



Fig. 1

Bänderton. Aufschluß in einer Ziegeleigrube. Kungsängen bei Uppsala.  
(Der Meßstab ist 26 cm lang.) Phot. Reuterskiöld 1919.

# De Geer's Geochronologie der Spät- und Postglazialzeit

mit 5 Abbildungen

von **Wilhelm Credner**, Greifswald-Heidelberg

In einer Zeit, wo das Streben der Geologie nach Gewinnung absoluter Zahlenwerte für die zeitliche Ausdehnung der geologischen Grundepochen einem greifbaren Ziele näher zu rücken scheint, mag es angezeigt sein, einmal zusammenfassend über eine exakte geochronologische Untersuchungsmethode zu berichten, die zur Aufstellung einer genauen Zeitrechnung für die spät- und postglaziale Periode in Fennoskandia geführt hat. Handelt es sich hier auch nur um einen Abschnitt, der in der Erdgeschichte einen ganz verschwindend kleinen Raum einnimmt, so ist er doch dadurch von ganz besonderem Interesse, daß er sich unmittelbar an unsere historische Zeitrechnung nach rückwärts anschließt.

Im Jahre 1910, gelegentlich des in Stockholm tagenden Geologenkongresses konnte Gerard de Geer<sup>1)</sup>, Professor der Geologie an der Hochschule zu Stockholm, zum ersten Mal zusammenfassend über die Ergebnisse seiner bereits seit Ende der 70er Jahre durchgeführten Untersuchungen berichten, welche die Aufstellung einer exakten Zeitrechnung für einen hinter uns liegenden geologischen Zeitraum zum Ziele haben. Es handelt sich um die Epoche, die vergangen ist seit dem Zeitpunkt, wo der Rand des letzten Inlandeises bei seinem Rückzuge im Norden die Südküste Schonens erreichte, während seine am weitesten nach Süden vorgreifenden Teile noch über Norddeutschland lagen und noch bis zu den Endmoränenzügen des Baltischen Höhenrückens reichten.

Die verschiedenen Rاندlagen des im Rückzuge befindlichen Inlandeises, wie sie sich De Geer und mit ihm nunmehr sämtliche skandinavischen Glazialgeologen vorstellen, veranschaulicht

<sup>1)</sup> G. de Geer, Geochronologie der letzten 12000 Jahre. Geol. Rundsch. Bd. III, H. 7, 1912. Vortrag, gehalten auf dem Geologenkongreß in Stockholm 1910.

die Karte, Fig. 2. Sie ist geeignet, den Leser mit der allgemeinen Zeiteinteilung der spätquartären Epoche, wie sie in Schweden gilt, bekannt zu machen.

Die Spätquartärzeit beginnt mit dem Zeitpunkt, wo sich das letzte Inlandeis, nachdem es seine Maximalausbreitung erreicht hat, endgültig zurückziehen beginnt und erstreckt sich bis auf unsere Tage. Sie zerfällt wieder in die „Spätglazialzeit“ und die „Postglazialzeit“. Von diesen rechnet die erstere bis zu dem Zeitpunkt, wo sich der Restkomplex des Inlandeises in Nordschweden, wie Karte 2 zeigt, durch Abschmelzen von Osten und Westen in zwei Teile teilt und die von der Eismasse aufgedämmten Jämtländischen Stauseen<sup>1)</sup> ihre Wasser mit denen der östlichen Eissees in katastrophalem Durchbruch vereinigen. Die Postglazialzeit rechnet von diesem Zeitpunkt an und reicht bis auf unsere Tage. Der Grund für die Wahl gerade dieses Zeitpunktes wird später erklärt werden.

Die Spätglazialzeit wird nannmehr weiter in drei Abschnitte unterteilt. Von diesen ist der erste die „Daniglaziale Zeit“. In ihrem Verlauf geht der Eisrand von seiner südlichsten Ausdehnung zurück bis nach Mittelschonen. Der Verlauf der Südgrenze ist ein sehr komplizierter. Sie muß in Deutschland naturgemäß mit der Südgrenze der letzten Vereisung (Penk's Maximalstand der Würmeiszeit) zusammenfallen, also der Linie, die den östlichen Teil von Jütland und Schleswig-Holstein umfaßt, um Lüneburg herumgreift und sich dann über Magdeburg, Spremberg, Sorau, Kalisch immer nördlich des Magdeburg-Breslauer Urstromtals sich haltend hinzieht, um sich schließlich durch das nördliche Polen nach Nord-Rußland fortzusetzen. Den Namen „Daniglaziale Zeit“ hat De Geer deshalb gewählt, weil er auf dem Wege geochronologischer Untersuchungen die zeitliche Ausdehnung dieser Epoche am ehesten auf dänischem Boden feststellen zu können hoffte.

An das Ende der daniglazialen Zeit fällt eine besonders ausgeprägte, durch eine Klimaschwankung hervorgerufene Einstellung der Rückwärtsbewegung des Eises, die vielmehr in eine oscillierende Vorwärtsbewegung übergeht (III. oder baltischer Vorstoß). Diese Vorwärtsbewegung geht eigentüm-

<sup>1)</sup> A. G. Högbom, De Centraljämtska Issjöarna. Sver. Unders., Ser. C a. Nr. 7 Stockholm, 1910.

