endmoränenzug (Salpausselkä), in welchem das Eis längere Zeit gelegen hat. Hierauf ging die Abschmelzung rasch weiter, die skandinavischen Hochgebirge wurden eisfrei, dagegen blieben östlich von ihnen Reste der Eisdecke noch länger erhalten, an deren westlichem Rande sich die vom Gebirge herabkommenden Flüsse zu Seen stauten.

<sup>1)</sup> Von anderer Seite wird der Flämingzug als Stadium der Saalevereisung angesehen und die Selbständigkeit einer Wartheeiszeit in Abrede gestellt.

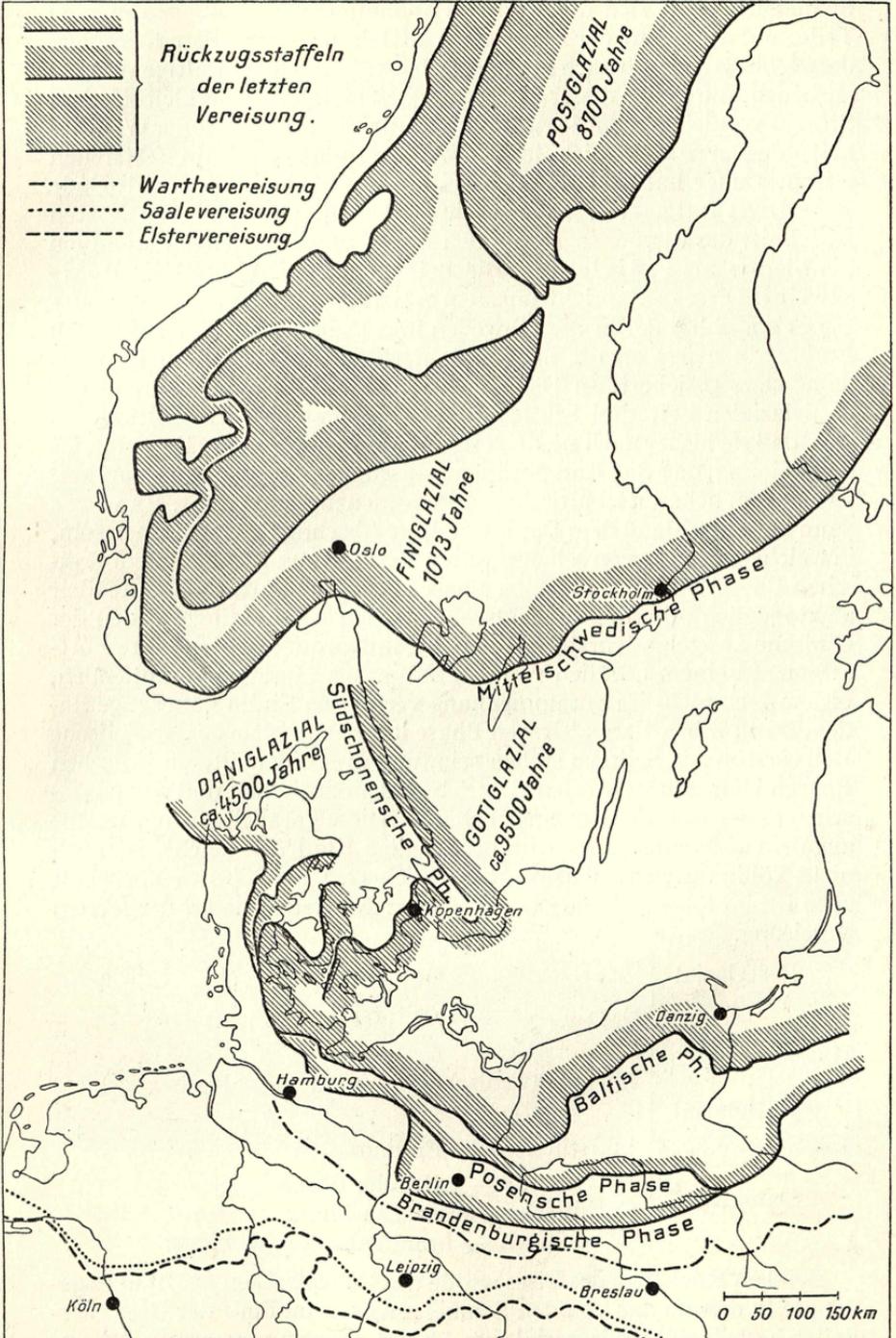


Abb. 1. Rückzugsstadien der letzten nordeuropäischen Vereisung.

Schließlich teilte sich der Rest des abdämmenden Landeises in zwei Teile, und der größte der Eisstauseen Mittelschwedens erlangte infolgedessen einen Ausfluß nach dem Ostseebecken zu. Der gewaltige Wasserausbruch, durch den dieser Eisssee zu seinem jetzigen Überbleibsel, dem Storsjö verkleinert wurde, war ein Naturereignis von großer Wichtigkeit, dessen Folgen sich in den Ablagerungen weithin feststellen lassen. Daher hat DE GEER den Zeitpunkt dieses Ausflusses als Ende der Eiszeit festgesetzt. Er bezeichnet dementsprechend den letzten Abschnitt des Eisrückzuges von den mittelschwedischen Endmoränen bis hierher als Finiglazial, die Zeit nach dem Ausfluß als Postglazial. Dieses entspricht unserem Alluvium.

