

Zeitschrift: Berichte der Schweizerischen Botanischen Gesellschaft = Bulletin de la Société Botanique Suisse
Herausgeber: Schweizerische Botanische Gesellschaft
Band: 13 (1903)
Heft: 13

Artikel: Das nacheiszeitliche Klima von Schweden und seine Beziehungen zur Florenentwicklung
Autor: Andersson, Gunnar
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-13219>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 07.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

VI. Autorreferate.

Das nacheiszeitliche Klima von Schweden und seine Beziehungen zur Florenentwicklung.

Von **Gunnar Andersson**-Stockholm.

Vortrag, gehalten in der Botanischen Gesellschaft
am 4. Mai 1903.¹⁾

Hochverehrte Versammlung!

Eine kurze, übersichtliche Darstellung einiger in jüngster Zeit auf geologischem, pflanzen- und tierpaläontologischem Gebiete gewonnenen Resultate über die Geschichte Schwedens seit der Eiszeit dürfte auch für meine Schweizer Kollegen von Interesse sein, denn es kann nur Anregung bringen, entfernte Länder, die jedoch, wie Schweden und die Alpen, so grosse Analogien zeigen, mit einander zu vergleichen, und eben deshalb habe ich es gewagt, das Wort bei dieser Gelegenheit zu ergreifen, ohne so vorbereitet zu sein, wie ich es gerne möchte, wenn ich vor diese hochverehrte Versammlung trete. Meine gute Absicht muss Sie nachsichtig machen gegen meine Behandlung Ihrer Muttersprache und auch gegen das leider allzu fragmentarische Illustrationsmaterial, das mir — dem Reisenden, der gar nicht als Vortragender aufzutreten gedachte, hier zur Verfügung steht.

* * *

Es ist Ihnen allen wahrscheinlich wohl bekannt, dass die Schwankungen der Eisdecke während der Interglacialperioden — soweit wir sie wenigstens bis jetzt kennen — nicht so bedeutend waren, dass sich in Schweden wirklich fossilführende interglaciale

¹⁾ Der Vortrag ist hier mit Hinzufügung einiger Litteraturangaben und kleinerer Zusätze, sonst unverändert wiedergegeben.

Ablagerungen bilden konnten. Nur in den allersüdlichsten Teilen des Landes (Insel Hven) kennt man, wie auch in Seeland, intermoräne Landablagerungen, in welche „Kohlenstreifen“ eingelagert sind. Diese sind gebildet von einem Erosionsgemisch, das aus sehr verschiedenen Ablagerungen stammt. Man findet rhät-liasische Kohlensplitter, tertiäre Bernsteinstückchen, Samen etc., wahrscheinlich von präglacialem, aber möglicherweise von interglacialem Alter. Die interessantesten Pflanzenreste dieser Art gehören zu *Brasenia purpurea*, *Hydrocharis morsus ranae*, *Najas marina*, *Stratiotes aloides*, *Carpinus betulus* u. s. w.¹⁾ Alle sind aber unter kräftiger Wasserbewegung stark abgerundet und abgeschliffen und stammen aller Wahrscheinlichkeit nach aus Flusssedimenten, die mit dem Landeis in irgend welcher Beziehung gestanden haben. Diese Ablagerungen sprechen also gar nicht für interglaciales Klima von der Art, wie es die deutschen, österreichischen und schweizerischen Forscher uns aus Deutschland und den Alpen in so vorzüglicher Weise kennen gelehrt haben.

Alle unsere Betrachtungen über das eiszeitliche und nacheiszeitliche Klima von Schweden beziehen sich daher entweder auf die Verhältnisse der Eiszeit, die ich bei dieser Gelegenheit gar nicht berühren will, oder auf diejenigen, welche eingetreten sind nach dem Rückzug des grossen nord-europäischen Landeises. Wir sind bei uns in Schweden

¹⁾ Bei einer im September 1899 mit Herrn Dr. N. Harz und Herrn H. N. Rosenkjaer zusammen vorgenommenen Untersuchung dieser Ablagerungen auf der Insel Hven habe ich aus denselben folgende Pflanzenarten bestimmt, die jedoch grösstenteils aus den mit grosser Mühe von Herrn Rosenkjaer herauspräparierten Sammlungen (im Besitz des mineralogischen Museums zu Kopenhagen) stammten: *Brasenia purpurea*, *Batrachium* sp., *Carex* sp., *Carpinus betulus*, *Cenococcum geophilum*, *Ceratophyllum* cfr. *submersum*, *Chenopodium* sp., *Cladium mariscus*, *Empetrum nigrum*, *Hippuris vulgaris*, *Menyanthes trifoliata*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina* (f. *typica* u. f. *ovata*), *Potamogeton* (2 Arten), *Ranunculus* cfr. *flammula*, *Ranunculus repens*, *Rubus idaeus*, *Ruppia maritima*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium* sp., *Thalictrum* sp., *Viburnum opulus*.

gewohnt, diese grosse Abschmelzungsperiode die spätglaciale Zeit (senglaciala tiden) zu nennen. Es war die Zeit eines tundraähnlichen arktisch-alpinen Pflanzenwuchses. Die folgende Periode, in der Wälder wechselnder Art folgten, heisst die postglaciale Zeit (postglaciala tiden). Es versteht sich von selbst, dass diese Abteilungen nicht ganz scharf begrenzt sind, da in einem ca. 2000 km von Süden nach Norden sich erstreckenden Lande wie Schweden, das Abschmelzen des Eises und die Verbreitung des Waldes nicht im ganzen Gebiete gleichzeitig erfolgt ist. Bei dem jetzigen Stande der Forschungen macht das aber nicht so viel aus, besonders deshalb, weil die Darstellungen sich meistens auf den am besten untersuchten, nur 400—500 km langen Teil des Landes, den südlichsten, beziehen.