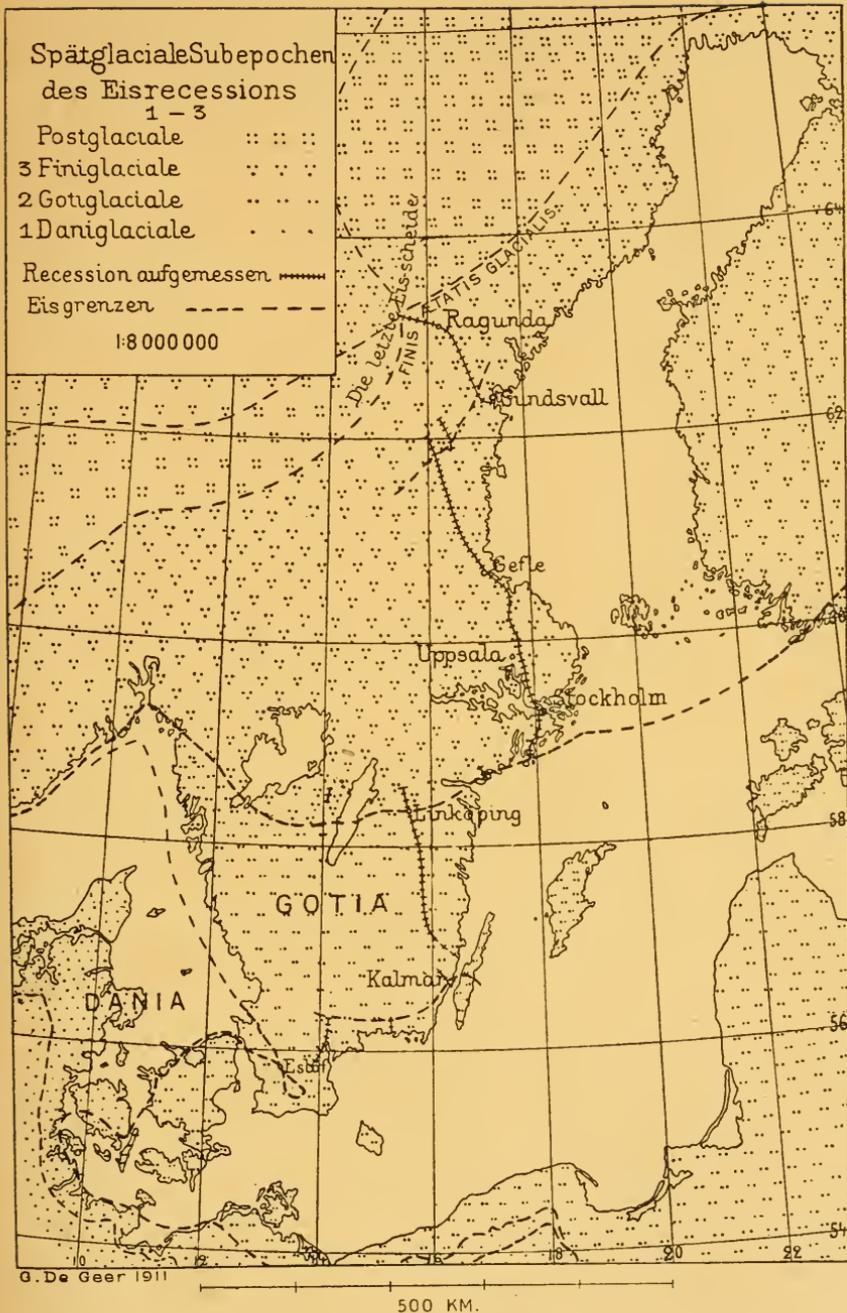


Fig. 2. Karte der spätglazialen Rückzugsphasen in Schweden.

(Aus „Geol. Rundschau“ 3. 1912, S. 460).

licherweise in westlicher bis nordwestlicher Richtung vor sich, wie aus den jüngsten Schrammungen, dem Moränenmaterial und den Äsarbildungen Südost-Schonens hervorgeht. Die Bewegung des Eises kommt also aus dem baltischen Tal heraus und geht über Seeland und die südlich davon liegenden dänischen Inseln, sowie über Südost-Schonen, diese Gebiete mit außerordentlich fruchtbarem Moränenmaterial bedeckend, das sich über die älteren daniglazialen Moränen legt. Während im Süden das dort herrschende Strahlungswetter den Eisrand nicht wieder vordringen ließ, machte sich die Fließbewegung des Eises nur nach Westen bemerkbar. Im Westen bewirkte nämlich die Nachbarschaft des Golfstromes, wie wir es heute noch an der Westküste Spitzbergens finden, eine stete starke Wolkenbildung, welche die Sonnenwirkung nicht so unmittelbar zur Wirkung kommen ließ. Die Feststellung der erneuten westlich gerichteten Vorwärtsbewegung des Eises läßt uns nach Spuren suchen, die sie in Norddeutschland hinterlassen hat. Die Bewegung muß sich am Südrand des Eises wenigstens in kleinen Oscillationen bemerkbar gemacht haben, und wir haben aller Wahrscheinlichkeit nach in den Endmoränen des baltischen Höhenrückens die Zeugen dieser oscillierenden Eisbewegung im baltischen Tal vor uns.

Von der Beendigung dieser Bewegung des Eisrandes an beginnt nunmehr die zweite Epoche der Spätglazialzeit, die „Gotiglaziale Zeit“, während deren der Eisrand über das alte Götaland zurückgeht und die Gegend der mittelskandinavischen Endmoränen erreicht. Diese Epoche ist dadurch besonders gekennzeichnet, daß die Eisbewegung, wie aus Karte 2 zu ersehen ist, im Verlauf des baltischen Tales erheblich schneller vor sich ging als im Westen Skandinaviens. Hierfür eine kurze Erklärung<sup>1)</sup>. Da man beim Inlandeis, das Länder mit allen ihren Unebenheiten überschwenmt, schon ein gewisses Gefälle der Oberfläche annehmen muß, so ist es klar, daß das Eis auf dem Smäländischen Urbergsplateau eine geringere Mächtigkeit haben mußte als weiter nordwestlich, wo es der Eisscheide näher war, daß es also auch leichter abschmelzen mußte. Hierzu kommt dann weiter östlich neben weiterer Abnahme der Mächtigkeit noch die Wirkung des Wassers sowohl Schmelzung als auch

<sup>1)</sup> G. de Geer, Om naturhistoriska kartor öfver den baltiska dalen. Populär naturvetenskaplig Revu, 1914, h. 5/6, S. 193.

Kalbung verstärkend. Auch hier haben wir außerdem mit der schon erwähnten, starken, stetigen Wolkenbildung im Westen zu rechnen, während am Südrande das wärmer werdende Klima voll zur Geltung kam, und viel Sonnenschein das Abschmelzen beschleunigte.

Die Südgrenze schließlich des dritten spätglazialen Abschnitts, der „Finiglazialen Zeit“ folgt dem Verlauf der mittelskandinavischen Endmoräne, die sich in Finnland unter dem Namen Salpausselkä fortsetzt, und die für die schwedische Strecke von De Geer den Namen Venersnäs-Moräne erhalten hat. Diese Südbegrenzung stellt zugleich den Augenblick dar, wo der Eisrand nunmehr überall auf fennoskandischem Boden zurückgeht. Das Ende der finiglazialen Zeit, gegenüber der Postglazialzeit, wird, wie schon vorher erwähnt, auf den Zeitpunkt verlegt, wo in der Gegend des Indalsälfs der Inlandeiskomplex durch Abschmelzen von Osten und Westen in zwei Teile zerfällt. Von diesem Zeitpunkt bis auf unsere Tage erstreckt sich dann die postglaziale Zeit.

Die Unterlage für die erdchronologischen Untersuchungen bilden gewisse spätglaziale und postglaziale Sedimente, in denen der Absatz eines jeden Jahres unterschieden werden kann.

Von den spätglazialen Sedimenten ist das wichtigste ein glazimariner *Bänder-ton*, sogenannten nach seiner bänderartigen periodischen Schichtung. De Geer<sup>1)</sup> möchte im Anschluß an das schwedische Wort „varv“ das die periodische Wiederkehr von Schichten bedeutet, für die einzelnen Schichten die internationale Bezeichnung *Warwe* benutzt wissen. Die ganze Tonausbildung bezeichnet er als *Warventon*, schwedisch „varvig lera“.

Diese Tone sind beim Zurückgehen des Inlandeises auf dem Meeresboden abgelagert und finden sich nun überall in den Teilen Schwedens, die durch die noch heute andauernden Niveauveränderungen über den Meeresspiegel gehoben sind. Die Spuren, die der einstmals höchste Stand des Meeres in seiner Ufer- und Brandungszone hinterlassen hat, werden als die „höchste marine Grenze“ bezeichnet. Diese höchste marine Grenze umschließt einen breiten Streifen des schwedischen und finnländischen Tieflandgebietes, sie begrenzt also auch das Ver-

<sup>1)</sup> Geol. Rundsch. Bd. 3, H. 7, 1912, S. 458.

breitungsgebiet unserer Warwentone, die nun an vielen Stellen beim Auftauchen aus dem Meere in ihrer Regelmäßigkeit gestört sind, an vielen geschützter gelegenen Stellen aber in voller Klarheit erhalten sind. Da diese Tone ein gutes Ziegelmaterial liefern, sind sie in zahllosen Ziegelleigruben aufgeschlossen und so leicht der Untersuchung zugänglich.

