

Über pleistozäne Pflanzenrefugien in Grönland

Autor(en): **Gelting, Paul**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

Band (Jahr): **17 (1941)**

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-585497>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

c) ZUR FRAGE DER EISZEITÜBERDAUERUNG VON PFLANZEN IN GRÖNLAND

Vorbemerkung der Redaktion. Wir freuen uns, von 2 namhaften Grönlandforschern, einem Botaniker und einem Geologen, Ausführungen zur Frage der Eiszeitüberdauerung von Pflanzen in Grönland veröffentlichen zu können. Da die Autoren nicht den gleichen Standpunkt zur Frage einnehmen, legen wir Wert darauf zu betonen, daß die Arbeit von C. E. WEGMANN bereits fertig vorlag, als er diejenige von PAUL GELTING zur Übersetzung aus dem Dänischen ins Deutsche erhielt.

4.

ÜBER PLEISTOZÄNE PFLANZENREFUGIEN IN GRÖNLAND

(mit 5 Abbildungen)

von PAUL GELTING, Kopenhagen.

INHALT:

Einleitung (Geschichtliches, Geologie, Klima, Schneedecke und Schneedauer als klimatischer Faktor, Floristik)	Seite 74
Die jungpleistozänen Pflanzenrefugien (Allgemeines, Refugien der Nordostküste, der Südostküste, der Westküste, der Nordküste)	„ 78
Die Durchquerungszone und das alt-mittel-pleistozäne Refugium in Nordgrönland	„ 83
Kontinentalverschiebung und Polwanderung	„ 88
Alt-mittel-pleistozäner Pflanzenaustausch zwischen Nordamerika und Eurasien über Nordgrönland	„ 89
Literatur	„ 95

Einleitung.

Die Theorie über die Pflanzenrefugien entstand als natürliche Folge der Lehre über die Eiszeit. Für die Alpen ist man mit dem Gedanken an Refugien schon seit den Tagen HEER's, CHRIST's

und ENGLER's vertraut. Für Skandinavien stellten die Arbeiten von TH. C. E. FRIES (1913) einen großen Fortschritt dar; die gleiche Bedeutung hatte der Nachweis pleistozäner Pflanzenrefugien in Neufundland, Labrador und im St. Lorenzgolfe durch M. L. FERNALD (1923, 1925). In den letzten Jahren wurden manche neue Refugien im atlantischen Sektor nachgewiesen (NORDHAGEN 1935, 1936, LYNGE 1933, GELTING 1934). In Ostgrönland hatte schon KRUUSE im Jahre 1911 ein Refugium nachgewiesen. Für die Frage nach der Herkunft, und den Einwanderungswegen der arktischen Flora ist es wichtig, die Lage und Ausdehnung dieser Zufluchtsstätten zu kennen. FERNALD, NORDHAGEN und NANNFELDT (1935) haben durch ihre Studien kritischer und polymorpher Arten die Bedeutung der Refugien und der Isolation für die Artbildung unterstrichen. HULTÉN (1927—30, 1937) hat nicht nur unser Wissen über die Pflanzenverbreitung in den Ländern am Behringsmeer vergrößert, sondern auch zu einer Klarlegung der Wanderungswege verschiedener Arten durch die Kontinente beigetragen. TOLMATSCHEW (1930) gab wichtige Beiträge zum Verständnis der Pflanzenwanderungen durch den Norden Eurasiens; STEFFEN (1924, 1937) beschäftigte sich mit dem Steppenelement in der arktischen Flora. Gleichzeitig drängte sich die Frage nach der früheren Landverbindung über den Nordatlantik in den Vordergrund.

Schon WARMING (1889) behauptete, daß sich der Grundstock der grönländischen Flora während der Eiszeit im Lande aufgehalten habe; seine Liste ist reich an Arten, bei denen man eine Häufung in denjenigen Küstenabschnitten findet, die immer wieder als Schlüsselstellungen für die Refugientheorie dienen. Bei den Diskussionen über das Alter der Flora wurde daher auch nie eine „tabula rasa“ in Betracht gezogen. NATHORST (1892) stellte sich vor, daß die Nunatakflora die Eiszeit teilweise überleben konnte und sogar SEIDENFADEN und SÖRENSEN (1937), die sich in der Hauptsache zu einer postglazialen Einwanderung bekennen, lassen für die ausdauernden Arten ein kleines Ventil offen. Es dürfte aber kaum Zweifel darüber herrschen, daß wir, besonders für die Flora Nordgrönlands, ein sehr hohes Alter annehmen müssen. Etwas anders stellt sich die Frage für Südgrönland, wo jüngere Elemente sich stark geltend machen.

Während die älteren Autoren annahmen, daß besonders wilde und hohe Gebirgsgegenden während der letzten Eiszeit eisfreie Nunataks waren, bekam man in den letzten Jahren quartärgeologische Anhaltspunkte für weit größere eisfreie Gebiete. LAUGE KOCH's Nachweis (1928) verschiedener unvereister Gebiete an der Nordküste Grönlands, sowie I. P. KOCH's und WEGENER's Darlegung, daß die Hochfläche der Großen Koldeweyinsel nie ganz vereist war, verdient die größte Aufmerksamkeit. Leider wurden diese Gebiete nur hin und wieder durch die botanischen Untersuchungen berührt.

Geologie: Geologisch wird Grönland durch zwei kristallinische Blöcke gekennzeichnet, einen im Norden und einen im Süden. Zwischen diese beiden Blöcke keilt sich etwa in der Mitte der Ost- und Westküste je ein Sedimentgebiet, von basaltischen Intrusionen durchsetzt und von Basaltdecken überlagert. Gegen Norden wird der nördliche Block von Sedimenten umsäumt. In den Kristallingebieten ist der Untergrund am kalkärmsten; in den Sedimentgebieten ist er oft kalkreich. Die Flora Südgrönlands ist daher hauptsächlich eine Silikatflora, während Nordgrönland in höherem Grade eine Kalkflora beherbergt. Immerhin fehlen Kalkpflanzen in Südgrönland so wenig wie die Silikatgesteinsarten in Nordgrönland.

Klima: Nordgrönland gehört dem arktischen kontinentalen Gebiete an. Südgrönland, namentlich die Südostküste, hat ein milderes und feuchteres Klima. Die ostgrönländische Packeisströmung hat eine Temperaturanomalie zur Folge, die dem Klima ein kontinentaleres Gepräge gibt, als den Gegenden derselben geographischen Breite an der norwegischen Küste, wo der Golfstrom eine gegenteilige Anomalie bewirkt. Nördlich von Scoresbysund an der Ostküste und nördlich Sukkertoppen an der Westküste herrscht Kontinentalklima, das überall mit dem Abstand von der Außenküste und im großen und ganzen auch mit der höheren Breite zunimmt. Für die Pflanzenwelt und ihre Wanderungen ist diese Verteilung von außerordentlicher Bedeutung; andere Faktoren haben jedoch auch bestimmenden Einfluß. Einer derselben ist die winterliche Schneedecke.