Der Anschluß der in Südschweden und Dänemark unterschiedenen Endmoränenzüge an die in Norddeutschland festgestellten ist noch nicht ganz gesichert. In Dänemark unterscheidet man während der daniglazialen Zeit drei Staffeln. Diese drängen sich in Schleswig so eng, daß sie bisher noch nicht getrennt werden konnten. DE GEER ist der Meinung, daß den Endmoränen Südschonens der sehr ausgeprägte, seit langem bekannte baltische Endmoränenzug entspricht. Es würde dann in Deutschland dem Daniglazial der Abschnitt zuzusprechen sein, in welchem das Eis von seiner größten Verbreitung (der brandenburgischen Phase) bis zur baltischen Phase zurückschmolz. Es könnte aber auch möglich sein, daß die südschonenschen Endmoränen, denen der dänische Langelandvorstoß entspricht, in Norddeutschland ihre Fortsetzung in einem nördlich von den baltischen Moränen verlaufenden, bisher noch nicht im Zusammenhang verfolgten Endmoränenzuge finden. Dann würde der baltischen Phase in der Hauptsache der dänische Beltvorstoß zur Seite zu stellen sein, und die beiden älteren jütischen Phasen Dänemarks würden zu der brandenburgischen und der poseschen Phase Norddeutschlands gehören. Diese Parallelisierung, welche auf dem Kartenbild einen überzeugenden Eindruck macht, ist noch nicht völlig durch Beobachtungen gesichert. Unter diesem Vorbehalt gebe ich im folgenden eine Übersicht der Rückzugsphasen der letzten Vereisung.

Postglazial	}	Ausfluß des alten Storsjö
Finiglazial		Mittelschwedische Endmoränen (Salpausselkä)
Gotiglazial		Südschonensche Endmoränen
Daniglazial		Beltvorstoß — baltische Phase Ostjütisch — posesche Phase Westjütisch — brandenburgische Phase

Bei dem Rückzuge des Eises wurde das Ostseebecken frei, und es gelangte in diesem das von den Schmelzwässern und mit der Gletschermilch herbeigeführte Material zum Absatz. Da nun zur warmen Jahres-

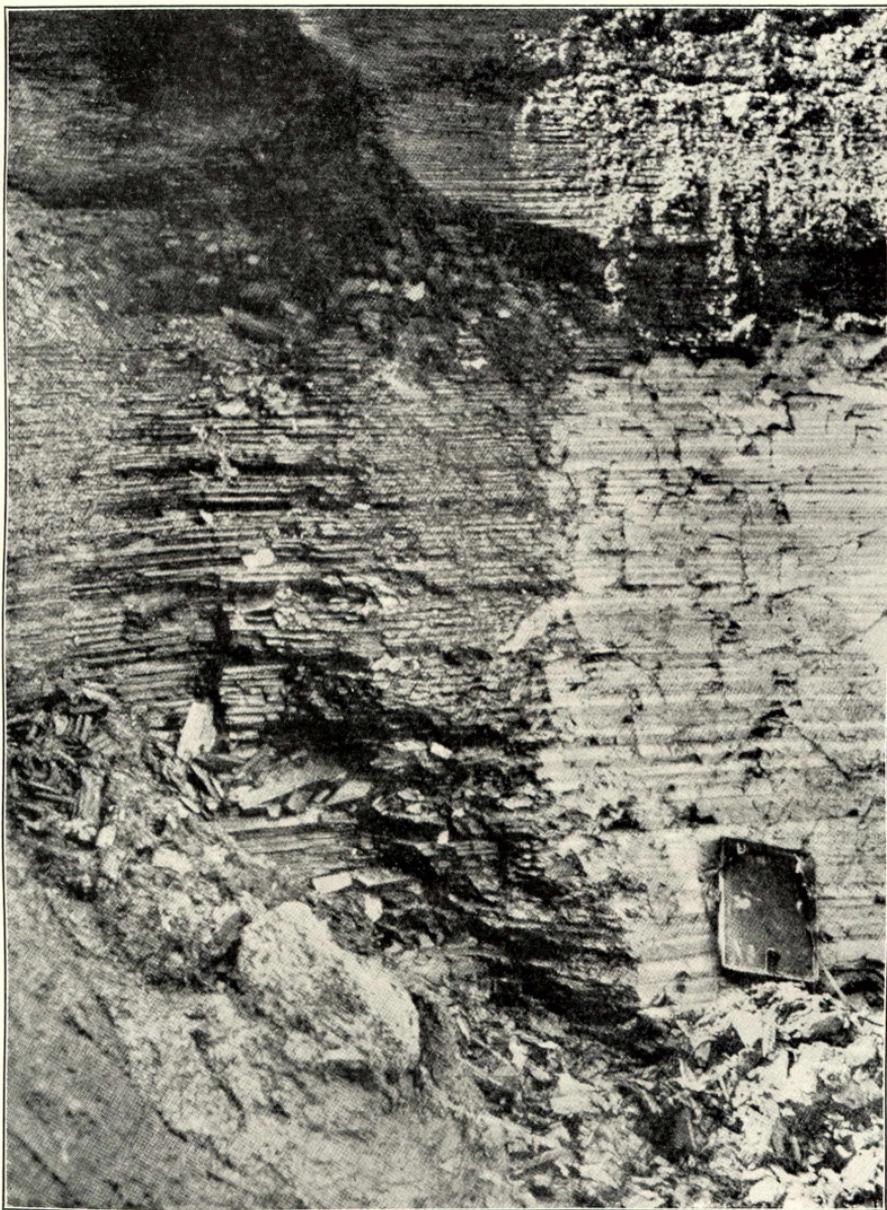


Abb. 2.