Einen Aufschluß dieser warwigen Tone zeigt Abb. 1. Das Bild stammt aus der Tongrube Kungsängen bei Uppsala. Deutlich zeigt es den Aufbau der Tone, diese charakteristische Warwenfolge. Die einzelnen Schichten sind in Bezug auf ihre Mächtigkeit von einander verschieden. Dünnere und dickere Schichten finden sich nebeneinander. Im Verlauf der ganzen Ablagerung aber nehmen die Warwen nach oben immer mehr an Mächtigkeit ab. Die einzelnen Warwen werden immer feiner und feiner und sind schließlich in den allerobersten Schichten kaum noch zu unterscheiden. Jede einzelne Warwe beginnt am Grunde mit einer hellen, verhältnismäßig stark mit sandigen Bestandteilen durchsetzten Schicht, nach oben zu herrscht der reine Ton von hell- bis dunkelbrauner Farbe immer mehr vor, und schließlich setzt der oberste Teil der Warwe mit einer tief-schwarzen Schicht haarscharf ab. Darüber beginnt dann wieder die hellere Grundsicht der nächsthöheren Warwe. Diese Periodizität der Struktur findet sich durchgehend und schon früh ist der Gedanke aufgetaucht, daß dieser Periodizität in den Ablagerungen eine ebensolche der Ablagerungszeiten entsprechen müsse, daß es sich in unserem Falle nur um die Periodizität der Aufeinanderfolge von Jahren handeln könne, daß wir es mit Jahreswarwen zu tun haben, absolut den Jahresringen der Bäume entsprechend.

Untersuchungen der Flächenausdehnung der einzelnen Warwen führte zu überraschenden Resultaten. Nachdem es bald gelungen war, mittels Diagramm die einzelnen Warwen von einem Aufschluß zum anderen zu verfolgen, stellte es sich heraus, daß sie oft eine Längserstreckung von 50 km überschritten, daß ihr Kubikinhalte auf Millionen von Kubikmetern zu schätzen ist. Als es dann weiteren Untersuchungen gelang, das Phänomän des Warwentones mit den ebenfalls periodischen Ablagerungen der Åsar, jener für Schweden so typischen glazio-fluvialen Bildungen, und mit jenen charakteristischen, scharf-markierten, kleinen Randmoränenrücken, die die Gegend von

Stockholm durchziehen, in Verbindung zu bringen, konnte De Geer<sup>1)</sup> bereits im Jahre 1884 dem Gedanken Ausdruck geben, daß die Warvenstruktur des Tones in unmittelbarem Zusammenhang stünde mit dem jährlichen Zurückgehen des Inlandeises. Ja, er konnte damals bereits den Weg andeuten, auf dem er unter Benutzung dieser Erkenntnis eine Chronologie für den letzten Teil der Eiszeit aufstellen zu können hoffte.

Die natürlichen Bedingungen<sup>2)</sup>, auf die sich der Plan für die gesamte Untersuchung gründete, waren folgende. Als sich das letzte Inlandeis über schwedisches Gebiet zurückzog, lagen die tieferen Teile Skandinaviens, wie schon vorher dargelegt, noch unter dem Meeresspiegel. Jedes Jahr während der warmen Jahreszeit, also vor allem im Sommer, ging das Abschmelzen des Inlandeises besonders schnell vor sich. Auf Spalten und Rissen drangen die Schmelzwasser im Eise nach unten und bahnten sich dann zu mächtigen Strömen vereint den Weg zum Eisrand. Unter gewaltigem hydromotorischen Druck strömen die Wassermassen am Grunde des Eises dahin, große Mengen von Moränenmaterial herauswaschend und während des Transports zum Eisrande aufarbeitend und abrollend. In dem Augenblick, wo sich nun der subglaziale Strom am Grunde des Meeres in die See ergießt, wird der hydromotorische Druck unter dem er bisher gestanden, aufgehoben, die Transportfähigkeit der hervorstürzenden Wassermassen hört auf, und so lagert sich am proximalen Ende der Mündungswölbung des subglazialen Stromes das größte Material ab, feinere Gerölle werden noch etwas weiter mitgeführt und am distalen Ende dieser Äs-Anschüttung<sup>3)</sup>, die wir vor uns haben, wird nur noch Sand abgelagert. Weiter hinaus ins Meer aber werden die feinsten Sinkstoffe getragen und lagern sich hier zu feinen Tonbänkchen ab, unsern glazimarininen Tonen. Zur Zeit der stärksten Wasserführung im Frühjahr und im Sommer sind noch feinste Sande den Tonablagerungen draußen im Meere beigemischt, daher die helle Farbe der untersten Schicht jeder Warve. Im Herbst aber kommen nur noch braune, fette Tone zur Ablagerung und im Winter schließlich geben organische Beimengungen dem nun-

<sup>1)</sup> G. F. F. Bd. 7, 1884—85, 8. 3 u. 512. Mitteilungen, die Grundgedanken einer Chronologie enthaltend.

<sup>2)</sup> G. de Geer, Geol. Rundsch. Bd. 3, H. 7, 1912.

<sup>3)</sup> Derselbe, Om rullstenäsarnas bildningsätt. G. F. F. Bd. 19, 1897, S. 366.

mehr allerfeinsten Tonmaterial die schwarze Färbung. Im nächsten Frühjahr legen sich dann auf die schwarze Winterschicht, die scharf abschneidet die wieder hellen Frühjahrsabsätze.

Um jedes Äszentrum lagert sich also solch eine Jahreswarwe wie ein Fächer ab. Das Äszentrum, der Proximalteil der Jahreswarwe stellt den Griff des Fächers dar. Da sich nun die Mündungswölbung des subglazialen Stromes, in der das Äszentrum zur Ablagerung kommt, zugleich mit dem Eisrand zurückzieht, so gibt die Aufeinanderfolge der Äsrücken den Weg an, den die Mündung des subglazialen Stromes im Laufe der Abschmelzjahre zurückgelegt hat. Jedes Jahr setzt sich fächerförmig um den zugehörigen Äsrücken herum auch eine der Jahreswarwen ab, die also dachziegelartig übereinander greifen und zwar liegt das Proximalende einer Warwe immer um soviel hinter (d. h. nördlich) dem Proximalende der nächst unteren Warwe, um wieviel der Eisrand im vergangenen Jahre zurückgegangen ist. Im Spätherbst kommt das Abschmelzen zum Stillstand, der Winter bringt sogar einen erneuten schwachen Vorstoß und gibt uns in seinen klar erkennbaren Wintermoränen ein neues ergänzendes Hilfsmittel an die Hand.

Nachdem wir so die natürlichen Bedingungen erkannt haben, die zur Ablagerung der Bändertone führten, müssen wir uns kurz klar machen, wie De Geer diese Erkenntnisse für seine Untersuchungen verwertet hat. Wir wissen, daß jede Schicht der Bändertoneprofile eine Jahresablagerung darstellt. Wir wissen weiter, daß der Proximalrand jeder Warwe um soviel hinter dem Proximalrand der nächst unteren Warwe liegt, um wieviel der Eisrand im letzten Jahre zurückgegangen ist. Wir wissen, daß die einzelnen Warwen in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig abgelagert sind, daß sie nur dem distalen Ende zu an Mächtigkeit langsam abnehmen. Aus allem ergibt sich folgender Schluß, der sich in Form eines Lehrsatzes<sup>1)</sup> formulieren läßt: Die Zeit für den Rückzug des Eises zwischen zwei Punkten entspricht der Anzahl Warwen, die an dem früher eisfrei gewordenen Punkte unter der Warwe liegen, die an dem anderen (nördlicheren) Punkte die Grundwarwe bildet.

<sup>1)</sup> R. Lidén, Om isafsmältningen och den postglaziale landhöjningen i Ängermanland. G. F. F., Bd. 33, H. 5, S. 274.