Aber wir besitzen neben der Eiszeit auch andere sehr hervortretende Phänomene ¹⁾, welche Ausgangspunkte für eine Zeiteinteilung sein können. Von allergrösster Wichtigkeit in dieser Hinsicht sind die Beziehungen zwischen Land und Meer während der einzelnen Perioden der Spät- und der Postglacialzeit. Am Ende der Eiszeit waren die skandinavische Halbinsel und Finnland — d. h. die fenno-skandische Urgebirgstafel — ganz anders vom Meer bedeckt als jetzt. Durch die schönen Untersuchungen G. De Geers ist es endgültig festgestellt, dass die Hauptmasse von Finnland, der ganze Küstensaum Schwedens in wechselnder Breite (meistens jedoch 40—80 km) und das Gebiet der grossen mittelschwedischen Seenplatte (Mälaren, Hjälmaren, Vänern, Vättern) unter dem Meere lagen. Im Zentrum des Senkungsgebietes war das Land bis gegen 300 m gesunken, in der Stockholmer Gegend z. B. ca. 110 m, in Nord-Schonen ca. 50 m u. s. w. Diese Zeit der grössten quartären Meeresverbreitung

¹⁾ Die besten übersichtlichen Darstellungen der quartären Geologie Schwedens finden sich bei *G. De Geer*, Om Skandi-naviens geografiska utveksling efter istiden, Stockholm 1896 und *A. G. Nathorst*, Sveriger geologi, Stockholm 1894, letzteres mit zahlreichen Litteraturangaben (S. 321—324). Beide leider nur schwedisch geschrieben.

von Skandinavien oder die Zeit des spätglacialen Eismeer, auch Periode des Yoldiameer, genannt, in welcher das baltische Becken über Mittelschweden und Ladoga-Onega mit dem Eismeer in Verbindung stand, wurde ziemlich früh, in der Spätglacialzeit, von einer Landhebung abgelöst. Meine Funde von arktischen Pflanzenresten, unter anderen bei Skanör und Falsterbo, zwei Städtchen in der südwestlichen Ecke der skandinavischen Halbinsel, unter der jetzigen Meeresoberfläche, und südlich von Gotenburg (Kromosse) 40—50 m unter der obersten Meeresgrenze, haben festgestellt, dass wenigstens in Südschweden ein sehr bedeutender Teil der Landhebung in spätglacialer Zeit, als noch die arktische Tundraflora das Land bedeckte, stattgefunden hat. Wir dürfen nicht vergessen, dass zu dieser Zeit der Oeresund und die Belten noch nicht existierten, denn das südlichste Schweden ragte als Halbinsel aus der Nordwestecke des europäischen Kontinents in ein Nordsee-Ostseemeer hinein. Durch die eben angedeutete Landhebung wurde jedoch in spätglacialer Zeit eine Landbrücke zwischen dieser Halbinsel und dem grossen fenno-scandinavischen Inselkontinent geschlagen, und da gleichzeitig der schmale und seichte Onega-Sund durch Hebung geschlossen wurde, entstand in der Uebergangsperiode zwischen Spät- und Postglacialzeit ein allseitig geschlossenes Balticum-Becken, das sich, wie die hochwichtigen Untersuchungen von Fr. Schmidt in den Ostseeprovinzen und von Munthe auf Gotland, Island etc. zeigen, allmählich mit süßem Wasser füllte. So entstand der sogenannte Ancyclus-See. Reichliches Vorkommen von Süßwasserconchylien, wie *Ancyclus lacustris*, *Limnaea*-Arten u. s. w., in freixponierten Lagen bis zu wenigstens 45 m Höhe in den jetzigen Küstengegenden abgelagert, bilden die nicht zu leugnenden Beweise für die ehemalige Existenz dieses riesigen Süßwasserbeckens. Aber die Niveauschwankungen des Ancyclus-Sees und viele andere hochinteressante Fragen, die mit seinem Dasein im Zusammenhang stehen, sind noch immer ungelöste Probleme und gehören zu den schwierigsten Aufgaben der schwedischen Quartär-

forschung, um so mehr, als die Schlüssel zu diesen Rätseln wahrscheinlich, wenigstens teilweise, im Boden der jetzigen südlichen Ostsee begraben liegen. Sicher ist jedoch, dass ausgedehnte Gebiete, die jetzt vom Meer bedeckt sind, noch am Ende der Ancyluszeit festes Land waren. Denn ausgedehnte Torfmoore mit Torfarten, die unbedingt auf dem Lande gebildet worden sein müssen, sind häufig in den Meeren längs den Küsten des südlichsten Schwedens und Dänemarks gefunden worden, und zwar in einer Tiefe von sogar 13 m (zwischen Malmö und Kopenhagen). Diese Moore enthalten sämtlich Ueberreste von Eichen und anderen südlichen Pflanzenarten, die uns zeigen, dass der Ancylus-See weit in die Postglacialzeit hinein existierte. Andere Ablagerungen, besonders die mächtigen Uferwälle, die in Südschweden, am südlichen Ladoga und in Westnorwegen¹⁾ Torfmoore mit Schichten aus der Eichenzeit bedecken, zeigen, dass wieder eine Schwankung des Meerestandes folgte; diese brachte das Meer im südlichsten Schweden nur 4—6 m über den jetzigen Stand, in der Stockholmer Gegend ca. 55 m und in den am tiefsten gesunkenen Teilen des mittleren Norrlands (Umea) sogar ca. 100 m. Die Oeffnung der Belten und des Oeresund, die Einlasspforte des Weltmeers in die Ostsee machten wiederum das Balticum salzig, und aus dieser Zeit stammen die nicht unbedeutenden Schalenanhäufungen von marinen Konchylien (*Litorina litorea*, *Tellina baltica*, *Mytilus edulis* u. s. w.), die besonders Munthe²⁾ bis in die nördlichsten Teile des böttischen Meerbusens gefunden hat und die einen Salzgehalt von 8—10 pro Mille für diese Gegenden beweisen, die jetzt so gut wie süßes Wasser haben. Auf diese Zeiten des *Litorina*-meeres folgten andere, die den Uebergang in die Gegenwart bezeichnen und mit einer neuen Land-

¹⁾ Ueber diese siehe die neuerschienene hochinteressante Arbeit von *Jens Holmboe*: *Norske torfmyrer*, *Videnshabsselskabets skrifter* I, 1903, No. 2.

