

# Die exakte geochronologische Verknüpfung der quartären Bildungen.<sup>1)</sup>

Von Gerard De Geer, Stockholm.

Die Aufgabe der Quartärgeologie umfaßt die ganze Erde und die bezügliche Entwicklung aller organischen und anorganischen Faktoren. Die Quartärperiode ist ja relativ kurz, sie umfaßt aber die ganze Entwicklung des eigentlichen Menschengeschlechtes und bildet den Schlüssel zur Entzifferung der älteren Perioden.

Die quartären Bildungen sind aber gewöhnlich wenig mächtig und ihre Ausbildung in verschiedenen Gegenden sehr ungleichförmig. Eine zuverlässige Zusammenstellung ist darum sehr schwierig, wie wünschenswert sie es auch sein möchte. Die ungefähren Parallelisierungen nach den organischen Resten sind für so kurze Zeitabschnitte sehr unsicher.

Quartäre Gletscheroszillationen haben zwar erkennbare Horizonte hinterlassen, deren Anzahl und Gleichzeitigkeit aber nicht festgestellt sind, ebensowenig welchen Anteil Niveauveränderungen bei gewissen Gletscheroszillationen gehabt haben.

Nun ist es aber glücklicherweise so, daß die Vereisungen von ihrer Abschmelzung während des wärmeren Teiles jedes Jahr eine Selbstregistrierung der Schmelzwärme in ihrem zyklisch geschichteten Schmelzsediment abgegeben haben. Für dieses ausgeprägte Analogon zu den Jahresringen der Bäume habe ich als internationale Bezeichnung Warw (Pl. Warwe) vorgeschlagen.

Es sind nun nahezu 60 Jahre vergangen, seitdem bei der ersten Bekanntschaft mit dem schwedischen Warwenton sich mir diese Auffassung aufgedrängt hat. Es war aber ein langer Weg vom ersten Gedanken bis zu einer wirklichen Chronologie. Mit Hilfe einer von mir ausgearbeiteten Untersuchungsmethode und etwa 80 interessierten Mitarbeitern ist es mir nunmehr gelungen, die sogenannte schwedische Zeitskala über die letzten 15.000 Jahre in einen vollkommenen Zusammenhang auszudehnen. Hiebei wurde die Abschmelzung des Landeises durch ganz Schweden Schritt für Schritt verfolgt und danach wurde der postglaziale Zeitabschnitt durch die Warwenmessungen von R. Lidén wesentlich ausgefüllt, um endlich durch eine biochronologische Bestimmung von Ebba Hult De Geer mit unserer Zeitrechnung exakt verbunden zu werden.

Durch zahlreiche Parallelmessungen in verschiedenen Ländern und Weltteilen ist die universelle Anwendbarkeit dieser Zeitskala vielfach nachgeprüft und in einer ganzen Reihe von Spezialpublikationen, meist in den Stockholmer Geografiska Annaler, während der letzten Dekade veröffentlicht.

Hier mag es genügen, an einige dieser Telekonnektionen oder Fernverknüpfungen zu erinnern.

Als Dr. Caldenius angefangen hatte, unsere Warwenmessungen nach Argentinien auszudehnen, hatte er und sein damaliger Direktor, Dr. Sobral, mir eine erste Messung von 560 Warwen zum Vergleich mit der schwedischen Zeitskala übersandt. Ich fand eine so ausgezeichnete Übereinstimmung, daß ich sie bald nachher im Druck festlegen konnte.

<sup>1)</sup> Wegen Erkrankung des Vortragenden von Prof. L. v. Post verlesen.

Es war aber ganz offenbar, daß an einem Punkt der Warwenserie drei Warwe und daneben an verschiedenen Stellen noch drei vereinzelt Warwen übersprungen waren. Etwas später fand Caldenius an einer anderen Lokalität alle sechs fehlenden Gelenke und von denen fünf genau an den angegebenen Stellen der Warwenserie. Indem dabei ein Zufall ganz ausgeschlossen war, wurde damit die Richtigkeit dieser Telekonnektion unmittelbar bewiesen und außerdem, daß die Schmelzvariationen der Vereisungen an den beiden Hemisphären genau gleichzeitig waren. Nachdem durch fortgesetzte Warwenmessungen von Caldenius sowohl in Argentinien als auch in Neu-Seeland dies vollständig bestätigt wurde, sind wohl nunmehr alle Hypothesen von alternierenden Nord- und Südvereisungen auszuschalten.