Wie stelle ich nun aber fest, welche Warve eines südlicheren Profils die Grundwarve des nördlicheren Punktes ist? Zu diesem Zwecke hat De Geer ein besonderes Konnektierungsverfahren mittels Diagramm ausgebildet, dessen Exaktheit auch auf größere Entfernungen geradezu verblüffend ist. Bevor ich aber diese Diagrammkonnektierung bespreche, die ja auch im Verlauf des Meßverfahrens im Anschluß an die Aufnahme im Gelände im Laboratorium vorgenommen wird, wollen wir zunächst den Gang des Aufnahmeverfahrens im Gelände verfolgen.

Aufschlüsse bieten die Tongruben der Ziegeleien und Keramikfabriken. Soweit solche nicht vorhanden, werden Grabungen am Ausgehenden der Tone vorgenommen. Abbildung 3<sup>1)</sup> zeigt die Handhabung bei der Aufnahme. Mit einer Maurerkelle wird die Tonwand schön glatt geschnitten und dann mit Nadeln ein Papierstreifen von am besten 1,5 cm Breite aus ziemlich haltbarem Papier auf dem Anschnitt befestigt. Auf diesen Papierstreifen kann ich nun, z. T. unter Zuhilfenahme von Buntstiften genau die einzelnen Warven auftragen. Erscheint es wünschenswert die Auswertung eines Profils besonders sorgfältig im Laboratorium vorzunehmen, oder sind die Schichten zur Aufnahme mittels Papierstreifens zu fein, so wird ein besonderes Verfahren angewandt, das uns in den Stand setzt, die Untersuchungen in aller Ruhe im Laboratorium vorzunehmen. Eine Zinkblechrinne von 50 cm Länge, 5 cm Breite und 2 cm Tiefe wird in die Wand des Bändertonaufschlusses eingepreßt, mit dem Messer dann von den Seiten her an der Rinne entlang schräg in die Wand hineingeschnitten, sodaß man die Rinne dann mit ihrer Tonfüllung aus der Wand herausnehmen kann. Die geglättete Oberfläche des die Rinne füllenden Tones zeigt dann aufs schönste die Bänderung.

Im Laboratorium wird nun die Auswertung des gesamten Materials, der Papierstreifen und der in den Zinkrinnen mitgebrachten Tonproben vorgenommen. Das Ziel der Auswertung ist die Konnektierung der genommenen Proben. Dies geschieht durch das von De Geer ausgearbeitete Diagramm-Konnektierungs-Verfahren. Eine horizontal verlaufende Diagrammbasis wird in gleiche Teile geteilt, deren jeder ein Jahr bedeutet.

<sup>1)</sup> R. Lidén, Geochronologiska Studier öfver det finiglaziala Skedet i Angermanland. Sver. Geol. Unders. Ser. C a. Nr. 9, Stockholm, 1913.

In den Teilpunkten werden Senkrechte errichtet und auf diesen werden von rechts beginnend die Mächtigkeiten der einzelnen Bänder aufgetragen. Die Verbindungslinie dieser Mächtigkeitspunkte, die je nach der wechselnden Mächtigkeit benachbarter Bänder bald steigt, bald fällt, ist die Mächtigkeitslinie. Da wir nun wissen, daß die Mächtigkeitsverhältnisse mehrerer benachbarter Warven untereinander in allen Profilen, in denen diese auftreten, die gleichen bleiben, daß die Mächtigkeiten in den distaler gelegenen Profilen nur geringer sind als in den mehr proximal liegenden, so muß der Verlauf der Mächtigkeitslinien aller Profile, in denen die Ablagerungen gleicher Jahre erschlossen sind, eine ausgesprochene Parallelität zeigen. Diese Parallelität der Mächtigkeitslinien zeigen die Abb. 4 u. 5<sup>1)</sup> aufs schönste. Hier sind 3 verschiedene Profile aus dem Randmoränengebiet von Stockholm auf Grund der ähnlichen Bewegungen der Mächtigkeitslinien mit einander konnektiert. Auf diese Weise verknüpft man die verschiedenen Profile mit einander und ist nun in der Lage, den Rückzug des Eisrandes zeitlich zu verfolgen. Habe ich zum Beispiel die Profile der beiden in der Rückzugsrichtung 1 km auseinanderliegenden Aufschlüsse A und C mit einander konnektiert und durch Abzählen der Warven, die an dem südlicher gelegenen Punkte A unter der Warve lagen, die an dem später eisfrei gewordenen Punkte C die Grundwarve bildet, die Rückzugsdauer zwischen A und C auf 10 Jahre bestimmt, so hat sich der Eisrand über dieses Gebiet mit einer jährlichen Geschwindigkeit von 100 m zurückgezogen.

Nachdem durch zahlreiche Untersuchungen und Nachprüfungen die Sicherheit des Meß- und Konnektierverfahrens kontrolliert und erprobt war, ging De Geer im Jahre 1905 an die Aufnahme der ersten großen zusammenhängenden Strecke, die in der Karte, Fig. 2 eingetragen ist. Zunächst wurde die 200 km lange Strecke gewählt, die sich durch die Södermanland-Uppland-Halbinsel, vorbei an Stockholm und Uppsala bis in das Gebiet des Dal-Älf im Norden erstreckt. Natürlich konnte De Geer nicht allein die zahlreichen hierzu nötigen Untersuchungen ausführen. Ein ganzer Stab von Hilfsarbeitern in Gestalt von je 10 Studenten aus Stockholm und Uppsala stellte sich ihm zur Vor-nahme der Messungen zur Verfügung. An einem schönen

<sup>1)</sup> G. de Geer, Geolog. Rundsch. 1912, S. 464, Fig. 2 u. 3.

Sommernorgen zogen sie, wie De Geer schreibt, alle hinaus, ein jeder in den ihm zugeteilten Abschnitt und nach vier Tagen war die Hauptarbeit plangemäß erledigt und das gesammelte Material konnte nun in Ruhe im Stockholmer Institut verarbeitet werden. Im folgenden Jahre wurde die Aufnahme auf die noch fehlenden Teile, nämlich auf Süd-Schweden und Schonen ausgedehnt und im Norden bis in die Gegend Südjämtlands, wo der Restkomplex des Inlandeises sich zum ersten Male in zwei Teile geteilt hatte. Im Ganzen eine Strecke von 800 km.

Und nun müssen wir auch die eigentümliche Festsetzung der Grenze zwischen Spät- und Postglazialzeit auf den Augenblick der ersten Teilung der Eisscheide begründen. Dieser Zeitpunkt macht sich nämlich in den Profilen der Warwentone dadurch so deutlich bemerkbar, daß die Wasser der im Westen aufgedämmten Stauseen bei ihrem katastrophalen Durchbruch nach Osten ganz besonders riesige Massen aufgearbeiteten Moränenmaterials ins Meer führten, die als Riesenwarven in der Aufeinanderfolge der Tonschichten in Erscheinung treten. Die erste dieser Riesenwarven, die dem ersten Durchbruch im Tale des Indalsälfs ihre Entstehung verdankt, gibt also das Ende der spätglazialen, den Anfang der postglazialen Zeit an.