²⁾ Preliminary Report on the Physical Geography of the *Litorina*-Sea. — *Bull. of the Geol. Inst. of Upsala*, No. 3. Vol. II (1894)

hebung im Zusammenhang stehen. Heute beträgt diese in den mittleren Teilen des bottnischen Meerbusens im Maximum etwa 1 m pro Jahrhundert. In Stockholm ist die Hebung in den letzten Jahrhunderten 47 cm pro Jahrhundert gewesen; im südlichsten Schweden viel weniger.

Noch ein dritter Weg hat zu der Zeiteinteilung und der relativen Zeitbestimmung der nacheiszeitlichen Perioden geführt. Das ist die genaue Untersuchung der fossilführenden (meistens pflanzenführenden) Ablagerungen von Schweden. Die anregenden Untersuchungen des berühmten dänischen Naturforschers Japetus Steenstrup in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts über die Torfmoore seines Vaterlandes sind in den letzten drei Jahrzehnten mit gutem Erfolg in Schweden von Nathorst, von Sernander, von dem Vortragenden und anderen Forschern verfolgt worden; die Hauptergebnisse können wir in folgenden Worten zusammenfassen: ¹⁾

Die in der skandinavischen Vegetation vorherrschenden Pflanzenvereine, besonders die des Waldes, sind steten Veränderungen unterworfen gewesen. Die Beweise dafür liefern uns die Torfmoore und die Thon- und Kalktuff-Ablagerungen, welche Pflanzenreste aus längst vergangenen Zeiten beherbergen; diese Reste lassen sich durch geeignete Methoden herauspräparieren. ²⁾ Besonders sind diejenigen Torfmoore, die zugewachsenen Seen entsprechen, von allergrösster Bedeutung, um uns die allgemeine Florenentwicklung zu zeigen. Diese, meistens kleinen Moore, die in der Postglacialzeit immer von Wald umgeben gewesen sind, nennen wir Waldmoore; sie sind vor allen anderen besonders genau durchgearbeitet. Von Thonablagerungen haben wir besonders zwei in dieser Be-

¹⁾ Eine ausführliche Darstellung mit Litteraturverzeichnis findet sich in der vom Verfasser herausgegebenen Geschichte der Vegetation Schwedens, Engl. Jahrb. 22 (1896).

²⁾ Näheres über die vom Verfasser verwendeten Methoden findet man (deutsch) in *Keilhacks* Praktischer Geologie und in *Gunnar Andersson's* Finlands Torfmossar, Bull. de la Commiss. géologique de Finlande No. 8 (1898); mit einem ausführlichen deutschen Resumé.

ziehung wichtige Typen, teils die in spätglacialer Zeit angeschwemmten Süsswasserthone, die meistens die Waldmoore unterlagern, teils die mächtigen Thon- und Lehmsedimente, die sich während des obengenannten wechselnden Standes des Meeres in demselben absetzten und besonders in den grossen Flusstälern von Nordschweden (Norrländ) überaus mächtig und interessant entwickelt sind. In den Kalkgebieten (Schonen, Västergötland, Östergötland, Närke, Jämtland, Lappland) haben wir auch hin und wieder Kalktuffe, deren Studium die anderswo gewonnenen Resultate bereichert und bestätigt hat. Diese Untersuchungen haben gelehrt, dass die jetzige Pflanzenwelt von Skandinavien erst während fünf grosser Entwicklungsstadien zu stande gekommen ist. Diese fünf Stadien nennen wir:

1. die Zeit der Dryasflora oder der arktisch-alpinen Flora,
2. die Zeit der Birkenflora,
3. „ „ „ Kiefernflora,
4. „ „ „ Eichenflora und
5. „ „ „ Buchen- und Fichtenflora.

Diese Stadien der Florenentwicklung sind natürlich nicht so zu verstehen, als ob z. B. während der Zeit der Eichenflora nur Eichenwälder in Schweden existiert hätten, sondern so, dass mit der Einwanderung der Eichen ein neues wichtiges Waldelement hinzugekommen ist, mit dem auch viele andere Arten so ziemlich gleichzeitig einwanderten und durch Besetzung geeigneter Standorte der Flora eine reichere Gliederung und grössere Vielgestaltigkeit gaben. So besetzte die Eiche in Mittelschweden zu dieser Zeit die fruchtbareren Thonebenen und Moränenablagerungen, während die Kiefer auf den benachbarten, überall zwischen den kleinen Ebenen ansteigenden steileren Granit- und Gneisanhöhen noch Waldbildner war.

In den Waldmooren findet man verschiedene Lager — von uns Zonen genannt — die Reste aus den obengenannten Hauptperioden führen und uns eine

Vorstellung von dem allgemeinen Charakter der Flora geben.¹⁾

Die zeitliche Uebereinstimmung der Florenentwicklung und der erwähnten Verschiebungen von Land und Meer lässt sich durch eingehende Studien der fossil führenden marinen Ablagerungen beurteilen.

* * *

Wenn man sich mit der Florenentwicklung beschäftigt, stellt sich von selbst die Frage ein, welches wohl die Grundursache dieser stetigen, langsamen Verschiebung in der Verbreitung der Pflanzen auf der skandinavischen Halbinsel seit der Eiszeit sei? Man gelangt denn auch recht bald zu der Einsicht, dass die Hauptfaktoren *Klimaänderungen* sein müssen; wenn man aber dieser Frage näher tritt, wird man auch finden, wie ungemein schwer es doch ist, alle Einzelheiten der beobachteten Tatsachen unter gemeinsame, sichere Gesichtspunkte zu bringen. Es gibt wenig Wörter, die in das biologisch-geologische Forschungsgebiet so viel Verwirrung und so viele unklare Erklärungsversuche, die gar keine Erklärungen sind, hineingebracht haben, wie das Wort: *Klimaänderung*. Wenn man irgend eine Pflanzenart, lebend oder fossil, gefunden hat, die nicht gut mit den jetzigen in Einklang gebracht werden konnte, so wird sofort eine schöne Hypothese von *Klimaänderung* konstruiert. Und was ist denn *Klima*? Wie wirkt im einzelnen das *Klima* auf Pflanzen und Tiere?