Bänderton (Warwenton) am Steilufer des Vammeljokiflusses in Karelien, Finnland.

(Matti Sauramo: The Quaternary Geology of Finland.

Bulletin de la Commission Géologique de Finlande, Helsingfors 1929.)

Tafel II

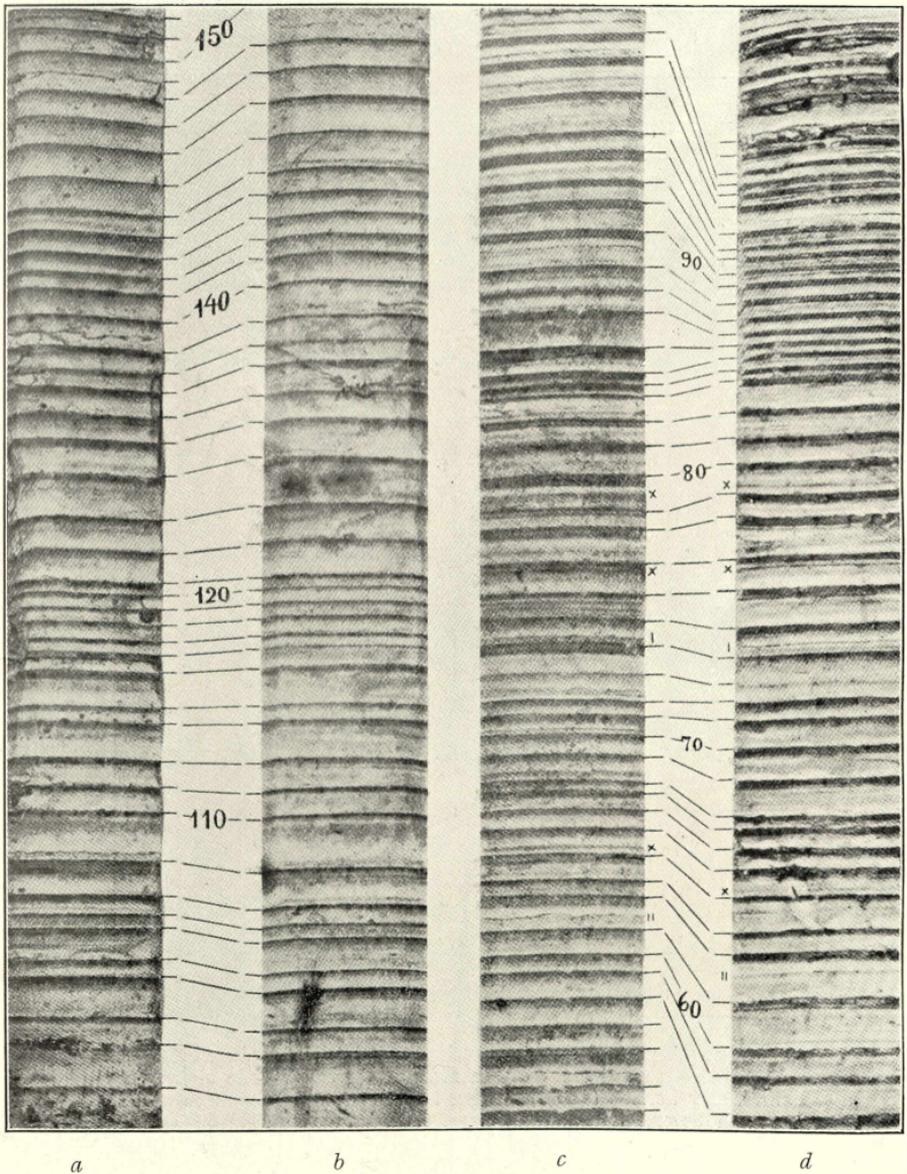


Abb. 3.

Je zwei korrespondierende Warwenserien aus Finnland. Die Entfernung der Serien *a* und *b* beträgt 750 m, die der Serien *c* und *d* 45 km. Die Zählung zeigt die Jahreswarwen seit Ende des Salpausselkästadiums an.

(Nach Matti Sauramo, ebenda.)

zeit infolge des stärkeren Abschmelzens gröber sedimentiert wird als im Winter, zeichnen sich diese Eisseeb lagerungen durch einen höchst auffälligen Wechsel zwischen feinsandigen und rein tonigen Lagen aus, der ihnen den Namen Bänderton eingetragen hat. Man kann diesen durch die jahreszeitlich verschiedene Stärke der Abschmelzung bedingten Schichtwechsel auch in den gröberen Ablagerungen der Flüsse, etwa zwischen Sand und Kies, beobachten. Die Schweden bezeichnen solch eine regelmäßige, vom Gröberen nach dem Feineren verlaufende, regelmäßig wiederkehrende Schichtfolge mit *varv*, einem Wort, das Zyklus bedeutet und als *Warve* in die deutsche Fachliteratur eingegangen ist. Da Abschmelzung und Sedimentation in warmen Jahren stärker sind als in kühlen, werden je nach dem Ausmaß der Sonnenstrahlung die Jahreswarven verschiedene Dicke aufweisen. Infolge der starken Hebung, die Skandinavien nach der letzten Vereisung durchgemacht hat, liegen dort die warwigen Sedimente heute über dem Meeresspiegel und sind in zahllosen Gruben aufgeschlossen.