Schneebedeckung und Schneedauer als bodenklimatischer Faktor: Die Tiefe und Dauer der Schneedecke hängt innerhalb der verschiedenen orographisch bedingten Varianten vom Klima ab. Südostgrönland ist trotz seiner süd-

lichen Lage (oder vielleicht gerade infolge derselben) reicher an Schnee, aber auch an Regen, als Nordgrönland. Die Schneebodenvegetation ist daher in höherem Grade ein Kennzeichen für Südostgrönland als für den Norden. Im trockenen Nordostgrönland tritt dagegen der orographisch bedingte Schneeboden als mikroklimatisches „Refugium“ für die Nivalflora auf. Diese Schneedecken bilden somit den Schutz, unter dem die feuchteliebende und mehr ozeanisch geprägte Nivalflora in ein kontinentales und arides Klimagebiet eindringen kann; auf dem Schneeboden herrscht nämlich ein besonderes Klima: Der ausgleichende Einfluß auf den jährlichen Temperaturgang und seine Rolle als fast einziger Wasserspender dürfte ausschlaggebend sein. Daher ist es verständlich, daß ausschließliche Arealstudien uns die nötige Einsicht in die Lebensnotwendigkeiten der Pflanzen und ihre klimatischen Ansprüche nicht geben können; dazu müssen auch die Standortbedingungen bekannt sein.

Innerhalb der Schneebodenvegetation kann man nach dem Sommertemperaturverlaufe in groben Zügen zwei Typen unterscheiden: der *Warmboden*, der verhältnismäßig früh schneefrei und gut besonnt wird, und der *Kaltboden*, der später schneefrei und weniger gut besonnt wird. Auf dem Warmboden sammeln sich die „südlichen“, auf dem Kaltboden die „nördlichen“ Arten. Daß der Warmboden bei Klimadepressionen und der Kaltboden in Wärmeperioden für ihre Pflanzen „konservierende“ Bedeutung hatte, dürfte einleuchtend sein. Der orographisch bedingte Schneeboden ist oft in scharfe Zonen geteilt; in der Natur kann man daher Warm- und Kaltboden innerhalb kurzer Abstände finden; auf einem kleinen Areal können daher Pflanzen mit sehr verschiedener ökologischer und klimatischer Anpassung vorkommen. Bei der Beurteilung des Pflanzenerhaltungsvermögens der eiszeitlichen Refugien muß dies berücksichtigt werden.

Im Gegensatze zur Nivalflora zeigt eine Reihe von „Windpflanzen“ eine ausgesprochene Affinität zu winterschneefreiem Untergrund. Durch ihre Scheu vor der winterlichen Schneedecke kennzeichnen sie sich als Kontinentalpflanzen; an ihrem Standorte sind sie einem vollausgebildeten Kontinentalklimatyp ausgesetzt.

Floristik: Sowohl WARMING als ROSENVINGE (1896) arbeiteten mit einer Einteilung in nördliche und südliche Typen; mit Ergänzungen und Unterabteilungen verwendete sie auch PORSILD (1920) bei seiner Bearbeitung der Flora von Disko. Diese Typen gehen, wenn auch mit ein wenig anderen Namen und einer leicht verschiedenen Abgrenzung, in die OSTENFELD'sche Einteilung (1926) über; zu diesen fügten jüngere Forscher (SÖRENSEN 1933, GELTING 1934, BÖCHER 1938) den wichtigen Unterschied zwischen ozeanischen und kontinentalen Typen, der richtig angewendet, von bleibender Bedeutung sein kann. Eine genauere Abgrenzung der Nivalflora und Untersuchung ihres Verhältnisses zum ozeanischen Elemente wurde bis jetzt nicht versucht, würde aber sicher manches Bedeutungsvolle zu Tage fördern. Durch die Einführung der Punktkarten ist die Kenntnis der Artverteilung in Grönland stark gestiegen.

Die jungpleistozänen Pflanzenrefugien.

Wir folgen hier GAMS (1933) in seiner Einteilung des europäischen Quartärs:

Altpleistozän	(Donau), Günz, Mindel
Mittelpleistozän	Riß-Zeiten
Jungpleistozän	Würm
Holozän	Postglazial

Man weiß nicht, wie viele und welche dieser Eiszeiten in Grönland vertreten sind; es scheint aber, daß der letzten Eiszeit eine größere vorangegangen sei; ausgehend von Analogien mit Europa scheint man darüber einig zu sein. Es ist aber, wie wir später sehen werden, möglich, daß während der alt- und mittelpleistozänen Eiszeiten ein Inlandeis geringeren Ausmaßes Grönland bedeckte.

Das jetzt eisfreie Küstenland trägt viele Spuren der Eisüberflutung während der letzten Eiszeit. Das Eis bedeckte aber nicht das ganze Land. Da die letzte Vereisung zeitlich der Würmeiszeit am nächsten liegt, können wir uns erlauben, dieselbe als Würm zu bezeichnen; dabei muß man sich aber daran erinnern, daß sich dieser Zeitraum in denjenigen, der in Europa als Holozän bezeichnet wird, erstreckt.

Wenn die Vereisung sogar während der größten Vorstöße (die nicht für das ganze Land synchron zu sein brauchen) nicht

den ganzen Küstengürtel bedeckte, so dürfte ein Grund dafür in der Form des Küstenlandes liegen. Eine Tieflandküste verschwindet eher unter dem Eise als eine Gebirgs- und Fjordküste. Viele Gebirgspartien waren zu steil, um größere Hochland-eismassen zu tragen. Infolge ihrer großen Höhe waren sie im Stande, den Gletschern des Inlandeises den Weg zu versperren. Mehrere solche Gebirgsgegenden wurden als Zufluchtsorte für Pflanzen während der Eiszeiten bezeichnet. Dazu muß der Verfasser bemerken, daß diese Gebirgslandschaften kaum genügen, um die Flora zu beherbergen, die er als überdauert betrachtet. Auch flaches Land und vor allem Halbnunataks mit eisfreier Küstenlinie sind dazu nötig. Wo diese Zufluchtsorte lagen, darüber legen ganz bestimmte Pflanzenhäufungen Zeugnis ab.

Refugien der Nordostküste: In einer früheren Arbeit (GELTING 1934) wurde gezeigt, daß es an der Nordostküste Gebiete gibt, die bemerkenswerte Pflanzenhäufungen zeigen, so z. B. die Gegenden an der Mündung des Scoresbysundes und bei der Clavinginsel. Die Häufungen um die Dovebucht sind weniger bezeichnend; aber es kann kein Zweifel darüber herrschen, daß auch dort jungpleistozäne Refugien lagen; sie dürften auf der Großen Koldeweyinsel und, für die Nunatakflora, im Dronning Louise-Land zu suchen sein.

Im Küstenabschnitte zwischen Scoresbysund und der Dovebucht besitzt der Basalt und die Sedimente eine größere Ausbreitung als auf den übrigen Küstenstrecken; aber auch Kristallin tritt auf, besonders im nördlichen Teile. Das Küstenland bildet eine Schollentreppe (WEGMANN 1939) mit Hochflächen und tiefen Fjorden und Tälern. Ein breiter Sockel (untermeerische Schollentreppe) begleitet die Küste; er kann eine Breite von 120 km erreichen. Die Bänke dieser untergetauchten Landschaft bestehen wohl aus Moräne. Alles deutet darauf hin, daß während der letzten Eiszeit lange Gletscher durch die Fjorde und Täler flossen; die Hochflächen waren teilweise mit Eis bedeckt. Immerhin gibt es längs der Außenküste Gebiete, die gegen die Vereisung von Westen her geschützt waren, so z. B. die zerrissene Liverpoolküste. Die Seitenmoränen sind oft sehr deutlich; auf der Clavinginsel steigen sie bis etwa 800 m ü. M., in der Dovebucht sicher über 700 m. Von den Stirnmoränen sind oft nur die beiden Flügel erhalten; in ihrem Aufbau zeigen sie oft große Ähnlich-

keit mit dem Salpausselkä in Finnland. Der distale Teil ist in Grönland meist marin (*Saxicava arctica*), während der proximale Teil aus typischem Moränenmaterial besteht. Diese Moränen stammen sicher von der letzten Eiszeit und ihren späteren Stadien. Die postglaziale marine Grenze kennt man nicht mit Sicherheit. Die Untersuchungen des Verfassers in der Dovebucht 1938—39 zeigen, daß die von früheren Autoren angegebenen Werte für die Höhen der Terrassen nicht alle marinen Bildungen entsprechen; einige der von GELTING (1934, 1936) u. A. dargestellten Anschauungen müssen daher richtiggestellt werden.