Auf diese Fragen hat bekanntlich die naturwissenschaftliche Forschung bis jetzt nur eine sehr dürftige Antwort gegeben. Aber die Pflanzen- und Tiergeographen verwenden allgemein und ohne weiteres den Ausdruck «*Klimaänderung*», als wäre dies schon eine Erklärung. Die Folge davon ist die, dass man sich oft nur mit sehr unsicheren Hypothesen begnügt, die einer gründlichen Nachprüfung unterworfen werden müssten,

¹⁾ Siehe die Profile in des Verfassers Geschichte der Vegetation Schwedens, S. 447.

bevor die oft phantastischen Annahmen als wissenschaftlich gegründete Ergebnisse angesehen werden können.

Die skandinavische Halbinsel ist ein sehr verlockendes Gebiet gewesen für Forscher, die, wie Blytt, Sernander, Schulz, um nur die bekannteren zu nennen, über das Klima spekuliert haben.

Um diese Theorien zu prüfen, habe ich mich seit Jahren einer sehr eingehenden Nachprüfung aller Tatsachen gewidmet, die als Stütze für die verschiedenen Theorien vorgeführt worden sind. Ich habe mich auch beflissen, nach Kräften neue Tatsachen zu Tage zu fördern. Was ich hier vorlege, sind die bis jetzt gewonnenen Hauptresultate. Diese, meine ich, werden auch in kommenden Zeiten der Hauptsache nach bestehen, aber ich sage nicht, dass nicht fernere Untersuchungen andere, uns jetzt noch nicht bekannte Klimavariationen entdecken könnten. Was wir jetzt kennen, ist allerdings nur ein Teil der Wahrheit, aber es ist doch die Wahrheit, nicht eine persönliche Phantasie.

Die Meteorologen haben seit langem das Klima in verschiedene Elemente zerlegt, und ich glaube, es ist absolut notwendig, dass die Pflanzengeographen und Geologen, wenn sie Rückschlüsse auf die Erscheinungen vergangener Zeiten machen wollen, dasselbe tun und nicht ganz einfach von „Klima“ reden. Wärme und Wasser sind die klimatischen Faktoren, die am meisten in den einzelnen Gebieten wechseln und die aus diesem Grunde die Gestaltung der Vegetation am stärksten beeinflussen. Für die obengenannte allgemeine Entwicklungsgeschichte ist jedoch offenbar die zu verschiedenen Zeiten stattfindende Veränderung der Wärmesummen von der allergrössten Bedeutung gewesen. Der Einfluss der Wärme auf die allgemeine geographische Verbreitung der Pflanzen ist auch in den Hauptzügen bedeutend leichter zu verstehen als der Einfluss der Luftfeuchtigkeit und des Niederschlages. Ich habe deshalb meine Untersuchungen besonders darauf gerichtet, die in postglacialer Zeit vorhandenen Wärmeverhältnisse zu erforschen.

Durch die musterhaften Untersuchungen Nathorsts¹⁾ wurde schon in den siebziger Jahren festgestellt, dass die erste Flora, die im südbaltischen Gebiet das vom Eis verlassene Land in Besitz nahm, aus arktisch-alpinen Pflanzenarten, wie *Dryas*, verschiedene *Salix*-Arten, *Betula nana*, *Saxifraga*-Arten u. s. w. bestand. Eigentümlicherweise ist diese Flora allen Nachforschungen ungeachtet nicht in Nordschweden gefunden (Fig. 1), und es ist aus diesen und anderen Gründen möglich, dass dort das Abschmelzen des letzten Restes von Landeis unter solchen klimatischen Verhältnissen stattfand, dass der Kiefernwald direkt am Eisrande wachsen konnte, wie es heutzutage der Fall im Alaskagebiet sein soll. Die heutige alpine Flora Schwedens hätte somit ihre jetzigen Standorte von dem schon sehr früh eisfreien Westen der Halbinsel aus erreicht.

Dass im ganzen südbaltischen Gebiet eine Flora entdeckt wurde, welche die allergrösste Uebereinstimmung mit der jetzigen arktischen hatte, zeigte natürlich, dass das Klima damals ein arktisches war, aber dasselbe schwankt bekanntlich ziemlich innerhalb weiter Grenzen. Bekanntlich sind es die Sommertemperaturen, die für das Pflanzenleben der Arktis besonders wichtig sind, und wenn wir die Julimitteltemperatur, die am charakteristischsten ist, wählen, so stimmt die Juliisotherme für $+ 10^{\circ} \text{C}$. (und eine Vegetationszeit von etwa acht Monaten) auf das allerbeste mit der Polargrenze des Waldes.²⁾ Dagegen haben wir Polarländer, wie Franz Josefs-Land, Parry-Inseln u. s. w., die eine Julitemperatur von nur $+ 2^{\circ} \text{C}$ zeigen (Vegetationsperiode etwa 2—3 Monate). Es fragt sich nun, hat sich die arktische Pflanzenwelt unter den letztgenannten hocharktischen oder unter den letztgenannten subarktischen oder unter irgend

¹⁾ Siehe besonders: Ueber den gegenwärtigen Standpunkt unserer Kenntnis von dem Vorkommen fossiler Glacialpflanzen. K. Svenska Vetensk. Akadem. Handl. Bd. 17 (1891), No. III.

²⁾ Siehe die Karten Tafel I in *Gunnar Andersson*: Zur Pflanzengeographie der Arktis, Hettner's Geogr. Zeitschrift No. 8, 1902.

welchen dazwischenliegenden Verhältnissen nach Schweden verbreitet? Hierüber geben uns die gefundenen arktischen Charakterpflanzen wenig Auskunft, da die meisten ebensogut auf Franz Josefs-Land wie an der Waldgrenze zu finden sind. Dass zur Zeit der arktischen Flora auch eine allgemeine Zunahme der Wärmesumme stattgefunden hat, geht auch daraus hervor, dass in den betreffenden pflanzenführenden Ablagerungen drei verschiedene Horizonte nachgewiesen werden können. Ein unterster *Salix polaris*-Horizont, ein mittlerer *Salix herbacea*-Horizont — diese zwei bilden die Horizonte der kleinblättrigen Weiden — und ein oberster *Salix phylicaeifolia*-Horizont, der grossblättrige, strauchartige Weiden enthält. Es läge nun sehr nahe anzunehmen, dass der erstere hocharktisch sei; dass dies aber nicht der Fall ist, geht daraus hervor, dass man auch in diesen allerältesten nacheiszeitlichen Ablagerungen überall, wo genauere Untersuchungen gemacht worden sind, reichlich Samen etc. von Wasserpflanzen gefunden hat. Die Wasserpflanzen leben aber gar nicht im hocharktischen Gebiet, sondern treten nur da auf, wo die Julitemperatur etwa $+ 6^{\circ} \text{C.}$ erreicht und die Vegetationsperiode etwa fünf Monate dauert. Die vergleichenden Zusammenstellungen, die ich gemacht habe, geben folgende ungefähren Werte der Mitteltemperaturen in Centigraden während der Vegetationsperiode:

Beginn der Zeit der arktischen Flora:

| Mai | Juni | Juli | August | September |
|---------------|-----------------|-------------|---------------|---------------|
| $+ 0^{\circ}$ | $1.5-2^{\circ}$ | 6° | $4-5^{\circ}$ | $1-2^{\circ}$ |

Ende der Zeit der arktischen Flora:

| Mai | Juni | Juli | August | September |
|---------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| $+ 4^{\circ}$ | 7° | 9° | $7-8^{\circ}$ | $3-4^{\circ}$ |

Die letzten Zahlen geben uns eine Vorstellung davon, wie die Wärmeverhältnisse sich gestaltet haben mögen zur Zeit der Einwanderung des ersten Waldes — des Birkenwaldes — in Skandinavien. Die Herrschaft der Birke (*Betula odorata** *tortuosa* Ledeb. = *B. pubescens* Aut.) in den Wäldern Skandinaviens

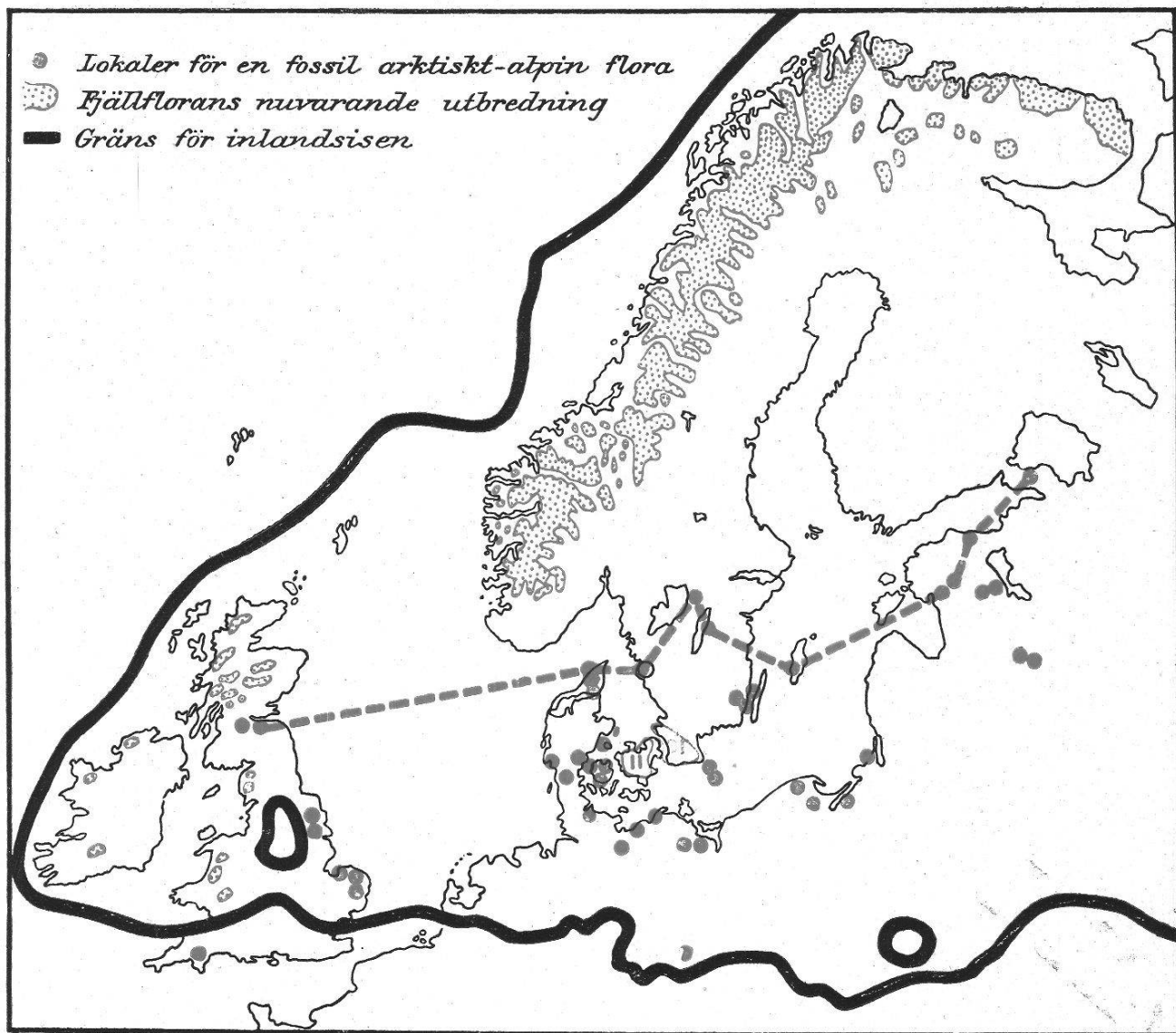


Fig. 1. Die Verbreitung der arktisch-alpinen Flora in Nordeuropa. Die roten Punkte bedeuten fossiles Vorkommen (in Schonen 31, in Seeland 11); die rotgestrichelten Gebiete die gegenwärtige Verbreitung und die schwarze Linie die südliche und westliche Grenze des Inlandseises.