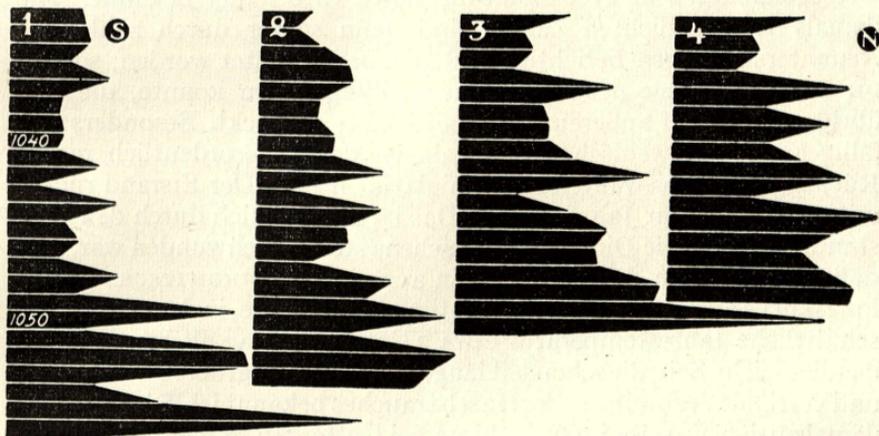


Abb. 4. Vier Warvenfolgen zeigen den Rückgang des Eisrandes bei Stockholm von Süden nach Norden während der Jahre —1056 bis —1048 vor dem Ende des Eiszeitalters, d. h. vor etwa 9800 Jahren. 1 : 5 der natürl. Größe. (G. de Geer, Schwankungen der Sonnenstrahlung seit 18000 Jahren. Übersetzt von G. Steinmann. Geolog. Rundschau Bd. 18, 1927. Gebr. Borntraeger, Berlin.)

DE GEER ging von dem Gedanken aus, daß sich die Dicken der einzelnen Jahreswarven in einem engen Gebiete, etwa dem gleichen Tale, entsprechen müßten, da sie alle Ergebnisse des gleichen Witterungsverlaufes seien. Er begann, nach Vorarbeiten, die bis zum Jahre 1878 zurückreichen, seine systematischen Arbeiten während des Sommers 1905 in der Gegend von Stockholm und maß in einer großen Reihe von Aufschlüssen die Dicke der einzelnen Warven aus. Eine graphische Methode, die ohne weiteres aus Abbildung 4 hervorgeht, setzt in den Stand, den gleichen Rhythmus in der Dicke der Warven auch in benachbarten Aufschlüssen wieder zu erkennen und so nach oben oder unten neue Warvenserien anzuschließen. In mühseliger

Arbeit hat DE GEER, unterstützt durch eine große Schar von Schülern — besonders zu nennen sind LIDÉN und ANTEVS — die sogenannte schwedische Zeitskala geschaffen. LIDÉN zählte das Postglazial aus, indem er systematisch die Deltaablagerungen des Angerman-Älf studierte, der naturgemäß beim Eisbruch im Frühling grobes Geröll mitführte, gegen Herbst und Winter zu aber immer feineres Material sedimentierte. Die Dauer des Postglazial wurde mit 8700 Jahren bei einem Fehler von  $\pm 200$  Jahren bestimmt. Das Finiglazial umfaßt 1073 Jahre<sup>1)</sup>, das Gotiglazial etwa 9500 Jahre. Es sind also etwa 18000 Jahre vergangen, seitdem das Eis Südschonen und den größeren Teil des Ostseebeckens freigegeben hat. Die Versuche, auch die Dauer des Daniglazials durch Warwenzählungen zu bestimmen, sind in Dänemark zur Zeit im Gange. In Deutschland sind bisher leider von keiner Seite Warwenzählungen zur Gliederung der letzten Vereisung und zur Erweiterung der schwedischen Zeitskala unternommen worden.

Die Ergebnisse DE GEERS wurden erstmalig zum Internationalen Geologenkongreß in Stockholm im Jahre 1910 näher bekannt. Die damals veröffentlichten Zahlen sind dann später durch zahlreiche Neuuntersuchungen berichtigt und genauer gestaltet worden, so daß DE GEER 1926 eine neue Zusammenstellung geben konnte, die sich übrigens auch auf außereuropäische Gebiete erstreckt. Besonders auffällig an der schwedischen Zeitskala ist der außerordentlich rasche Rückzug des Eises während der finiglazialen Zeit. Der Eisrand rückte mitunter 250 m im Jahre zurück. Das ist nur möglich durch den Umstand, daß auch die Dicke des Eiskuchens stark geschwunden war, und daß sich zu jenem Zeitabschnitt ein auch in MILANKOWITSCHS Strahlungskurve ausgedrücktes Klimaoptimum auswirkte, in dem die durchschnittliche Jahrestemperatur etwa 2 Grad höher lag als heute. Es ist das die gleiche Zeit, die schon seit längerem durch die größere horizontale und vertikale Verbreitung des Haselstrauches bekannt ist. Dieser wuchs damals beispielsweise im Erzgebirge bei Gottesgab in mehr als 1050 m Höhe, während seine heutige natürliche Höhengrenze bei 800 m liegt.