Ein anderes Beispiel aus Island. Einer meiner früheren Schüler, H. Wadell, hatte Messungen von einigen dortigen Warwenlokalitäten eingesandt, die meine Frau mittels der schwedischen Zeitskala datiert hatte. Laut ihrer Publikation war eine Lücke von 28 Jahren zwischen den beiden neuen Warwenserien vorhanden. Diese Lücke wurde bald nachher von einem isländischen Geologen, J. Askelsson, im Felde ausgefüllt und entsprach genau den im Druck vorausgesetzten 28 Jahren. Auch hier war ja ein Zufall vollständig ausgeschlossen.

Von den früheren Versuchen, die Dauer einzelner Veränderungen in der Natur abzuschätzen, ist ja die Bildungszeit des Niagara Canyon fast klassisch geworden. Es gibt jedoch sehr verschiedene solche Schätzungen. Durch unsere Warwenmessungen wurde es aber nachgewiesen, daß die besten von diesen Schätzungen etwa viermal zu groß waren. Als Ursache hiezu hatte ich hervorgehoben, daß wahrscheinlich ein gewisser Teil des jetzigen Canyon schon vor der letzten Vereisung ausgebildet war; nachher wurde dies bestätigt durch den Nachweis von mächtigem Moränenton an einer Stelle, wo man in den genannten Abschätzungen Felsengrund angenommen hatte. Auch über diese Voraussage ist man stillschweigend gegangen, und ehe man die Wichtigkeit der Warwe erkannte, hat man nur gesagt, daß die Berechnungen revidiert werden müßten.

Zudem bilden die Fernverknüpfungen von Schweden mit Schottland, Island, Neufundland und Nordamerika bis SW Kanada einen bedeutenden Teil des Umkreises der nördlichen Halbkugel.

Sehr bezeichnend ist, daß überall die in der Weise datierten Lokalitäten eine so gesetzmäßige Eisrezession in den auswärtigen Ländern zeigen, daß diese Methode ganz gut für Fernkartierung anwendbar ist.

Das Aufsuchen einer Fernverknüpfung war anfangs nicht leicht und hat oft viel Zeit erfordert. Wenn endlich eine identische Gruppierung von Warwen erzielt ist, sind naturgemäß mehrere zu erwarten, falls die Identität eine wirkliche ist, und, wenn diese Annahmen mit einander entsprechenden Zwischenräumen von weniger ausgeprägten Warwen durch lange Reihen von identischen Warwengruppierungen bekräftigt worden sind, so ist ein begründetes Verneinen nicht mehr möglich.

Die noch trotzdem dann und wann geäußerten Bedenken gegen Fernverknüpfungen scheinen zumeist gegen die großen Abstände gerichtet zu sein. Man vergißt aber, daß z. B. in Skandinavien solche fernverknüpfte Punkte durch eine ganze Reihe von zwischenliegenden Punkten schon fest zusammengebunden sind und fernerhin, daß die Schmelzwärme von der Sonne kommt und nichts zu tun hat mit den verhältnismäßig äußerst unbedeutenden Abständen auf der Erde.

Es ist zwar nicht möglich, eine bestimmte Jahreszeit für das Abschmelzen abzugrenzen, die gültig wäre für alle Breiten und für unsere Zeit wie für die spätglaziale, und darum müssen wir uns mit einer Vergleichung der Jahresmittel der Lufttemperatur begnügen. Diese zeigen aber, wie von mir hervorgehoben, für die verschiedenen Glazialgebiete eine auffallende Übereinstimmung.

Die Feststellung von neuen Fernverknüpfungen ist nunmehr bedeutend durch die Zusammenstellung von übersichtlichen Diagrammen erleichtert, welche in zusammen-

gedrängter Form die zweijährigen Variationen und ihre synchron identischen, aber sonst sehr wechselnden Zwischenräume wiedergeben.