Leere Seite
Blank page
Page vide

war jedoch verhältnismässig von kurzer Dauer, wie uns die dünnen Birkenzonen der Torfmoore zeigen. Gleich nach der Birke kam die Kiefer (*Pinus silvestris*), die viele Jahrtausende hindurch die unbestrittene Gebieterin in den Wäldern von Schweden war. In dieser langen Zeit bereicherte sich allmählich die Flora des Landes und zwar in einer Weise, die uns nötigt anzunehmen, dass die Temperatur allmählich gestiegen ist. In den ältesten Teilen der Kiefern-Zone finden wir nur Eberesche (*Sorbus aucuparia*), Ahlkirsche (*Prunus padus*), Himbeere (*Rubus idaeus*), Schneeball (*Viburnum opulus*), Pulverholz (*Rhamnus frangula*) etc., in den obersten aber neben den genannten auch Bergulme (*Ulmus montana*), Schwarzerle (*Alnus glutinosa*), Hasel (*Corylus avellana*), Sommerlinde (*Tilia ulmifolia*), Weissdorn (*Crataegus monogyna*) etc.

Zusammenstellungen wie die obige für die arktische Flora haben gezeigt, dass die Temperatursummen, die der Vegetation zu Beginn und am Ende der Kiefernzeit, während der Vegetationsperiode, zur Verfügung standen, etwa folgenden Centigraden entsprechen:

Beginn der Periode:

| April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Septbr. | Oktbr. | Nov. |
|-------|--------|------|------|------|---------|--------|------|
| — | + 4—5° | 9° | 12° | 10° | 5—7° | + 0—1° | — |

Ende der Periode:

| April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Septbr. | Oktbr. | Nov. |
|--------|-----|------|------|--------|---------|--------|------|
| + 2—3° | 8° | 14° | 16° | 14—15° | 10—12° | 5—7° | 1—2° |

Als die letzten Wärmesummen überschritten wurden, kam die Zeit der Eiche, und dieser Baum breitete sich denn auch allmählich über die geeigneten Böden von Süd- und Mittel-Skandinavien aus, bis an seine heutige Nordgrenze und sogar über dieselbe hinaus. Die von der endgültigen Verbreitung der Eiche an bis heute — nach grober Schätzung etwa 15,000 Jahre hindurch — andauernden Veränderungen in der Zusammensetzung der vorherrschenden Pflanzenvereine,

d. h. der Wälder, stehen mit irgend welcher weiteren Zunahme der Wärme in keinerlei Beziehung. Sie hängen zusammen mit der Verbreitung zweier neuen Bäume; der Buche, die von Süden her, nach dem Menschen, eingedrungen ist, und der Fichte, die von Osten her die Halbinsel erreichte, zu einer Zeit, als die letzte (Litorina-)Landhebung bereits ziemlich weit vorgeschritten war. Diese beiden Bäume haben auch in der Gegenwart ihre klimatische Grenze in Skandinavien noch gar nicht erreicht. Die Ursachen, warum sie so spät bei uns eingerückt sind, sind noch sehr rätselhaft. Ich glaube jedoch diese Ursache in einer früheren grösseren Verbreitung der Steppe gegen Westen sehen zu müssen. Beide scheuen das Steppenklima und wurden in der Steppenperiode so weit gegen Südwesten bzw. Nordosten zurückgedrängt, dass sie Nordwest-Europa erst sehr spät (Skandinavien) oder gar nicht (die Fichte fehlt in Grossbritannien) erreichten. Gegenwärtig ist dies jedoch nur eine Hypothese, die eine sehr genaue Nachprüfung erfordert.

Wir haben die allgemeine und, so weit wir bis jetzt wissen, gleichförmige Wärmezunahme während der Spätglacialzeit und des grössten Teiles der Postglacialzeit verfolgt, oder — was dasselbe ist — während der Zeit des spätglacialen Eismeeres, des Ancylussees und der ersten Periode des Litorinameeres. Wir haben sie weiter bis zu dem Punkt verfolgt, wo dieselben Wärmesummen, wie in der Gegenwart, Skandinavien zu teil wurden.

Es finden sich jedoch seit alten Zeiten Beobachtungen, die andeuten, dass eine noch wärmere Periode bestanden hat. Das Herabsteigen der Waldgrenze ist im schwedischen Hochgebirge überall beobachtet und, soweit man aus den bis jetzt bekannten Beobachtungen schliessen kann, hat die Kiefer früher — es wurden nämlich nur von diesem Baum und von der Birke Ueberreste gefunden, nicht von der Fichte — in Schweden wenigstens 150—200 m höher auf den Bergen gelebt als heute. Die Frage von den Verschiebungen der Lage der Waldgrenze steht jedoch bekanntlich mit so vielen anderen Verhältnissen ver-

Leere Seite
Blank page
Page vide

schiedener Art im engsten Zusammenhang, dass dieselbe sehr wenig geeignet ist, unser Wissen in Bezug auf die früher vielleicht günstigeren Temperaturverhältnisse zu bereichern. Zur Gewinnung eines solchen Resultates wäre es wohl am besten, eine einzige, leicht als fossil kenntliche Art zu wählen. Von allen Arten, die hier in Betracht kommen könnten, ist der Haselstrauch ohne allen Zweifel der für diese Untersuchung geeignetste, und ich habe deshalb in den letzten Jahren eine eingehende Studie über die frühere und die jetzige geographische Verbreitung dieses Strauches in Schweden vorgenommen. Unter Mithilfe des durch geeignete Artikel und Notizen in den Zeitungen angeregten Publikums habe ich denn auch ein sehr grosses Material bekommen, das jetzt kritisch gesichtet vorliegt.

Fossile Haselnüsse finden sich in einer ungemein grossen Zahl von Torfmooren in Schweden, aber für unsere augenblicklichen Zwecke haben nur die Lokalitäten Interesse die nördlich von der jetzigen Polargrenze der Hasel liegen. Dieselbe scharf zu bestimmen, war eine ebenso wichtige als schwierige Aufgabe. Man findet nämlich an den Küsten des bottischen Meerbusens zerstreute Lokalitäten, die offenbar Reliktenstandorte sind, wo der Strauch nur unter sehr günstigen lokalklimatischen Verhältnissen — wie an steilen Bergwänden oder südlicher, an den Südseiten von Hügeln — sein Dasein hat fristen können. Aber diese Lokalitäten zeigen uns natürlich nicht die wahre klimatische Nordgrenze, die dort anzusetzen ist, wo der Strauch keine vollständige Entwicklung mehr erlangt und kein konkurrenzfähiges Glied der Vegetation mehr ist, selbst an solchen Standorten, welche alle Ansprüche an Bodenbeschaffenheit, Wasser und dergl. genügend befriedigen. Diese Grenze entspricht so genau, wie sie gegenwärtig zu bestimmen ist, der unteren roten Linie auf der zweiten Karte (Fig. 2).