Die drei Refugien der Nordostküste zeichnen sich durch eine floristische Häufung aus: so z. B. die Mündung des Scoresbysundes: *Arabis arenicola*, *A. Holboelli* (beide sonst nicht an der Ostküste); *Draba sibirica* (sonst nicht außerhalb Eurasiens); *Ranunculus pygmaeus*, var. *Langeana* (für diese Pflanze spielten vielleicht die warmen Quellen eine Rolle) *Saxifraga tricuspidata* (beide sonst nicht an der Ostküste); dazu kommt auf Milne-Land: *Dryopteris fragrans*.

Um die Clavingerinsel sind folgende Arten gehäuft: *Carex sparsiflora* (einziges Vorkommen in Grönland); *Dupontia Fischeri* (sonst nicht in Ostgrönland) *Polemonium boreale* (sonst nicht in Grönland); *Potentilla rubella* (endemisch?); *Potentilla stipularis* (sonst nicht außerhalb Asiens). Im Gebiete der Dovebucht gibt es nur eine einzige Art, die es vor den anderen Refugien der Ostküste auszeichnet, nämlich: *Braya Thorild Wulffii* (auch auf der Nordküste), daneben einige die sonst nur in den anderen Refugien gefunden wurden. Übrigens ist der Küstenstreifen zwischen Scoresbysund und der Dovebucht durch folgende Arten vor der übrigen Ostküste ausgezeichnet: *Arenaria pseudofrigida*, *Arctostaphylos alpina*, *Braya humilis*, *B. linearis*, *Carex parallela*, *C. ursina*, *Draba altaica*, *Eriophorum callitrix*, *Epilobium arcticum*, *Gentiana tenella*, *Minuartia stricta*, *M. Rossi*, *Primula stricta*, *Saxifraga hieracifolia*, *S. Hirculus*, *S. Nathorsti* (endemisch) und mehrere andere.

Andere Arten zeigen eine deutliche Häufung auf diesem Küstenabschnitt; man muß daher annehmen, daß sie die letzte Eiszeit hier überdauert haben; sie kommen aber auch (vermutlich in Verbindung mit Refugien) auch an anderen Küstenabschnitten vor. Solche Arten sind: *Agropyron latiglume*, *Carex pedata*, *C. supina*, *Draba alpina*, *D. crassifolia*, *D. nivalis*, *Braya*

purpurascens und viele andere. Man kann sich von dem Eindrucke nicht freimachen, daß viele Punkte der Küste für Pflanzen bewohnbar waren; die floristische Methode zur Lokalisierung der Refugien reicht hier nicht aus. Die Kenntnis der ökologischen und klimatischen Bedürfnisse ist daher umso wertvoller. Es ist ja unmittelbar einleuchtend, daß wenn ein Teil der selteneren und oft mehr spezialisierten Arten die letzte Eiszeit überlebt haben, auch ein ganz großer Teil der gewöhnlicheren und widerstandsfähigeren Pflanzen ebenfalls dort geblieben sind. Wenn nun die Ostküste zwischen Scoresbysund und der Claveringinsel sich vor den anderen Küstenabschnitten auszeichnet, so deutet dies darauf hin, daß hier besondere Verhältnisse vorlagen. Wenn man sich aus der Art der gehäuften Flora ein Bild über die Naturverhältnisse des Jungpleistozän machen will, kommt man zu folgendem Ergebnis: Es gab eisfreie Tieflandgebiete, die durch Hochland gegen das Inlandeis im Westen geschützt waren. Es gab eine eisfreie Küstenlinie mit halophilen Pflanzen.

In postglazialer Zeit konnten viele Pflanzen ihr Areal vergrößern; dies geschieht auch weiterhin und kann auf den freigelegten Gletscherböden und den gehobenen marinen Terrassen beobachtet werden. Namentlich den kontinentalen Geröllpflanzen gelingt es zuerst, diese Gebiete zu besetzen. Die Schneebodenpflanzen und die Moosbegleiter wandern langsamer gegen das Inland. Für sie bildete wohl die in neuerer Zeit einsetzende trockenere Klimaperiode ein Hindernis auf ihrer Wanderung landeinwärts. Für viele Arten war die Nord $\rightleftharpoons$ Südwanderung in postglazialer Zeit gering; in dieser Richtung entspricht ihre Ausbreitung mehr oder weniger dem Refugienareal.

Refugien der Westküste: Auf dieser Küstenstrecke erhielt WARMING seine botanischen Eindrücke. Zwischen Disko und Julianehaab wurden so viele interessante Pflanzen gefunden, daß es vorläufig unmöglich ist, die einzelnen Refugien auseinander zu halten. Hier lag wohl ein teilweise eisfreier Küstenstreifen oder eine Reihe von Halbnunataken, zwischen denen das Inlandeis seine Gletscher auf den jetzigen Schelf hinausfließen ließ. Die floristischen Verhältnisse des nördlichen und des südlichen Teiles dieses Küstenlandes sind sehr verschieden. Die Strecke ist so lang, daß auch während der letzten Eiszeit

im nördlichen und südlichen Teile sich klimatische Verschiedenheiten geltend machten.

Eine Flora mit verhältnismäßig südlichem Gepräge wurde von PORILD (1902) auf Disko nachgewiesen; dieses Element zeigt eine Affinität zu den warmen Quellen. PORILD betrachtet es nicht als unwahrscheinlich, daß ein Teil der Arten Diskos die letzte Eiszeit überlebt hätten; er glaubt aber, daß das thermophile Element postglazial eingewandert sei. Was die warmen Quellen gerade für die thermophilen Arten während der Eiszeit bedeutet haben können, braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden. Die Quellen wurden als Nachwirkungen des tertiären Vulkanismus betrachtet; sie können auch während der Quartärzeit tätig gewesen sein. Auf der Insel Disko häufen sich verschiedene „bizentrische“ Arten; sie machen ein Refugium wahrscheinlich. Man kann sich vorstellen, daß die hohen Berge der Insel die Gletscher des Inlandeises abgelenkt haben, sodaß die Westküste der Insel, die sich durch die warmen Quellen auszeichnet, teilweise eisfrei war, während mächtige Gletscher durch das Vaigat und die Diskobucht vorstießen.

Südlich von Disko sind große Teile der Küste zwischen Agto und Julianehaab verdächtig. Südlich von Julianehaab gibt es eine warme Quelle mit einer Temperatur von $+40^{\circ}\text{C}$. (HARTZ 1898). Das Vorkommen von *Sisyrinchium angustifolium* wird jetzt als Einschleppung durch die alten Vikinger aus Vinland (Nordamerika) gedeutet (IVERSEN 1938). Nördlich von Disko darf man auf Nugsuak, Svartenhook und an anderen Orten mit Refugien rechnen. Sogar in der Melvillebucht war die Vereisung nicht vollständig (LAUGE KOCH 1928). Die Frage nach dem Alter der Flora auf der Westküste wird dadurch einigermaßen kompliziert, daß man eine postglaziale Einwanderung von Westen her nicht in gleichem Maße außer Betracht lassen kann wie für die Ostküste.