An die Durchführung der Aufnahme der beschriebenen 800 km langen Leitlinie schließen sich nun in den folgenden Jahren Untersuchungen De Geer's und seiner Schüler in den verschiedensten Teilen des Gebiets an, teils um noch offen gebliebene Lücken auszufüllen, teils aber, um an verschiedenen Stellen das ganze Verfahren, dessen man sich bei der Aufnahme der Leitlinie bedient hatte, nun auch auf größere Flächenerstreckung anzuwenden und so zu sehen, ob dieses nunmehr in alle Einzelheiten getriebene Verfahren auch das Ergebnis der Linienuntersuchung bestätigen würde. Solche Arbeiten hatte De Geer schon früher selbst im Gebiet von Stockholm<sup>1)</sup> sowie in Schonen im Gebiet von Dal's Ed<sup>2)</sup> mit Erfolg ausgeführt. Sein Mitarbeiter E. Antevs<sup>3)</sup> untersuchte den Verlauf des Eisrück-

<sup>1)</sup> G. de Geer, G. F. F. Bd. 11, 1889, S. 395. Randmoränen im Stockholmgebiet betreffend.

Derselbe, Stockholmtraktsens geologi, aus dem Werk: Stockholm, Sveriges Hufvudstad, Stockholm, Beckman, 1897, Teil I, S. 13.

<sup>2)</sup> Derselbe, Dal's Ed, some stationary Iceborder of the last Glaziation G. F. F., Bd. 31, 1909.

<sup>3)</sup> E. Antevs, Landisens recession i nordöstra Skåne. G. F. F., Bd. 37, 1915, S. 353.

zuges im nordöstlichen Schonen und in Blekinge. Ein anderer Schüler De Geer's, C. I. Anrick<sup>1)</sup>, arbeitete ein Gebiet in Uppland südlich Uppsala in dieser Hinsicht, insbesondere unter Ausnutzung guter Randmoränenbildungen dieses Gebiets durch. Die wohl umfangreichsten Untersuchungen wurden von R. Lidén<sup>2)</sup>, den De Geer selbst als einen seiner eifrigsten und erfolgreichsten Schüler bezeichnet, in Jämtland durchgeführt, und auf dessen Arbeiten und Ergebnisse werden wir noch besonders zurückzukommen haben.

Durch alle diese Spezialarbeiten wurde das Ergebnis der Leitlinienuntersuchungen von 1905 und 1906 im großen bestätigt, in Einzelheiten noch ergänzt, und es ergab sich nun als Gesamtergebnis, daß die gotiglaziale Zeit, während deren der Eisrand von Südschonen bis zu den Venersnäs-Moränen zurückgegangen war, einen Zeitraum von 3000 Jahren umfaßte. Im Durchschnitt ist der Eisrand über Schonen und Blekinge einige 50 m, weiter nördlich etwa 100 m jährlich zurückgegangen. Die Bildung der Venersnäs-Moräne ging in einer ein Jahrhundert währenden Zeit des Stillstandes vor sich. Der hart nördlich anstoßende Endmoränengürtel hat zu seiner Bildung 2 bis 3 Jahrhunderte gebraucht. Der dann wieder einsetzende Rückzug während der finiglazialen Zeit geht bedeutend schneller vor sich. Die Gesamtdauer der finiglazialen Zeit ist 2000 Jahre, sodaß wir für den Eisrückzug von Südschonen bis hinauf nach Jämtland, also bis zum Ende der spätglazialen Zeit 5000 Jahre zu rechnen haben. (Siehe Karte, Fig. 2).

Soweit haben uns also die Messungen und die Auswertung der spätglazialen Bänderton-Profile nunmehr geführt. Auch nach dem Zeitpunkt, an den in gewissem Sinne willkürlich das Ende der spätglazialen gelegt wurde, bleiben die natürlichen Bedingungen für die Ablagerung der Bändertone noch dieselben. Noch liegt die Masse des Inlandeises, wenn auch bereits in zwei Teile zerfallen, über den höheren Teilen des Landes ausgebreitet, noch führen die subglazialen Schmelzwasserströme aufgearbeitetes Material dem Meere zu, und die einstweilen noch gebildeten Warventone schließen die für die Postglazialzeit aufzu-

<sup>1)</sup> C. I. Anrick, Morän- och Isrecessionsstudier i Odensala socken, Uppland. G. F. F., Bd. 37, 1915, S. 688.

<sup>2)</sup> R. Lidén, a. a. O., G. F. F., Bd. 33, 1911.

Derselbe, a. a. O., Sver. Geol. Unders. Ser. C a, 1913.

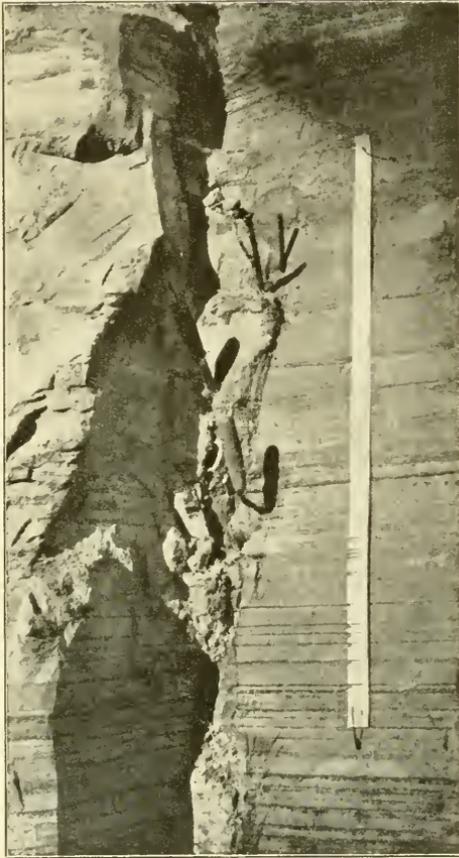
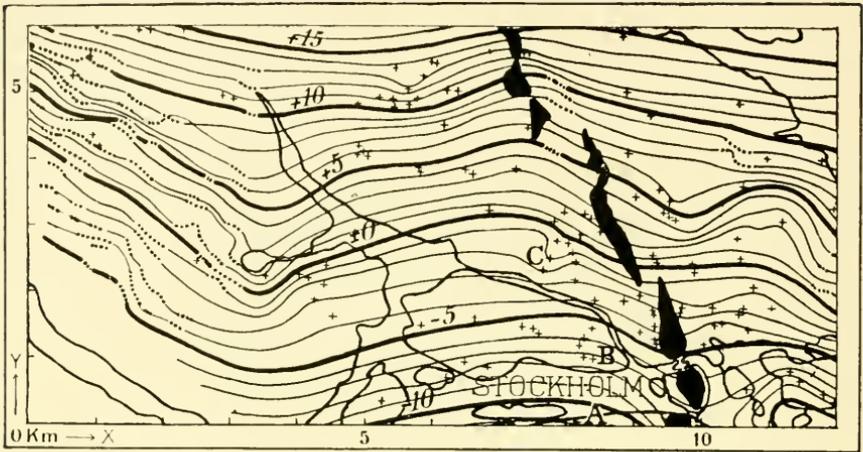


Fig. 3

Der Meßstreifen ist vor dem mit der Maurerkelle geglätteten Aufschluß zur Übertragung der Warven-Mächtigkeiten befestigt. (Der Druckstock wurde in liebenswürdiger Weise von Herrn Dr. R. Lidén in Stockholm zur Verfügung gestellt, aus dessen Arbeit „Geochronol. Studier . . . i Angermanland“, Sv. geol. Unders. 1913, das Bild entnommen ist.)



Sommerdeltas,  
 glazifluviale Osen  
 Wintermoränen  
 Linien gleichen Rückzugs  
 — N-Grenzen der Warven  
 Gemessene  
 Warven-Profile

Fig. 4. Karte des jährlichen Eisrückzugs in der Gegend von Stockholm.