* Siehe Gunnar Andersson. Hasselni. Sverige fordom och nu, in Sveriges Geologiska Undersöknings (Geol. Landesanstalt Schwedens) publikationer, Ser. Ca. Nr. 3 (1902). Mit einem ausführlichen deutschen Resumé.

— Die andere Linie derselben Karte bezeichnet die ehemalige grösste Verbreitung des Haselstrauches in Schweden. Dieselbe gründet sich auf zusammen 219 verschiedene Torfmoorfunde fossiler Hasel, etwa gleichförmig über das ganze Gebiet verbreitet. Der nördlichste Fundort liegt unter $63^{\circ} 43'$ n. Br., 120 M. ü. M., ca. 50 km von der jetzigen Küste entfernt. Mit diesen Tatsachen, die sehr detailliert in meiner Abhandlung dargestellt sind, ist es möglich zu zeigen, dass der Haselstrauch einmal die Hälfte von Schweden oder ca. 220,000 von 450,000 qkm, besetzt hat, aber sich in unseren Tagen auf ein Gebiet von zusammen etwa 84,000 qkm, was annähernd der doppelten Grösse der Schweiz entspricht, zurückgezogen hat.

In einer eingehenden Diskussion der biologischen Ansprüche des Haselstrauches habe ich darzulegen versucht, dass dieses Zurückweichen mit einer Abnahme der Wärmesumme des Sommers und einer gleichzeitigen Verkürzung der Vegetationsperiode zusammenhängt. Die meteorologische Darstellung der Wärmeverhältnisse in den betreffenden Gegenden hat zu dem Ergebnisse geführt, dass die Verbreitungsgrenze der Hasel in der Gegenwart mit der 12° C. Isotherme für August-September und die frühere Verbreitung mit der heutigen $9,5^{\circ}$ C. Isotherme derselben Monate zusammentrifft. Der Unterschied beträgt also $2,5^{\circ}$ C. Ich habe auch die 40-jährigen Mittelwerte von allen Stationen dieser beiden Isothermen berechnet, daraus ergeben sich für die Monate der Vegetationsperiode folgende Mittel:

| Stationen an der | April | Mai | Juni | Juli | Aug. | Sept. | Okt. |
|------------------------|-------|-----|------|------|------|-------|------|
| ehemaligen Haselgrenze | 0,3 | 5,5 | 11,7 | 13,7 | 11,8 | 7,8 | 1,7 |
| jetzigen Haselgrenze | 2,5 | 8,2 | 14,0 | 15,8 | 14,1 | 10,1 | 4,5 |
| Unterschied | 2,2 | 2,7 | 2,3 | 2,1 | 2,3 | 2,3 | 2,8 |

Die Zahlen sind also sehr gleichförmig und als Mittel ergibt sich $2,4^{\circ}$ C. Die Vegetationsperiode war demnach durchschnittlich wenigstens um $2,4^{\circ}$ C. wärmer als heute.

Mit diesem Ergebnis kann man auch die vielen aus Schweden und anderen Ländern (Spitzbergen etc.) bekannten Tatsachen in Einklang bringen. Wir kennen