Refugien auf der Nordküste: Das einzige bisher bekannte Tieflandrefugium ist der Herlufholm Strand auf dem Pearyland (LAUGE KOCH 1928). Nach CHAMBERLIN (1895) gab es möglicherweise mehrere, was aber von SALISBURY (1895) bestritten wird. Die Flora ist nur unvollständig bekannt. Die Kalkflora macht sich auch hier geltend; die kalkhaltigen Sedimente erstrecken sich weit in den nordamerikanischen Archipel hinein, mit dem die Nordküste während der ganzen Quartär-

zeit Arten austauschen konnte, da sich hier die Nordgrenze der quartären Vereisung befand. Die Flora besteht überwiegend aus Arten, die hier während langer Zeiten gelebt haben können. Es ist eine lokale Frage, ob die Arten auf der einen oder anderen Seite des Smithsundes und des Kennedykanales überdauert haben.

Wollen wir uns zum Schlusse ein Bild der Vereisung in jung-pleistozäner Zeit machen, so dürfte es etwa folgendermaßen ausfallen: Selbst wenn diese Vereisung die größte war, die Nordgrönland im Quartär bedeckt hat, gab es doch an vielen Orten Pflanzenrefugien. Die direkte Verbindung mit dem Pflanzenleben der vorhergehenden Zeiten wurde auch diesmal nicht abgerissen. In gewissen Küstenteilen spielten warme Quellen möglicherweise eine Rolle.

Die Durchquerungszone und die alt-mittel-pleistozänen Refugien in Nordgrönland.

Die Häufungen auf dem mittleren Teile der Ost- und Westküste haben schon oft die Aufmerksamkeit auf sich gezogen. Die beiden Fjordgebiete zeigen große klimatische und edaphische Ähnlichkeiten. Die Vorkommen „bizentrischer“ Arten verlangen einen Verbindungsweg. OSTENFELD stellte sich vor, daß der Wind Diasporen über das Inlandeis geweht habe. GELTING (1934) schlug eine Refugientheorie vor, die eine frühere Verbindung über eisfreies Land voraussetzt. Einen ähnlichen Gedanken drückt HULTÉN (1937) aus, indem er sich das Inlandeis in zwei Schilde geteilt denkt; diese Verteilung der Höhenverhältnisse hatte schon LAUGE KOCH (1923) beschrieben.

Betrachtet man das Areal der beiden Arten *Braya humilis* und *Gentiana tenella* (Abb. 1), so umschreiben die Verbindungslinien eine Querzone, der die beiden Arten vielleicht gefolgt sind; dieser Streifen verläuft aber nicht genau Ost-West, sondern schräg, etwa parallel der Südostküste. Diese „Linie“ tritt immer wieder auf, nicht nur bei einer Anzahl von „bizentrischen“ Arten, sondern ebenso für viele nördliche Arten mit mehr oder weniger geschlossenem Areal nördlich um Grönland herum. Ganz offenbar haben viele Arten ihre vollständige oder hauptsächliche Verbreitung in Grönland nördlich dieser Linie. In diesem Gebiete herrscht Kontinentalklima. Man könnte daher die Grenze

durch die klimatischen Bedingungen erklären. Dies trifft, wenn auch nicht ausschließlich, zu. Die Geschichte der Flora spielt aber dabei auch eine Rolle; um sie zu begreifen, müssen wir weiter zurückgreifen. Dabei taucht der Gedanke auf, daß Grönland südlich dieser Linie einmal mehr vereist gewesen sei als nördlich davon. Hat die Vereisung vielleicht in Südgrönland begonnen?

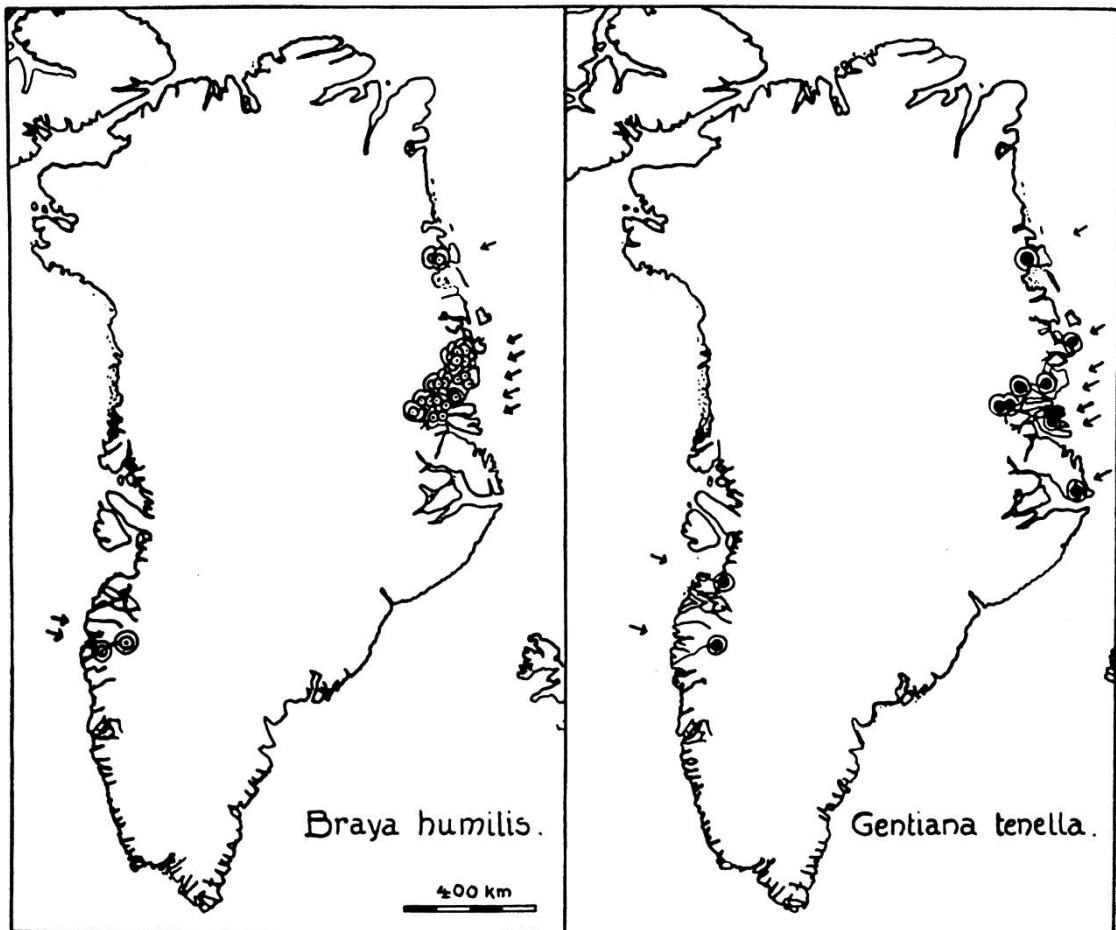


Abb. 1. a) Verbreitung von *Braya humilis* in Grönland.

Abb. 1. b) Verbreitung von *Gentiana tenella* in Grönland.