Die schwedische Zeitskala gestattet, die spät- und postglazialen Schwankungen der Ostsee und ihrer Vorgänger, des Yoldiameeres, des Ancylussees und des Litorinameeres, zeitlich festzulegen. Außerdem kann sie in Beziehung gebracht werden zu den auf Grund von pollenanalytischen Mooruntersuchungen aufgestellten spät- und postglazialen Klimaabschnitten. Auf diese Weise wird es schließlich möglich sein, die auf der Moorstratigraphie gegründete Gliederung unserer Alluvialbildungen der schwedischen Zeitskala anzugliedern. Welcher großer Wert diesen zeitlichen Festlegungen besonders für die Vorgeschichte zukommt, braucht nicht erwähnt zu werden.

Wir wenden uns nun der Zeitählung des gesamten Quartärs durch MILANKOWITSCH zu. Dieser legt seinen Berechnungen die periodische

<sup>1)</sup> Nach den Zählungen finnischer Geologen soll dieser Zeitabschnitt 1500—1600 Jahre umfassen.

Veränderlichkeit dreier für die Klimate der Erde bedeutsamer Werte zugrunde, nämlich der Schiefe der Ekliptik ( $\epsilon$ ), der Exzentrizität der Erdbahn ( $e$ ) und der heliozentrischen Länge des Perihels ( $II$ ).

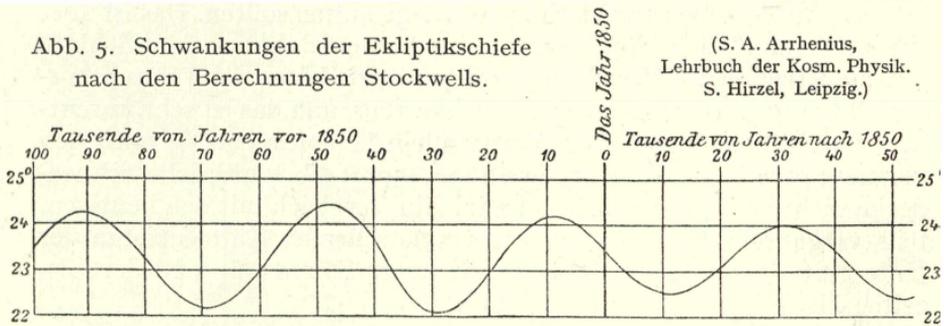
Da die Berechnungen MILANKOWITSCHS nicht nur eine Chronologie des Eiszeitalters ergeben, sondern an das Problem der Ursache der Eiszeiten überhaupt herangehen, sei kurz besprochen, unter welchen klimatischen Bedingungen sich überhaupt Gletscher- und Inlandeisdecken bilden und erhalten. Die grundsätzliche Hauptbedingung lautet, daß die winterlichen festen Niederschläge während des Sommers nicht vollständig abgeschmolzen werden können, sondern sich in Firn und Gletschereis umwandeln. Diese Bedingung könnte erfüllt werden entweder durch eine gewaltige Zunahme der Schneemenge oder durch eine Abnahme der sommerlichen Wärme. A. PENCK hat berechnet, daß die schneeigen Niederschläge der Eiszeiten, in Wasser ausgedrückt, 11—14 m im Jahre betragen müßten, wenn sie im Niveau der eiszeitlichen Schneegrenze der Ablation die Waage halten sollten. Das ist aber eine ganz unmögliche Annahme, und er kommt daher zu dem Schluß, daß die Eiszeiten im Vergleich zur Gegenwart Zeiten der Temperaturerniedrigung gewesen sein müssen. Diese aber, und das ist sehr wesentlich, darf sich nicht auf den Winter allein beschränken, sie muß sich vielmehr gerade im Sommer auswirken, damit die winterliche Schneedecke nicht völlig abschmelzen kann. Ein Vergleich mit den heutigen, teils vergletscherten, teils auch unvergletscherten Kältegebieten der Erde gibt einen klaren Hinweis, wie unser Klima während der Eiszeiten beschaffen gewesen sein muß.

Mittlere Temperatur	Vergletschert			Unvergletschert	
	Godthaab	Angmak-salik	Spitzbergen	Jakutsk u. Werchojansk	Mackenzie
Kältester Monat .	— 10	— 11	— 20	— 47	— 28
Wärmster Monat .	6	6	4	17	13
Jahr . . . . .	— 2	— 2	— 8	— 14	— 8

Also weder eine äußerst niedrige Temperatur des kältesten Monats, noch ein niedriges Jahresmittel allein kann eine Vergletscherung bewirken, wenn die Sommertemperatur hoch genug ist, die winterliche Schneedecke zu schmelzen; dagegen sind solche Gebiete ausgezeichnet durch dauernden Frostboden, wie dies in Ostsibirien und im Innern des nördlichen Amerikas der Fall ist. Vergletscherung ist, das zeigen die angeführten Beispiele sehr deutlich, nur in Gebieten mit kühlen Sommern möglich. Eine Untersuchung der Klimaverhältnisse im Quartär hat sich daher im wesentlichen auf die Bestimmung der Sommertemperaturen zu erstrecken.