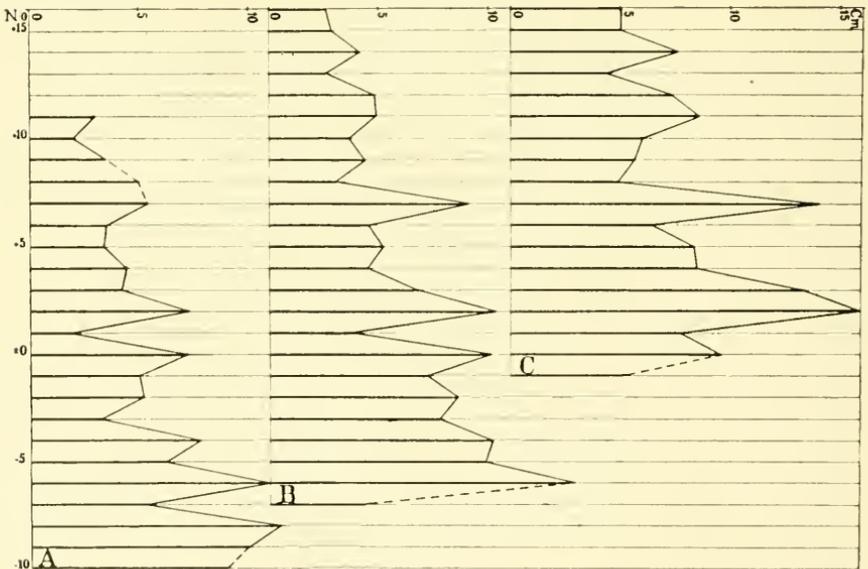


Fig. 5. Diagramm-Konnectierung dreier Profile aus dem Randmoränen-Gebiet von Stockholm.

Mächtigkeit der Warven  $\frac{1}{3}$  nat. Gr. Der Nordrand der  $\pm$  0-Warve liegt am Observatorium der Hochschule zu Stockholm.

(Beide Figuren aus „Geol. Rundschau“ 3, 1912, S. 464).

stellende Chronologie unmittelbar an die der Spätglazialzeit an. Dann aber hören bald die echten Bändertone auf und es sperrt nun in unserer Chronologie eine Lücke, die postglaziale Zeit umfassend, vom Absatz der letzten Bändertonschicht bis zum Anschluß an die historische Zeitrechnung.

Das Verdienst, diese Lücke endgültig geschlossen zu haben, gebührt in erster Linie De Geer's vorher schon erwähnten Schüler R. Lidén. Seine jahrelang durchgeführten Untersuchungen im Tale des Angermanälf, deren Ergebnisse er in zwei (bereits angeführten) Arbeiten 1911 und 1913 veröffentlichten konnte, haben ihm diesen Erfolg gebracht. Gleichzeitig war es auch De Geer selbst gelungen, in den postglazialen Sedimenten, die er im alten Bett des 1796 abgezapften Ragunda-Sees vorfand und untersuchte, die Geochronologie fortzuführen und zwar mit etwa demselben Ergebnis wie Lidén. Aber die Verhältnisse waren hier lange nicht so klar, auch waren zum Abschluß der Rechnung erheblich größere Extrapolationen notwendig, als im Lidén'schen Untersuchungsgebiet in Angermanland.

Über dieses Gebiet, das heutige Flußsystem des Angermanälf, eines der großen schwedischen Ströme, der sich bei Hernösand in die Ostsee ergießt, geht der Eisrand auf seinem Rückzug Jahr für Jahr ein Stück weiter nach Westen zurück, bis er schließlich die innersten Teile des damals noch weit in's Land eingreifenden Fjordes erreicht. Bis zu diesem Zeitpunkt hat der subglaziale Strom unmittelbar in den Fjord mündend Jahr für Jahr seine Jahreswarve zum Absatz gebracht. Jetzt mündet er aber in einem echten Flußbett gesammelt und schiebt sein Delta in den Fjord vor, während weiter draußen immer noch das feinste Material zur Ablagerung kommt und die nunmehr nicht mehr klar gebänderten Tonlager zusammensetzt. Jetzt haben wir aber noch einen zweiten Faktor in unsere Rechnung einzusetzen und das sind die bis in unsere Tage fortdauernden Landhebungen. Diese haben naturgemäß ein Zurückgehen und eine allmähliche Arealabnahme des Fjordes zur Folge. Der Fluß muß nun sein Bett der Landhebung entsprechend konsequent verlängern, muß sich durch seine eigenen Ablagerungen den Weg bahnen und seine Mündung immer weiter nach Osten und damit abwärts verschieben. So lagert sich Jahr für Jahr eine solche Deltaschicht vor die andere, die proximalen Teile

von größerem Material gebildet, während die feinsten Sinkstoffe weit draußen den postglazialen Fjordton aufbauen.

747 Jahre, nachdem der Eisrand im Gebiet des Angermanälf von der heutigen Uferlinie der Ostsee zurückging, ist die letzte von der Tätigkeit subglazial in den Fjord mündender Eisströme zeugende Bändertonwarve zur Ablagerung gekommen, 387 Jahre nachdem die erste Riesenwarve in den Profilen auftrat, nachdem also das Inlandeis zum ersten Male sich in zwei Teile teilte, sodaß wir diese 387 Jahre der Postglazialzeit zuzurechnen haben.

Die Bildung aber des Deltas an der Flußmündung schreitet fort und ebenso die Landhebung und so kommt weiter jährlich eine Deltaschicht zur Ablagerung. Jede Schicht bildet mit ihrem Proximalende einen Teil der ganzen sich allmählich nach Osten senkenden Sedimentoberfläche und gibt an dieser Stelle die Lage der Flußmündung für das Jahr an, in dem sie zur Ablagerung gekommen ist. Diese Beziehungen können wir, wie vorher bei den spätglazialen Bändertonen auswerten in dem Satz<sup>1)</sup>: Die Zeit für das Vorrücken der Flußmündung zwischen zwei Punkten entspricht der Anzahl Sedimentsschichten, die an dem später von der Flußmündung erreichten Punkt über der Schicht liegen, die an dem anderen Punkte die Oberflächenschicht bildet.<sup>2)</sup>

Mittels derselben Messungen, wie bei den Bändertonen ist man nun in der Lage, die einzelnen Schichten in verschiedenen Profilen zu konnektieren und man hat so ein Mittel an der Hand, die Flußmündung auf ihrem Wege zeitlich zu verfolgen. Der Mühe der Ausführung dieser fortlaufenden Konnektierungen, die jedoch in großem Umfange erprobt wurden, sah sich Lidén dadurch enthoben, daß er im Laufe des Flußtales an 4 Stellen vollständige und einwandfreie Profile durch die postglazialen Deltasedimente in ihrer ganzen Mächtigkeit, d. h. von der zuletzt zur Ablagerung gekommenen Bändertonwarve bis hinauf zur schließlichen Oberfläche der Deltasedimente fand. Aus dem östlichsten dieser 4 Profile bei Grillom, 60 km westlich der heutigen Mündung wurden 4520 Schichten gezählt. 4520 Jahre

<sup>1)</sup> R. Lidén, a. a. O., G. F. F., Bd. 33, H. 5, 1911, S. 276.

<sup>2)</sup> Siehe auch das schematische Längsprofil durch die Deltasedimente des Angermanflusses in: R. Lidén, a. a. O., Sver. Geol. Unders., Ser. C a, 1913, Taf. 3.

also nach der Ablagerung der letzten Bändertonwarwe hat die Mündung des Angermanälf Grillom erreicht.  $4520 + 387 = 4907$  Jahre haben wir der Postglazialzeit nunmehr bereits abgerungen und es bleibt nun nur noch die Lücke zu schließen, die zwischen dem Zeitpunkt, wo der Angermanälf bei Grillom mündete und der Jetztzeit liegt.