Für diese Annahme sprechen mancherlei Gründe. Die Lage Südostgrönlands im Verhältnis zum atlantischen Ozean, der als Niederschlagslieferant wohl immer das Eismeer übertraf, sowie die Höhe der Küstengebirge sprechen entschieden dafür. Die Niederschlagsmessungen der WEGENER-Expedition (FRITZ LOEWE 1935) zeigen, daß die Zone maximaler Niederschläge etwa 100 km innerhalb des Eisrandes liegt. Nach FRITZ LOEWE haben die Gebirge des Südostens auch noch eine andere Wirkung: sie fangen einen Teil der Niederschläge auf ihrer

Außenseite ab, und wirken so abschirmend. Hier sind wir nun im Kernpunkt des Problems: hat sich im Hinterlande der Südküste einmal eine Eismasse gebildet, so wird sie früher oder später einmal ein Stadium erreichen, über das sie nicht hinauswachsen kann, da die Abschirmwirkung immer stärker wird. Den atlantischen Luftmassen, die über das Südland kommen, wird ihre Feuchtigkeit in den Küstenländern abgezapft; ins Binnenland kommen sie als trockene Fallwinde oder warme Föhne. Wir können daher mit einer großen Wahrscheinlichkeit rechnen, wenn wir annehmen, daß die Inlandeisbildung als wachsende Vereisung im Südosten zur Bildung eines Eisschildes führte, und weiter: als ein gewisses Stadium erreicht war, wurde der Zustand stationär bis veränderte Klimaverhältnisse oder andere grundlegende Ereignisse ein weiteres Vorücken gegen Norden begünstigten. Daß dies geschah, darüber dürfen wir nicht im Zweifel sein.

Damit kommen wir zu einer Vorstellung über die Bildung des Inlandeises, die in wesentlichen Punkten von dem abweicht, was man sich bis jetzt gewöhnlich vorgestellt hat. Man scheint bis jetzt immer von der Annahme ausgegangen zu sein, daß die mittelpleistozänen Vergletscherungen größer waren als die jungpleistozänen. Dies ist aber gar nicht sicher. Nach der hier vertretenen Ansicht scheint es im Gegenteil wahrscheinlich, daß die jungpleistozäne die größte war. Es sollte versucht werden, diese Frage zu diskutieren, da sie nahe verwandt ist mit brennenden Fragen über das Alter der Floren von Nordskandinavien und Kanada; für diese Gegenden gleichzeitige und gleich große Eisvorstöße wie an der Südgrenze in Mitteleuropa anzunehmen, wäre sehr gewagt. Ist der Gedanke, daß die jungpleistozäne Vergletscherung größer war als die alt-mittel-pleistozänen, einmal aufgetaucht, so kann er nicht ohne weiteres abgewiesen werden. Er sollte daher einmal als Arbeitshypothese verwendet werden. Damit soll das absolute Alter des Südosteisschildes nicht festgelegt werden, ebensowenig wie die Frage entschieden werden soll, ob er sich ein oder mehrere Male gebildet habe. Es wird immer schwieriger sein, seine einzelnen Stadien quartärgeologisch nachzuweisen; in diesem Lichte könnte daher die Hypothese zweifelhaft erscheinen. Vom klimatologischen Gesichtspunkte aus aber ist sie wahrscheinlich; biogeographisch ist sie sogar von zwingender Notwendigkeit.

Die jetzige Florenverteilung zwingt uns, anzunehmen, daß es in der Vergangenheit vielen nordgrönländischen Pflanzen möglich war, das Inland zu durchqueren; die jetzige Isolation auf den beiden Längsküsten wäre dadurch zustande gekommen, daß sich das Inlandeis zwischen beide hineinschob. Wir dürfen kaum daran zweifeln, daß das Eis von Süden her kam. Das Vorrücken kann lange Zeit in Anspruch genommen haben, vielleicht vom Alt- bis zum Jungpleistozän, durch Stillstände und Rückzüge, vielleicht sogar durch Interglazialzeiten unterbrochen. Eine genaue Datierung der verschiedenen Stadien soll hier nicht versucht werden.

Für Nordgrönland dürfen wir uns ein alt-mittel-pleistozänes Refugium von größter Ausdehnung mit freiem Pflanzenaustausch zwischen Ost und West vorstellen. Daß das Klima während langen Zeiten kontinental war, darf man aus der Lage und aus der überlieferten Flora des Refugiums schließen; aber auch Nordgrönland ging von einer ariden in eine nivale Periode über; damit kam das Inlandeis und die Nivalflora.

Der Begriff der Durchquerungszone ist von großer regionaler und allgemeiner Bedeutung. Mit seiner Hilfe haben wir dem Lande seine jungpleistozäne Eisbedeckung sozusagen abgeschält und uns in seine Vergangenheit hineingearbeitet zu einer älteren Kontinental- und einer ein wenig jüngeren Nivalflora. Wir dürfen aber nicht ohne weiteres behaupten, daß die einzelnen Arten das Land auf der Querzone (die aus den jetzigen Standorten abgeleitet wird) wirklich durchwandert haben; die Arten können sich auch später noch verschoben haben. Wir haben vor uns einen Vorgang, bei dem die verschiedenen Elemente, die Pflanzen und das Inlandeis beweglich waren. Für einen Teil der bizentrischen Arten darf man annehmen, daß die Durchquerung zwischen denjenigen Küstenabschnitten vor sich gegangen sei, auf denen sie jetzt eine Häufung zeigen.

Auf der Abb. 2 wurde versucht, die Lage der Durchquerungszone in alt-mittel-pleistozäner Zeit darzustellen, als der südöstliche Eisschild noch nicht groß war. In dieser Zeit konnten die Kontinentalpflanzen ganz Nordgrönland durchwandern, während die Nivalpflanzen wohl auf eine schmalere Zone (in der Zeichnung punktiert) im Süden beschränkt blieben. Daß auch in Nordgrönland Hochlandeis, „expanded foot ice“ und Piedmont-

gletscher vorkamen, ist sehr wahrscheinlich, interessiert uns aber in diesem Zusammenhange weniger, da diese Erscheinungen für die Pflanzenwanderungen eine geringere Rolle spielen als ein zusammenhängender Eisschild. Man kann ver-