Welchen Einfluß haben nun die drei schon genannten, der Mechanik unseres Planetensystems entnommenen Faktoren auf unsere Sommertemperaturen? Die Schiefe der Ekliptik bedingt in erster Linie den jahreszeitlichen Wechsel. Je mehr die Äquatorebene gegen die jeweilige Erdbahnebene geneigt ist, um so größer wird bei uns der Kontrast zwischen Sommer- und Winterstrahlungsmenge. Das bedeutet, daß die Sonnenstrahlung im Sommer nach den polaren Gegenden vermehrt wird. Andererseits wird bei geringer Ekliptikschiefe der Strahlungsunterschied zwischen den Polen und dem Äquator im Sommerhalbjahr verstärkt, wodurch die atmosphärische Zirkulation gesteigert wird. Der Einfluß verschiedener Ekliptikschiefe auf das Klima wird daher von manchen Autoren für sehr bedeutend gehalten. Nach den Berechnungen STOCKWELLS schwankt die Neigung der Erdachse ziemlich gleichmäßig in einer Periode von 40 400 Jahren zwischen 22 Grad und  $24\frac{1}{2}$  Grad. Abb. 5 stellt die Größe dieser Schwankungen für 150 000 Jahre dar.

Abb. 5. Schwankungen der Ekliptikschiefe nach den Berechnungen Stockwells.



Der Umlauf des Perihels hat zur Folge, daß die Sonnennähe in verschiedene Jahreszeiten fällt. Zur Zeit haben wir auf der nördlichen Halbkugel einen sonnenfernen Sommer und einen sonnennahen Winter. Da außerdem nach dem zweiten Keplerschen Gesetz die Bewegung der Erde bei Sonnennähe schneller ist, ist das Winterhalbjahr jetzt auf der nördlichen Halbkugel 8 Tage kürzer als das Sommerhalbjahr. Das ergibt hier gegenwärtig eine gewisse Abstumpfung der aus der elliptischen Form der Erdbahn sich ergebenden Strahlungsunterschiede. Bei der jetzigen geringen Exzentrizität der Erdbahn spielt der Strahlungsunterschied zwischen Aphel und Perihel in unseren Breiten nur eine geringe Rolle. Die Wirkung wächst jedoch, je mehr man sich dem Polarkreis nähert, da sie sich hier auch in der Ausdehnung und Länge der Polarnacht und des Polartages ausdrückt. Das gleiche gilt übrigens auch für die Veränderung der Ekliptikschiefe, die eine Verschiebung des Polarkreises zur Folge hat. Das Perihel macht seinen Umlauf durch alle Jahreszeiten in 20 700 Jahren.

Die beiden bisher genannten Perioden würden jedoch weder für sich allein noch kombiniert eine so einschneidende Klimaänderung Mitteleuropas herbeiführen, daß eine Vereisung die Folge sein müßte. Entscheidend für das Auftreten von Eiszeiten werden die viel langsameren

Schwankungen in der Exzentrizität der Erdbahn. Von ihrer Größe hängt es ab, ob die Änderungen in der Perihellänge wirksam sind, und ob sie in Kombination mit der Ekliptikschiefe außerordentliche Ausschläge in der Bestrahlung bewirken können. Die Schwankungen der Exzentrizität haben eine durchschnittliche Dauer von 91800 Jahren. Die extremen Werte sind nach LEVERRIER 0,07775 und 0,003314, nach STOCKWELL 0,0677 und 0,0000. Gegenwärtig ist die Exzentrizität 0,01677, das entspricht einem Unterschiede zwischen Aphel und Perihel von 4—5 Millionen Kilometer. Bei der größten möglichen Exzentrizität beträgt dieser Unterschied etwa 20 Millionen Kilometer. Es ist leicht ersichtlich, welcher starker Strahlungsunterschied dann zwischen Perihel und Aphel herrschte, besonders wenn diese Extreme in geeigneter Weise mit den Grenzwerten der übrigen ausschlaggebenden Perioden in Verbindung traten.

MILANKOWITSCH hat nun unter Zugrundelegung einer älteren Vorarbeit von PILGRIM die Wirkungen der veränderlichen Faktoren  $\epsilon$ ,  $e$  und  $II$  auf die der nördlichen Halbkugel im Sommerhalbjahre zufließende Sonnenstrahlungsmenge durch mühselige Rechnung für 650 Jahrtausende vor 1850 festgestellt. Zur sinnfälligen Darstellung der Ergebnisse bestimmte er für die Strahlungsmengen jeweils die geographische Breite, auf der man gegenwärtig denselben Wert vorfindet, wie er während des in Betracht gezogenen Jahres der tatsächlichen geographischen Breite entsprochen hat. Die in Abb. 6, III wiedergegebenen Zackenlinien rühren von MILANKOWITSCH her und stellen also die Unterschiede der Strahlung durch entsprechende Änderung der geographischen Breite dar, d. h. abnehmende Breiten bei zunehmender Strahlung und Temperatur. Die Werte entsprechen den Strahlungsmengen während der 182½ Tage stärkster Sonnenstrahlung. Die übrigen in Abb. 6 gegebenen Schemata sind unabhängig von MILANKOWITSCH auf geologischem Wege aufgestellt worden. Die Übereinstimmung ist auffällig.