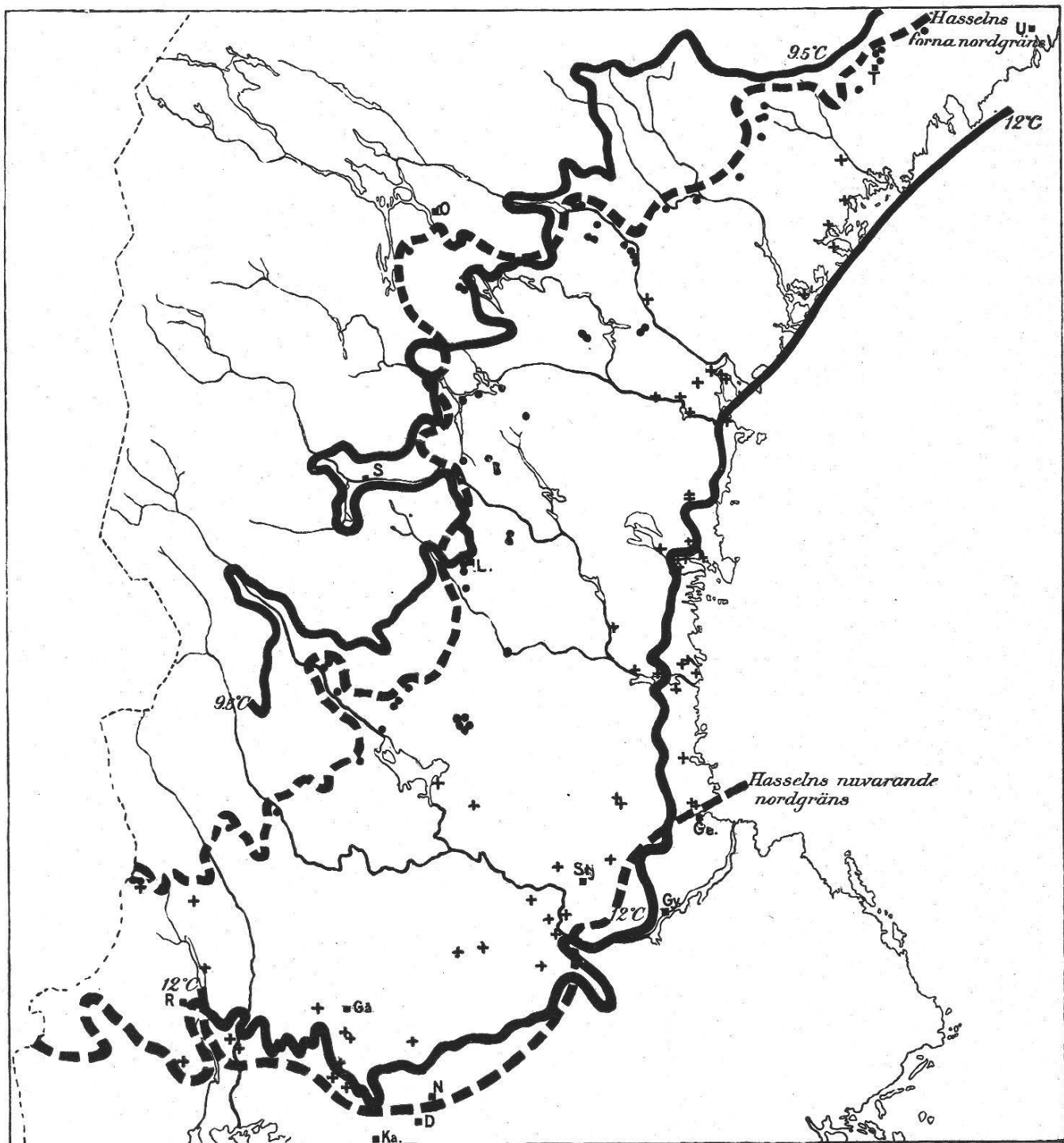


Fig. 3. Kartenskizze, um zu zeigen: teils die Grenze der damaligen grössten Verbreitung der Hasel (die obere durchbrochene Linie) und die damit fast zusammenfallende 9,5^o Isotherme für August und September, teils die heutige wahre Nordgrenze derselben (die untere durchbrochene Linie) und die damit fast zusammenfallende 12^o Isotherme für August und September. Die westlichsten Lokalitäten der fossilen Hasel sind mit •, die Reliktenfundstellen mit + bezeichnet.

Leere Seite
Blank page
Page vide

viele Pflanzen (*Trapa natans*, *Najas marina*, *Tilia*, *Alnus glutinosa*, der Eiche, *Carex pseudocyperus* und mehrere andere), die ehemals eine grössere, aber bis jetzt nicht genauer bekannte Verbreitung gehabt haben. Auch Tiere, sowohl Meerestiere (*Mytilus edulis* früher in Nordgrönland, Spitzbergen, König Karls Land; Tapes-Arten im Nordseegebiet) als Landtiere (die kleine Molluske *Acme polita* in Schonen, der Hirsch in Dalekareien) kennen wir, die früher weiter gegen Norden verbreitet waren. Aber bei keinem einzigen Lebewesen haben wir sichere Gründe, um eine grössere Wärmeveränderung, wie die für die Hasel gefundene, anzunehmen. Sie finden sich auch alle in Schichten, die denjenigen, welche die fossilen Haselnüsse enthalten, ungefähr gleichartig zu sein scheinen.

Diese Zeit scheint einem nicht weit hinter uns liegendem Teil der Postglacialzeit anzugehören, oder etwas früher bestanden zu haben, als der höchste Stand des Litorinameeres.

Aus Ablagerungen ebendesselben Alters stammen die ältesten bekannten Funde von Kulturgeräten aus der neolithischen Steinzeit von Schweden. Es kann sein, dass der Mensch etwas früher eingewandert ist, aber bis jetzt haben wir keine sichere Belege dafür. Sicher ist dagegen, dass der Mensch nur von dem Hund begleitet, von Süden her in Schweden eingezogen ist und sich zuerst längs den Küsten verbreitet hat, wo seine ältesten Ueberbleibsel desselben Alters sind, wie die der Eichenzone der Torfmoore.

Sind die archäologischen, absoluten Altersbestimmungen die O. Montelius für die verschiedenen Stadien der Bronzezeit von Schweden und für den Uebergang der Bronzezeit in die Steinzeit gegeben hat richtig, so kann man, auf dieses fussend, eine ungefähre Schätzung der absoluten Zeit machen, die seit dem ersten Auftreten des Menschen in Schweden verflossen ist, dessen Einwanderung wie gesagt, etwa mit dem wärmsten Klima zusammenfällt. Man kann auch von anderen Voraussetzungen ausgehend, zu absoluten Zahlen gelangen, und alle Berechnungen stimmen darin überein, dass etwa zehntausend Jahre seit

der obengenannten wärmeren Periode verflossen sein müssen. Dieser Wert mag zwei, dreitausend Jahre zu hoch oder zu niedrig sein, aber es kann sich aller Wahrscheinlichkeit nach nicht um das doppelte oder dreifache dieser Zahl handeln.

Ich habe nun die Hauptfragen der allgemeinen nacheiszeitlichen geographischen und klimatischen Entwicklungsgeschichte Schwedens gestreift. Vieles wäre noch zu erörtern, aber die Zeit erlaubt es nicht. Was die letzten Ursachen der Wärmeabnahme anbetrifft, so sei noch auf die eingehende Behandlung dieses Problems von N. Ekholm: *On the variations of the climats of the geological and historical past and their causes*. Quart. Journ. of the R. Meteor. Soc. Vol. 27 (1901) nr. 117, von astronomisch-meteorologischem Gesichtspunkt aus verweisen. Seine Untersuchung führt zu der Annahme, dass die Veränderungen, denen die Erdachse in ihrer Stellung zur Ekliptik unterworfen ist, genügen, um die seit der grössten Verbreitung der Hasel stattgefundene Wärmeabnahme zu erklären. Hiemit steht auch in Einklang, dass die schweizerischen Forscher sehr kleine oder selbst gar keine Tatsachen, die für eine wärmere postglaciale Periode in der Schweiz sprechen würden, gefunden haben. Für die grösseren Schwankungen des Klimas, zum Beispiel die der Eiszeiten, nimmt er dagegen Veränderungen des Kohlensäuregehalts der Atmosphäre an.

Kordofangummi und botanische Ergebnisse einer Reise in dem östlichen Sudan.

Von **Dr. J. David-Kairo.**

(Referat nach dem Protokoll und eigenen Aufzeichnungen
von Dr. E. Neuweiler).

Nach der Besiegung des Mahdi und der Eroberung von Omdurman durch Kitchener im Jahre 1898 war der Vortragende der erste Europäer, der mit seinem Bruder diese Gegenden, die in der Weltgeschichte