Hierzu geben uns die Landhebungen, deren Verlauf man bei der Aufnahme der Deltasedimentschichten eingehend studieren konnte, ein Mittel an die Hand. Stellt man die von Lidén festgestellten Zahlen für die jährlichen Hebungsbeträge zusammen, so ergibt sich im allgemeinen eine fortschreitende Abnahme der Hebungintensität bis auf unsere Tage. Aus geschichtlichen Urkunden geht weiter hervor, daß sich das Land seit 1300 nach Christo um nicht mehr als 4 m gehoben haben kann. Mit feinsten Instrumenten vorgenommene Messungen haben für die letzten 100 Jahre eine durchschnittliche jährliche Landhebung von 0,0081 m ergeben. Wir werden diese Zahlen zweifellos benutzen können, um auch den Zeitraum zu berechnen, während dessen sich die Mündung des Angermanälf von Grillom, dem Punkt des letzten Totalprofils bis zur heutigen Mündung vorgeschoben hat. Dem zurückgelegten Weg von 60 km entspricht eine Landhebung von 21,5 m und eine Zeit von 2040 Jahren.

Die Postglazialzeit setzt sich nunmehr zusammen aus:

- |      |     |  |
|------|-----|--|
|      | 387 | Jahren seit Durchbruch der Eisscheide im Gebiet des Indalsälf bis zur Ablagerung der letzten Bändertonwarwe, |
| 4520 | „   | dann anschließend bis zu dem Zeitpunkt, wo die Mündung des Angermanälf Grillom erreicht hat, und schließlich |
| 2040 | „   | , während deren die Flußmündung die letzten 60 km zurückgelegt hat.  |

Zus. 6947 oder rund 6900 Jahre.

Das Jahr 6900 entspricht dem Jahre 1900 unserer Zeitrechnung. Der Beginn der Postglazialzeit fällt somit in das Jahr 5000 vor Christo, der Beginn der Finniglazialzeit in das Jahr 7000, der der Gotiglazialzeit in das Jahr 10 000 vor Christi Geburt. Mit diesen Ergebnissen aber war der geniale De Geer'sche Gedanke einer Chronologie der Spät- und Postglazialzeit für Schweden seiner Verwirklichung entgegengeführt.

Dieselben natürlichen Bedingungen, die in Schweden zur Ablagerung und späteren Hebung der Bändertone führten, haben wir aber auch in Finnland. Auch Finnland lag unter Inlandeis begraben, und als das Eis sich zurückzog, kamen auch hier Bändertone zur Ablagerung, die durch die Niveauveränderungen über den Meeresspiegel gehoben und der Untersuchung zugänglich gemacht sind. Die Untersuchung wurde denn auch hier bald auf Anregung De Geer's und unter Anleitung von Prof. W. Ramsay in Angriff genommen und die Ergebnisse dieser Arbeiten konnten 1918 von Dr. Matti Sauramo<sup>1)</sup> veröffentlicht werden. Die Arbeit ist mit einer schönen Karte ausgestattet, auf der der Verlauf des Eisrückzuges in Äquirezessen, d. h. Linien, die die jeweilige Lage des Eisrandes auf seinem Rückzuge angeben, zur Darstellung gebracht wird. Auch hier in Finnland ein verhältnismäßig langsames Zurückgehen des Eises bis zum Salpausselkä, jenen charakteristischen Randdeltabil- dungen, die den Venersnäs-Moränen Mittelschwedens entsprechen. 1000 Jahre hat der Eisrand gebraucht, um von den südlichsten Teilen Finnlands aus die erste Salpausselkäl- nie zu erreichen. 100 Jahre währt der Stillstand in dieser Linie. 300 Jahre dauert der Rückzug bis zur zweiten Hauptlinie, zu deren Bildung dann ein Aufenthalt von etwa 150 Jahren führt. Mit dem Verlassen dieser zweiten Linie nach Norden beginnt dann hier, ebenso wie in Schweden, die finiglaziale Zeit. Auch für diese hat Sauramo die Chronologie bereits fertig gestellt. Diese neue, noch nicht erschienene Arbeit bringt eine Äquirecessen- karte nunmehr für ganz Finnland, deren Angaben auf das schönste mit den Feststellungen De Geer's und Lidén's über- einstimmen. Es bleibt nun nur noch die Verbindung der schwedi- schen und finnländischen Äquirezessen über das baltische Tal hinüber, um das Bild des sich zurückziehenden Eises seiner Vollendung entgegen zu führen.

Eine sehr interessante Probe auf die ausgezeichnete Brauch- barkeit des Konnektierungsverfahrens auch auf größte Entfer- nungen bringt die tatsächlich vorgenommene Bestimmung einiger finnländischer Tonwarven durch Konnektierung mit schwedi- schen Profilen. Sauramo schickte einige seiner Profile, die er in Zinkrinnen entnommen hatte, nach Stockholm ohne die Loka-

<sup>1)</sup> M. Sauramo, Geochronologische Studien über die spätglaziale Zeit in Südfinnland. Bull. de la Comm. Géol. de Finlande Nr. 50, Helsingfors 1918.

lität der Profile anzugeben. Die so zum ersten Mal versuchte Fernkonnektierung gelang<sup>1)</sup> und nun bedeutete der Versuch, solche Fernkonnektierungen auch mit Warwen jenseits des Atlantischen Ozeans, in Nord-Amerika vorzunehmen, nur noch einen Schritt weiter auf dem Wege.

Auch hier in Nord-Amerika hatte der Rückzug des Eises über tief versenktes Land zur Ablagerung von Bändertonwarwen Veranlassung gegeben. Spätere Landhebung hatte auch hier den Meeresboden auftauchen lassen. Daß die Vereisung Nord-Amerikas und der Rückzug des Eises gleichzeitig mit diesen Erscheinungen im Norden Europas stattgehabt hätten, das nahm De Geer schon früh an<sup>2)</sup> und auf Grund von Profilen, die von Amerika übersandt wurden, war es ihm bereits gelungen, einzelne Warwen dieser Profile mit schwedischen zu identifizieren. Um aber die Parallelisierung in größerem Umfange durchführen zu können, nahm De Geer begleitet von seiner Gattin und seinen Schülern E. Antevs und R. Lidén im Jahre 1920 für längere Zeit Aufenthalt in Nord-Amerika und nach in verschiedenen Glazialgebieten durchgeführten Untersuchungen gelang die Konnektierung<sup>3)</sup> mit dem schwedischen Material in glänzender Weise. In Vermont, östlich des Lake Champlain, konnte er an vier Punkten, Essex Junction bei Burlington, Waterbury, Woodsville und Wells River die Warwen — 1099 bis — 1556 (O ist das Ende der Finiglazialzeit, zugleich der Spätglazialzeit) der finiglazialen Subepoche parallelisieren. Die Verhältnisse wurden hier dadurch komplizierter, daß sich die Tone als auf weite Strecken in ihrer Lagerung gestört erwiesen und zur Aufnahme daher ungestörte Lager aufgesucht werden mußten. Bei dem Orte Spanish River am Nordufer des North Channel und bei Espanola, beide in Ontario, wurden die Warwen — 204 bis — 1420 konnektiert, schließlich gelang es an zwei anderen Profilen ebenfalls in Ontario die Warwen + 297 bis — 347 festzustellen. Aus diesen letzten Zahlen geht hervor, daß auch hier noch nach dem ja willkürlich gewählten Stichpunkt, der das Ende der Spätglazialzeit gegen die Postglazialzeit darstellt,

<sup>1)</sup> M. Sauramo, a. a. O., 1918, S. 34.