Die Strahlungskurve gibt ein Bild des Klimaverlaufes im Quartär; damit gleichzeitig auch einen Anhalt für die Dauer dieser Formation und für ihre Unterteilung. Die Kurven zeigen vier Paare von vieltausendjährigen Scharen kalter Sommer, etwa um die Jahre 90000, 210000, 450000 und 570000. Diese Abschnitte kalten Klimas dürften auf den ersten Blick den vier Eiszeiten von PENCK und BRÜCKNER entsprechen. Besonders auffällig ist der große Abstand zwischen dem zweiten und dritten Paare, der die große Interglazialzeit Mindel-Riß darstellt. Überraschend ist die jeweilige Zweiteilung einer Eiszeit; ja für die Würmeiszeit läßt sich sogar eine Dreiteilung feststellen. Dieser Befund deckt sich nach neueren Untersuchungen z. T. mit den Ergebnissen von Schotterterrassenstudien, ja er gibt für viele hier gemachte Beobachtungen erst eine Erklärung. Wenn man mit A. PENCK und W. SOERGEL davon ausgeht, daß die Aufschotterungen in den Flußtäälern eine Folge kalten Klimas seien, so müßten bei der bisherigen Annahme von 3 oder 4 Eiszeiten ebensoviel Schotterterrassen

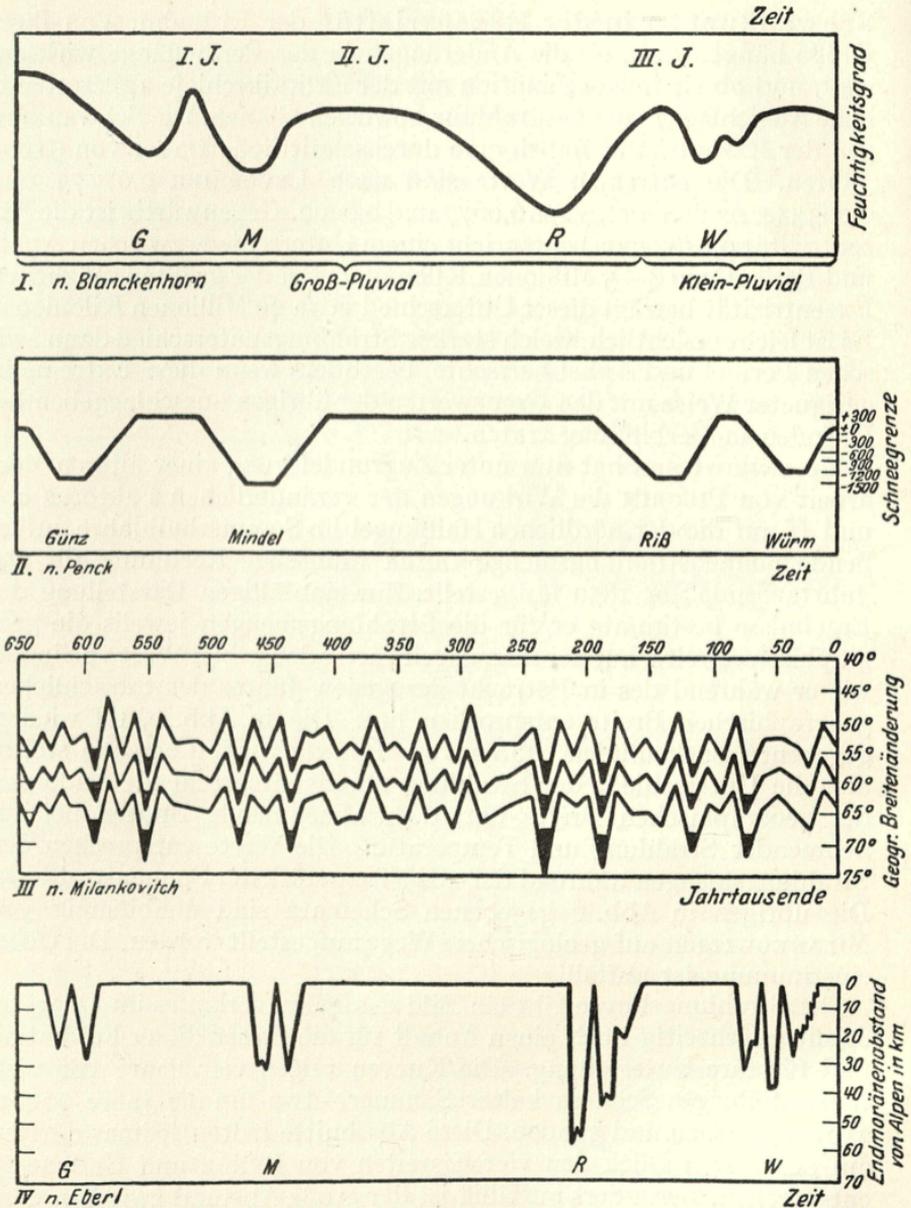


Abb. 6. Die Klimaverschiebungen im Quartär auf der nördlichen Halbkugel; I, II und IV nach geologischen Befunden, III nach astronomischer Berechnung. (E. Wasmund, Klimaschwankungen in jüngerer geologischer Zeit; im Handbuch der Bodenlehre. Julius Springer, Berlin 1929.)