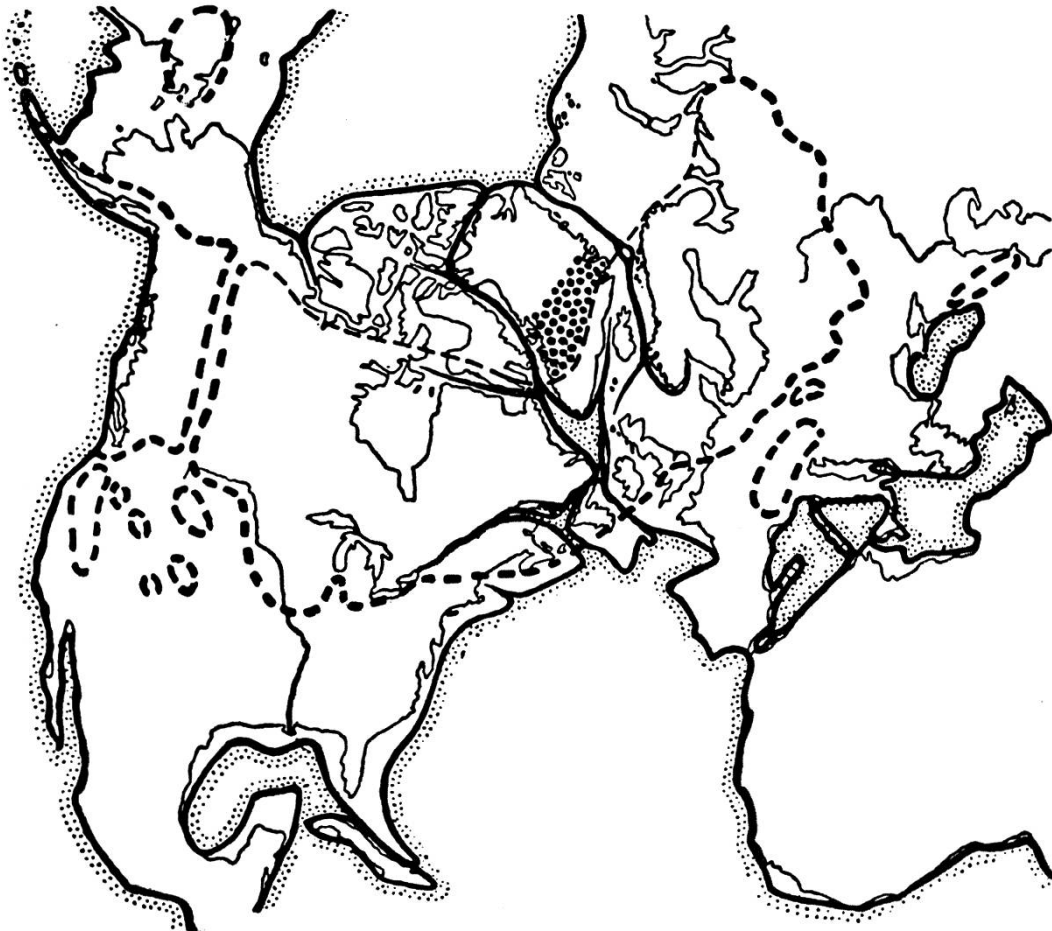


Abb. 2. Die Durchquerungszone einiger Nivalpflanzen in Grönland und ihre mögliche Beziehung zur alt-mittel-pleistozänen Vergletscherung (unter Benutzung der Karte WEGENER's 1929). Zone der Nivalpflanzen in Grönland punktiert. Hochlandeis und kleinere Eisschilde im Norden nicht gezeichnet.

muten, daß sich später im Hinterlande der Nordostküste ein Eisschild bildete. Die Melvillebucht und die Nordküste Grönlands scheinen zuletzt der Vereisung zum Opfer gefallen zu sein.

Als Ergebnis dieses Abschnittes fassen wir zusammen: Die jetzige Kontinentalflora Nordgrönlands ist in hohem Maße ein Überrest der alt-mittel-pleistozänen Flora. Die ältesten Elemente der jetzigen Nivalflora dürften ungefähr dasselbe Alter haben. Da keine der früheren Vereisungen die

Größe der letzten erreichte, ist eine direkte floristische Kontinuität mit der Tertiärzeit wahrscheinlich.

Kontinentalverschiebung und Polwanderung: Versuchen wir das Bild der Bildung des Inlandeises, den Verlauf der Pflanzenwanderungen und das Alter der Florenelemente mit der Lehre über die Kontinentalverschiebungen (WEGENER 1912, 1929) und der Theorie über die Polwanderungen (KÖPPEN WEGENER 1924) zu verbinden, so zeigt sich eine so weitgehende Übereinstimmung, daß jeder Gedanke an eine glatte Abweisung dieser Hypothesen verschwinden muß. Nach der Lehre der Kontinentalverschiebung löste sich Grönland einmal im Quartär von der eurasischen Großscholle. Das frühere Kontinentalklima jener Gegenden nahm damit ein Ende, da die nordatlantische Spalte dem Golfstrom das Polarbecken öffnete; das Klima der Gegenden am Rande der Schollen bekam ein küstenländisches Gepräge. Man kennt in den Randgebieten zwar kretazische und tertiäre Transgressionen, und es ist möglich, daß man für jene Zeit eine Meeresstraße annehmen muß; die Schollen hatten aber damals noch keinen größeren Abstand. Einen ähnlichen Fall bildet das Rote Meer in der Jetztzeit: eine aride (wenn auch subtropische) Klimazone erstreckt sich mehr oder weniger ununterbrochen über die Spalte. Je länger man zurück in die Quartärzeit geht, um so kontinentaler muß das Klima in diesen Gegenden gewesen sein. Verglichen mit den Zeugnissen der Florengeschichte finden wir Punkt für Punkt Übereinstimmung, und dies, obwohl die Geschichte der Pflanzen lange vor der Entstehung der Theorie WEGENER's gedeutet wurde. BLYTT's Nachweis (1893) eines arktischen Elementes in der skandinavischen Gebirgsflora war gleichzeitig die Entdeckung uralter und teilweise kontinentaler Elemente (cf. NORDHAGEN 1935); auch STEFFEN's Ausscheidung (1924, 1937) von Steppenpflanzen in der arktischen Flora brachte uralte Anteile zum Vorschein.

Leider ist die Nordgrenze der quartären Eiszeit nur unvollständig bekannt. Die Polwanderungstheorie KÖPPEN-WEGENER's beschäftigt sich aus diesem Grunde hauptsächlich mit den Südgrenzen und den Vereisungszentren; aber schon in der Form, in der sie uns die zwei hervorragenden Forscher geschenkt haben, kann die Theorie viele Verhältnisse auf einleuchtende Art erklären. Nach allem diesem können wir kaum daran zwei-

feln, welche grundlegenden Ereignisse (vergl. S. 85) in Verbindung mit einem allgemeinen Klimawechsel bewirkte, daß die Vereisung in Grönland von Süden nach Norden fortschritt.

Will man die Durchquerungszone in das allgemeine Bild der quartären Vereisungen von WEGENER einpassen, so erhalten wir die Abb. 2. Dabei muß man sich aber bewußt sein, daß es die graphische Fixierung eines beweglichen Zustandes ist; das Bild ist daher nur angenähert. Man darf annehmen, daß die Nordgrenze mehrerer Eisschilde weiter südlich lag; dies gilt namentlich für die amerikanischen Eismassen. Hochlandeis und kleinere Eiskappen sind im Norden nicht eingezeichnet.

Durch eine Verbindung der Lehre WEGENER's mit der Hypothese über die Entwicklung des Inlandeises erhalten wir eine durchgehende und im wesentlichen unvergletscherte Landverbindung von Alaska und den Kordilleren im Westen über Nordgrönland und Nordeuropa nach Sibirien im Osten. Damit öffnet sich ein Weg für die alt-mittel-pleistozänen Pflanzenwanderungen, mit denen sich die Pflanzengeographen und Florenhistoriker schon seit Jahren beschäftigt haben.

Alt-mittel-pleistozäner Pflanzenaustausch zwischen Nordamerika und Eurasien über Nordgrönland.

Die großen Pflanzenwanderungen, die schon SIMMONS (1913), FERNALD (1925) und HULTÉN (1937) beschäftigt haben, sind nicht, wie SIMMONS vermutete, auf die postglaziale Zeit beschränkt; sie machen auch nicht, wie HULTÉN zu glauben scheint, an der Ostküste Grönlands Halt. Sie müssen, wie FERNALD's Karten und STEFFEN's Erläuterungen zeigen, sich über Grönland und Nordskandinavien nach Asien erstreckt haben. Umgekehrt gingen Pflanzenströme von Asien und Nordeuropa gegen Westen über Nordgrönland nach Nordamerika. Es ist daher kein Wunder, wenn die jetzige Flora Nordgrönlands durch die kontinentalen Elemente gekennzeichnet wird. Die Landverbindung nördlich der quartären Vereisungen hatte an beiden Enden Verbindung mit den Trockengebieten der alten und der neuen Welt. Die Pflanzenwanderungen mögen durch zwei verschiedene Gruppen veranschaulicht werden, nämlich erstens durch die kon-

tinentalen „Windpflanzen“ mit Vorliebe für trockene offene Standorte auf mineralischem Boden mit geringer oder fehlender