<sup>2)</sup> G. de Geer, En förhistorisk tidräkning, Svenska Kal. f. 1908, Uppsala 1907.

<sup>3)</sup> Derselbe, Correlation of late glacial annual clayvarves in Nord-Amerika with the swedish time scale. G. F. F., Bd. 43, H. 1 2, 1921, S. 70.

Bändertone zur Ausbildung kamen. Also auch hier müssen noch zu Anfang der Postglazialzeit Resteismassen in Teilen des Gebiets und zwar, wie De Geer annimmt, in den Laurentian Mountains vorhanden gewesen sein. Im Ganzen ist der Erfolg der fünfmonatigen Arbeit De Geer's und seiner Gehilfen die Parallelisierung der Warven +297 bis —1556 zu verzeichnen, und damit ist der lückenlose Beweis erbracht, daß die Vereisung Nord-Amerikas tatsächlich als gleichzeitig mit der nordeuropäischen anzusehen ist, daß gleiche klimatische Verhältnisse in beiden Gebieten durch relativ gleiche dem Meere zugeführte Mengen von Sedimentationsmaterial den nunmehr festgestellten gleichen Aufbau der Tonprofile zur Folge hatten. Wie die oben gegebenen Zahlen besagen, beziehen sich die bisherigen Feststellungen in Nord-Amerika nur auf die letzte Subepoche der Spätglazialzeit, die finiglaziale Zeit (0 bis —2000). Inwieweit Aussicht besteht, die Chronologie der Gotiglazialzeit auch in Nord-Amerika den bisherigen Ergebnissen anzuschließen, vielleicht sogar, was für die deutsche Glazialgeologie von besonderem Werte wäre, auf amerikanischem Boden Aufschlüsse über die Länge der daniglazialen Zeit zu erhalten, geht aus den leider nur kurzen Mitteilungen De Geer's über seine Arbeiten in Amerika nicht hervor<sup>1)</sup>. Auf jeden Fall ist zu dem Staunen erweckenden Gebäude der De Geer'schen Geochronologie wieder ein bedeutsamer Baustein hinzugetragen. Immer klarer und lebensvoller gestaltet sich das Bild, das wir uns von der jüngsten geologischen Vergangenheit der von der diluvialen Vereisung betroffenen Nordkontinente zu machen in der Lage sind.

Weitere interessante Gesichtspunkte ergeben sich aus der Zusammenstellung der chronologischen Ergebnisse mit den Entwicklungsstadien der Ostsee, wie dies in dem nebenstehenden von A. G. Högbom<sup>2)</sup> aufgestellten Schema für die spät- und

<sup>1)</sup> Während des Druckes erschien in G. F. i. Stockh. F. Bd. 43, H. 5, 1921 ein Referat über de Geers in Stockholm gehaltenen Vortrag „Nordamerikas kvartärgeologie belyst av den svenska tidskalan“. Danach ist es inzwischen nicht nur gelungen, auch die Geochronologie der Gotiglazialzeit mit der schwedischen Zeitrechnung zu verknüpfen, sondern es ist auch dem noch in Amerika weilenden E. Antevs möglich gewesen bedeutsames Material für einen großen Teil der Daniglazialzeit zu sammeln. Genauere Zahlenangaben sind jedoch vor der endgültigen Durcharbeitung des Materiales nicht zu erbringen.

<sup>2)</sup> A. G. Högbom, Fennoskandia 4. Bd., 3. Abt. d. Reg. Geol. S. 114.

## Schema für die spät- und postglaziale Entwicklung in Schweden\*. Aus H ö g b o m „Fennoskandia“ S. 144.

Chronologie nach de Geer u. Lidén	Entwicklung der Ostsee nach Munthe	Klimatische Veränderungen nach Blytt u. Sernander	Veränderungen der Flora nach Sernander u. a.	Archaeologische Perioden nach Montelius
Jahr — 2000 n. Chr.	Myazzeit und Lymnaeazeit (zus. etwa 3500 Jahre)	Subatlantische Zeit Klima feucht und kalt	Verschiebung der Wald- grenze im Hochgebirge 150—200 m abwärts. Ver- schiebungen in der Flora nach dem Süden	Historische Zeit und Eisenalter
— 1000		Subboreale Zeit Klima trocken und warm („wie in Zentralrußland“)	Xerotherme Flora ( <i>Stipa</i> ). Die Waldgrenze erreicht ihre höchste Lage und der Hasel seine postglaziale Nordgrenze	Bronzealter (1800—500 v. Chr.) Steinkistenalter Ganggräberalter
— 0	Post- glazi- ale Zeit	Atlantische Zeit Warmes, maritimes Klima	Reiche Laubwaldflora. Eiche und Linde herr- schend. Einwanderung d. Fichte von Osten und der Buche von Süden	Dolmenalter Erste Periode des schwedisch. Stein- zeitalters
— 1000	Litorinazeit (etwa 7500 Jahre)	Boreale Zeit Klima warm und trocken	Föhre herrschender Wald- baum. Einwanderung u. Verbreitung von <i>Filix</i> und Hasel nach dem Norden	und Einwanderung d. Men- schen in Schweden
— 2000		Arktische Zeit Klima im Beginn wie in S.-Grönland, verbessert sich am Ende der Arkt. Zeit, wird „subarktisch“	Föhre am Ende der Zeit bis an den Eisrand <i>Betula odorata</i> Dryasflora	—
— 3000		—	—	—
— 4000		—	—	—
— 5000	Ancyluszeit (etwa 6000 Jahre)	—	—	—
— 6000		—	—	—
— 7000	Yoldiamer Die Ostsee ein Eissee Verbindung mit dem Weißen Meer Die Ostsee ein Eissee	—	—	—
— 8000		—	—	—
— 9000		—	—	—
— 10 0000	Spätglaziale Zeit Das Ostseebecken ganz von dem Land- eise ausgefüllt	—	—	—
	Dani- glaziale Zeit	—	—	—

\*) Die verschiedenen Kolonnen des Schemas sind in das chronologische Schema de Geers eingepaßt. In der zweiten Kolonne sind die Zeitberechnungen Munthes in ( ) beigefügt.

zeigt uns, wie die De Geer'sche Chronologie nicht nur eine exakte Methode für die Berechnung eines geologischen Zeitraumes darstellt, sondern uns auch auf dem Wege zur Erkenntnis der Entwicklungsgeschichte der Ostsee und der Landstücke des Baltischen Schildes und des Norddeutschen Flachlandes einen großen Schritt vorwärts gebracht hat. Für unsere Deutsche Heimat ist auf jeden Fall durch die De Geer'sche Chronologie die sichere Feststellung gezeitigt worden, daß noch 10 000 Jahre vor Christi Geburt Norddeutschland bis zu den Endmoränenzügen des Baltischen Höhenrückens unter Inlandeis begraben lag, eine Feststellung, die in mancherlei Hinsicht für den Geologen und Geographen, nicht zuletzt auch für den Prähistoriker von hohem Werte ist.

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

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1921

Band/Volume: [1921](#)

Autor(en)/Author(s): Gredner Wilhelm

Artikel/Article: [De Geer's Geochronologie der Spät- und Postglazialzeit 112-134](#)