vorhanden sein. Tatsächlich aber ist deren Zahl in den mitteldeutschen Flußtälern viel größer, und es hat sich gezeigt, daß fast jede dieser Aufschotterungen einer Zacke in MILANKOWITSCHS Strahlungskurve, also einer Eiszeit entspricht. Aus dem Verband der Grundmoränen mit den Schottern der verschiedenen Terrassen geht hervor, daß während der

zweiten Zacke der Mindeleiszeit, also vor 430 Jahrtausenden, das nordische Eis zum ersten Male bis nach Mitteldeutschland vordrang. Diese „Elstervereisung“ hatte von allen die größte Ausdehnung. Der zweiten norddeutschen oder „Saalvereisung“ entspricht die zweite Zacke der Rißeiszeit, deren Höhepunkt vor 185 Jahrtausenden anzusetzen ist. Während dieser Eiszeit wurden die Flußschotter aufgeschüttet, denen bei Markkleeberg die Artefakte eingebettet sind.

Die Strahlungskurve zeigt schließlich, daß seit dem Höhepunkt der letzten Vereisung ein Zeitraum von nur 22 300 Jahren verstrichen ist. Damit ergibt sich für das Daniglazial DE GEERS eine Zeitdauer von  $4\frac{1}{2}$  Jahrtausenden. Das schon erwähnte Klimaoptimum nach dem Höhepunkt der letzten Vereisung kennzeichnet sich durch einen deutlichen Ausschlag der Strahlungskurve vor 11 400 Jahren. Wie bei allen klimatischen Erscheinungen tritt die Wirkung mit Verspätung ein und macht sich in dem raschen Rückgang während der finiglazialen Zeit, also etwa zwischen 10 000 und 8800 Jahren bemerkbar.

Es kann nicht verschwiegen werden, daß die Ergebnisse der Strahlungsberechnungen MILANKOWITSCHS in manchen Punkten eine erhebliche Änderung unserer bisherigen Anschauungen verlangen. Deshalb wäre es wünschenswert, wenn in Zukunft auch Berechnungen für die Winterstrahlungsmengen ausgeführt würden, welche, mit denen der Sommerstrahlung kombiniert, uns ein noch genaueres Bild von der klimatischen Beschaffenheit der quartären Zeitabschnitte geben würden. Solange diese Ergänzungen noch fehlen, wird es müßig sein, alle Erscheinungen der Sommerstrahlungskurve deuten zu wollen.

Was bei Erfassung der Zeiträume des Quartärs besonders interessiert, ist das ehrwürdige Alter des Menschengeschlechts und seiner Kultur. Der älteste bekannte Menschenrest, der Unterkiefer des *Homo heidelbergensis*, stammt nach neuen Untersuchungen von SOERGEL aus dem kurzen Interglazial zwischen den beiden Zacken der Mindeleiszeit, hat also ein Alter von 450—460 Jahrtausenden. Jahrhunderttausende hindurch herrschte die Kultur der älteren Steinzeit. Erst nach der letzten Vereisung tritt bei uns der Mensch mit der neolithischen Kultur auf.  $4\frac{1}{2}$ —5 Jahrtausende sind seit den ältesten ägyptischen Inschriften vergangen, 3—4 Jahrtausende seit der Bronzezeit. Die geschichtlichen Zeiträume sind sehr kurz gegenüber den vorgeschichtlichen. Eine besondere Note erhalten die langen vorgeschichtlichen Zeiten menschlicher Kulturentwicklung, wenn man berücksichtigt, daß in etwa 300 Jahren die Zahl der Menschen auf der Erde 7 Milliarden betragen wird und damit die Höchstzahl erreicht haben soll, welche die Erde nähren kann. Wir befinden uns also recht nahe am Ende einer kulturellen Entwicklung, die ursprünglich durch die Suche nach Nahrung ausgelöst wurde und schließlich alle natürlichen Hilfsquellen der Erde der Ernährung immer größerer Menschenmengen nutzbar macht.

**Literatur.**

- G. DE GEER, Schwankungen der Sonnenstrahlung seit 18000 Jahren. Geol. Rundschau. Bd. 18. 1927.
- R. GRAHMANN, Über die Ausdehnung der Vereisungen Norddeutschlands und ihre Einordnung in die Strahlungskurve. Berichte der math.-phys. Klasse der sächs. Akad. der Wissenschaften. 80. Bd. Leipzig 1928.
- W. KÖPPEN und A. WEGENER, Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin 1924 bei Borntraeger.
- V. MADSEN, Übersicht über die Geologie von Dänemark. Kopenhagen 1928 bei Reitzel.
- A. PENCK und ED. BRÜCKNER, Die Alpen im Eiszeitalter. Leipzig 1909.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig](#)

Jahr/Year: 1926-1928

Band/Volume: [53-55](#)

Autor(en)/Author(s): Grahmann Rudolf

Artikel/Article: [III. Abhandlungen. Die absolute Zeitrechnung des Quartärs 11-22](#)