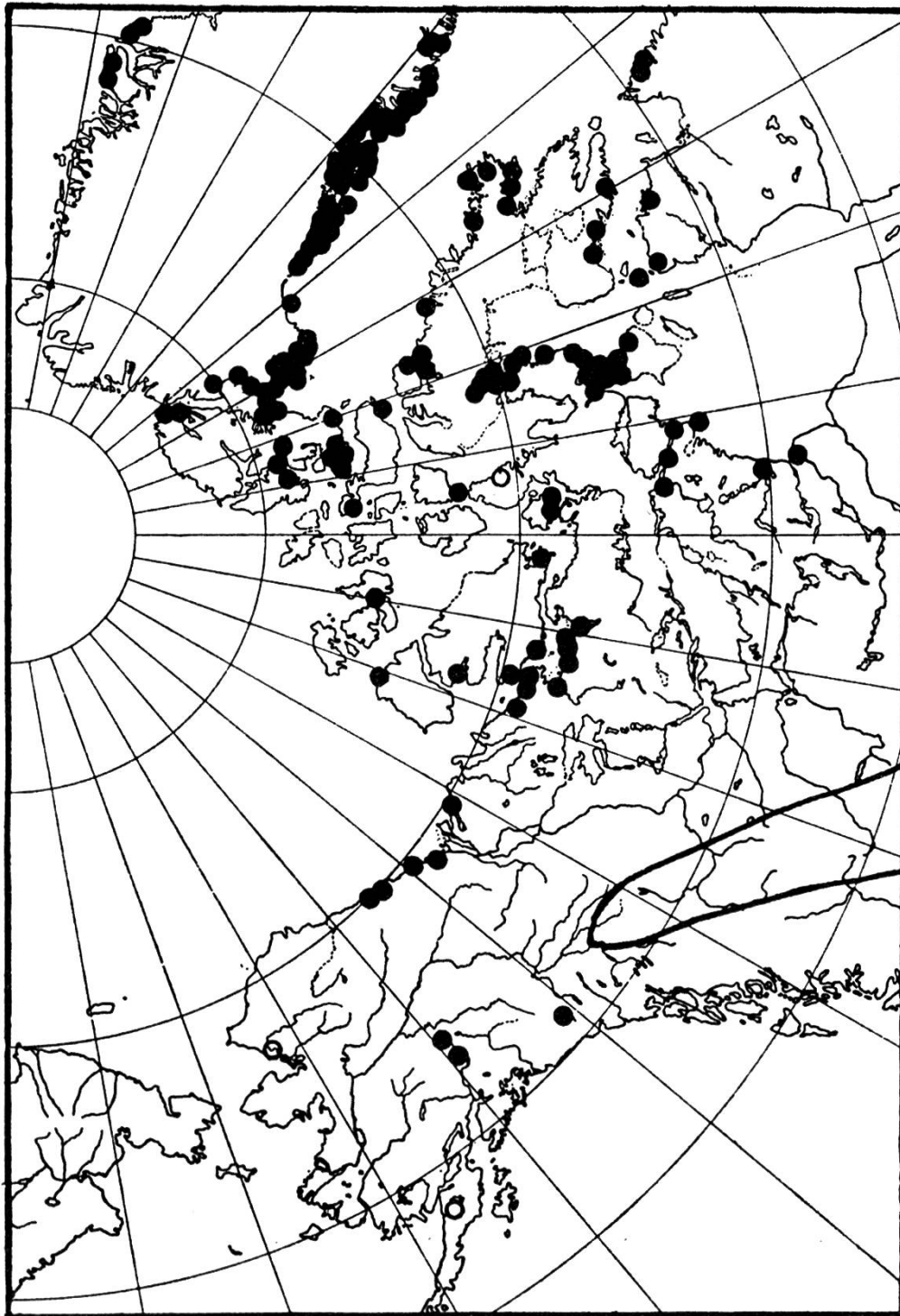


Abb. 3. *Saxiafraga tricuspidata* (arktischer Zweig). Die offenen Ringe bedeuten nicht näher lokalisierte Fundorte.

Winterschneedecke und zweitens durch einige Nivalpflanzen, die hauptsächlich an Schneebeden und ähnliche Ökotypen gebunden sind.

„Windpflanzen“, die von Westen her Grönland erreichen, sind: *Arabis arenicola*, *A. Holboelli*, *Calamagrostis*

purpurascens, *Erigeron compositus*, *Saxifraga tricuspidata*, Nordeuropa (einschließlich der arktischen Inseln) erreichen: *Campanula uniflora*, *Carex nardina* und *Potentilla pulchella*. Bis zum Taimyr dringen vor: *Arnica alpina*, *Braya purpurascens*.

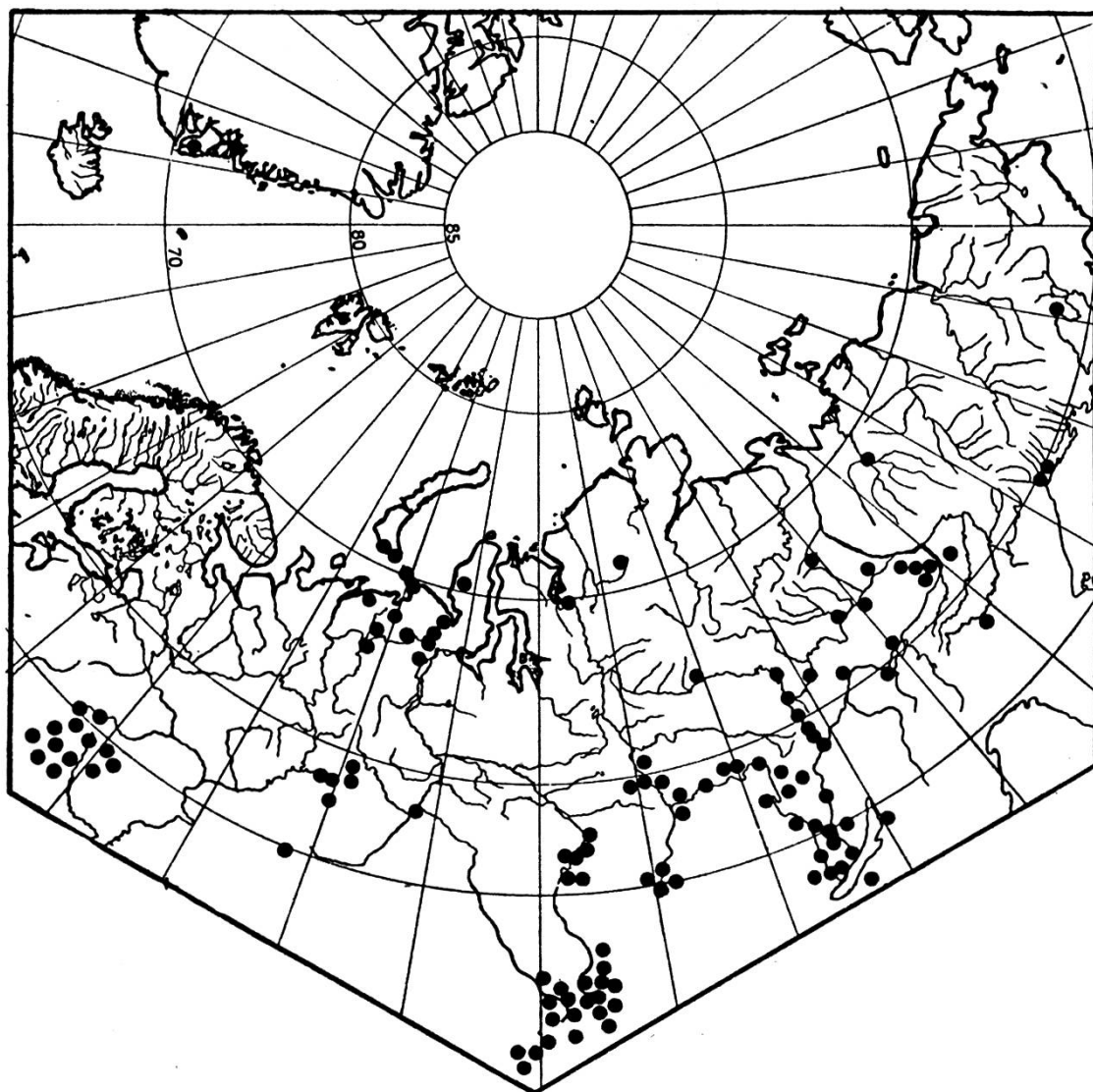


Abb. 4. Gesamtareal von *Draba sibirica* (unter Benutzung der Karte von BUSCH 1919).