Wie naturgemäß zu erwarten war, haben die Resultate der geochronologischen Identifizierungen nicht selten namhafte Änderungen früherer Annahmen herbeigeführt. Direkte Beobachtungen und Messungen aber können nur mit denselben Mitteln überprüft werden. Von vorneherein ist es dabei wahrscheinlich, daß die Naturregistrierung durch die feinsten und regelmäßigsten Sedimente die Entscheidung gegenüber Beobachtungen über weit mehr vieldeutige und lokal bedingte Bildungen, wie Terrassen und Endmoränen geben wird. Dies hat sich auch schon öfters bestätigt. So zeigten die Warwenmessungen, daß die bekannte New-York-Moräne nicht, wie allgemein angenommen, der äußersten Grenze der letzten Vereisung Europas, sondern der jüngeren Grenzmoräne des südbaltischen Eisstromes entsprach.

An mehreren Stellen haben parallele Warwenmessungen gezeigt, daß von Moräne bedeckte Sedimente nicht interglazial, sondern nur interstadial sind. Andere für rezent gehaltene Sedimente sind mit spätglazialen Lagern sicher identifiziert. Von einer ganzen Menge anderer Ablagerungen, deren Bildungszeit früher nicht näher bestimmbar war, ist diese nun genau festgestellt. In dieser Weise ist in Schweden durch Warwendatierung an einigen Tausenden von Punkten für einen großen Teil des Landes der Rückzug des letzten Eisrandes durch Jahrhundertlinien festgestellt worden. Durch Zusammenstellung der Eisrandschwankungen mit der höchsten Grenze der spätglazialen Uferlinien ist die vollständige Unabhängigkeit von diesen ermittelt, weshalb hier tektonische Einflüsse von den klimatischen abgetrennt sind.

In Gebirgsgegenden aber, wo die tektonischen Niveauveränderungen nicht durch Uferlinien bestimmbar sind, ist es schwieriger zu ermitteln, inwieweit Gletscherschwankungen klimatisch oder tektonisch bedingt sind. Hier ist es indessen in mehreren Gegenden durch Warwenmessungen nachweisbar, daß die Grenzmoränen der Gletscherschwankungen durch den Einfluß der Tektonik, bzw. der Topographie chronologisch bedeutend verschoben sind.

Um die vielfachen Gletscherschwankungen im Alpengebiet chronologisch feststellen zu können, sowohl rings um dieses Gebiet selbst, als im Vergleich mit anderen Vereisungsgebieten, ist es darum notwendig, durch Warwenmessungen wirkliche Zeitbestimmungen zu ermitteln.

Zusammen mit meiner Frau bereiste ich 1928 und 1929 die Nordseite der Alpen von der Salzburger Gegend bis nach dem französischen Grenzgebiet. Wir haben dort gut bestimmbare Warwenserien gefunden und an mehr als 20 verschiedenen Punkten gemessen, die mit entsprechenden Serien in der schwedischen Zeitskala sicher identifiziert sind und die es sehr wahrscheinlich machen, daß die große Menge von wertvollen glazialen Beobachtungen in der Alpengegend in endgültigen Zusammenhang mit der Warwenchronologie gebracht werden kann.

Es ist leicht einzusehen, was für ein bedeutender Gewinn dies sein kann, sowohl für die Gletscherphysik, als für die Kenntnis der übrigen dynamischen Vorgänge in verschiedenartigen Umgebungen und während einer exakt bestimmbaren Zeit, wodurch auch die aktualistische Geologie bessere Ausgangsmomente erhalten kann.

Um aber die gemeinsame Zeitskala ganz ausnutzen zu können, ist es wichtig, überall gemeinsame Untersuchungsmethoden, Fachwörter und Zeitabschnitte anzuwenden, da es ja gilt, aus unserer jetzigen babylonischen Verwirrung eine einheitliche internationale Zusammenarbeit zu erreichen.

### Summary.

Quaternary geology having to deal with often locally developed deposits is in special need of reliable datings, as having to classify the early development of man and at the same time to bring about a starting scale for the computation of organic as well as inorganic development during earlier periods. Glacial

horizons may be quite marked but often are not possible to identify with certainty. Still their melt-sediments with annual varves have been found all over the earth, if carefully investigated, reliably to register the melt-radiation arriving from the sun.

Parallel measurements executed in different parts of the earth and by different observers have been found to fit so well with one another that it was possible to state in print exactly where single varves had been overlooked. And when these missing links afterwards were refound in nature, these are good and undeniable proofs of real identity even between varves from both of the hemispheres. No doubt this also was to be expected as the melt-radiation from the sun has passed 150 millions of kilometers in about eight minutes, whereby the reciproque distances on our small planet are quite irrelevant.

As to different details, space makes it necessary here to refer to the literature quoted, where further advises are given.