cens und *Poa abbreviata*. Dazu kommen wahrscheinlich noch: *Draba nivalis*, *D. subcapitata* und *Lesquerella artica*, die alle die Lena erreichten.

Für diese weiten Wanderungen müssen verschiedene begünstigende Verhältnisse erwähnt werden: teils war das Klima günstig, teils hatten die Wanderer die Hauptwindrichtung im Rücken. Vor der Bildung des südgrönländischen Eisschildes hatten diese wohl Standorte in ganz Grönland; wenn jetzt noch

einige von ihnen in Südgrönland und auf Island vorkommen, kann man kaum im Zweifel darüber sein, woher und wann sie eingewandert sind. Wenn viele von ihnen im atlantischen Sektor eine „Reduktion“ zeigen, so ist der Grund dafür nicht nur die

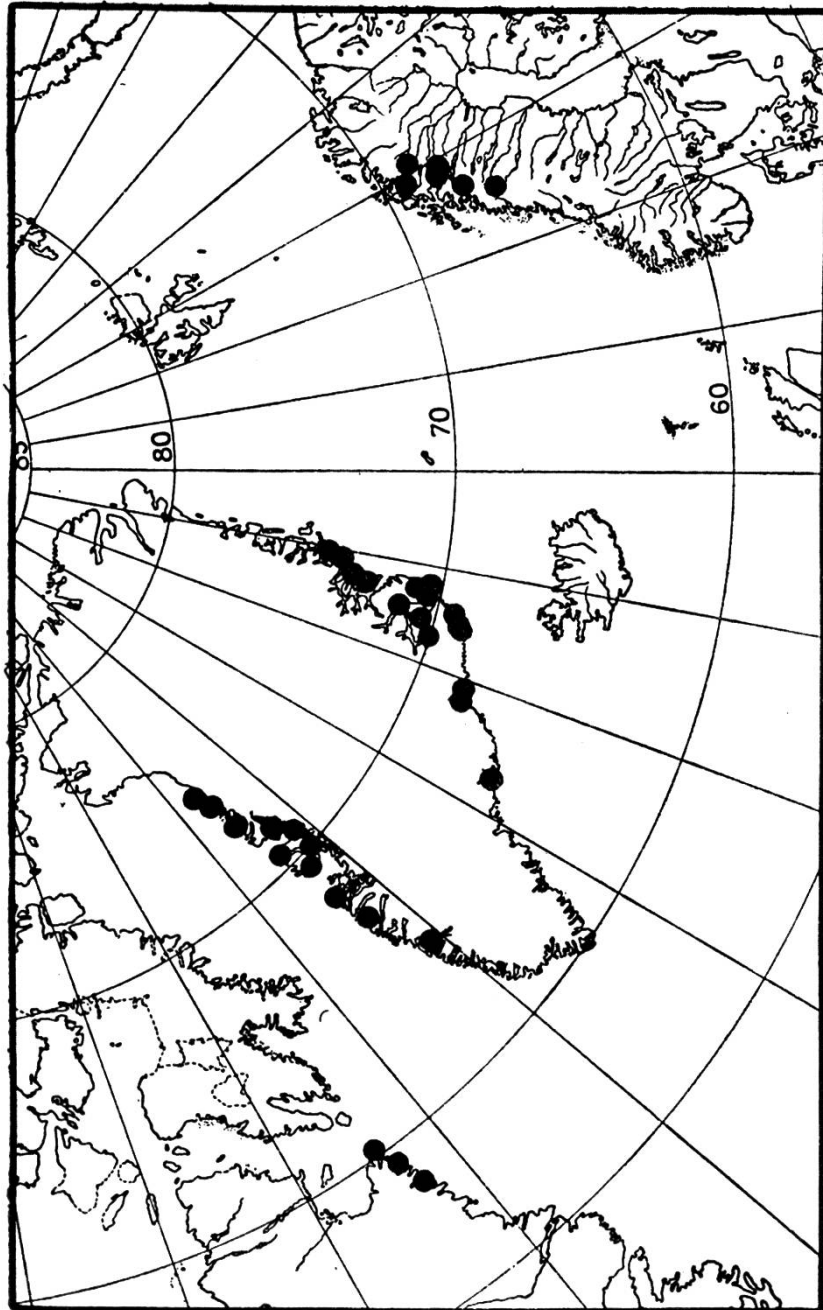


Abb. 5. *Draba crassifolia* im atlantischen Sektor. Außerhalb der Karte liegen die Standorte in den westlichen Gebirgen Nordamerikas.

Vereisung, sondern auch in hohem Maße der Klimawechsel. Das ozeanische Klima ist in diesen Gegenden jünger als die Einwanderung der Pflanzen und hat besonders den kontinentalen Vertretern zugesetzt. Wenn sie sich nichtsdestoweniger auch auf verschiedenen Inseln halten konnten, so deutet dies darauf hin, daß auch diese Standorte nicht vollständig vereist waren.

Auf der anderen Seite könnte die „Reduktion“ nur fiktiv sein, indem die Wanderer Inseln und Inselgruppen beiseite ließen.

Zu etwa gleicher Zeit kamen folgende Elemente von Osten her nach Grönland: *Draba altaica*, *D. sibirica* und *Potentilla stipularis*, die alle in Grönland durch besondere Typen vertreten zu sein scheinen. Dazu kommt vielleicht noch *Gentiana tenella*.

In den Schneebodenpflanzen haben wir sehr spezialisierte Typen vor uns; hier seien nur zwei erwähnt: *Draba crassifolia* und *Erigeron unalaschkensis*; die erste erreichte Nordskandinavien, die zweite Waigatsch (NORDHAGEN 1935). Sie hatten größere Schwierigkeiten zu überwinden als die „Windpflanzen“. Als Schneebodenpflanzen steht ihnen ein kleineres Areal zur Verfügung; brauchen sie dazu noch Warmboden (was für beide Arten in Nordgrönland der Fall ist), so wird ihre Standortauswahl nochmals beschränkt. Ihre Wanderungszone war daher schmaler und lag weiter südlich als die der „Windpflanzen“. *Erigeron* dürfte im großen und ganzen folgenden Weg eingeschlagen haben: Von den westlichen Gebirgen Amerikas ausgehend wanderte es längs des Nordrandes der laurentinischen Kristallinmasse bis an die Davisstraße, setzte nach Westgrönland über, erreichte die Ostküste, Nordskandinavien und wanderte weiter bis Waigatsch. Es hat also das nordamerikanische Festland auf Schneeboden längs des Nordrandes der alt-mittel-pleistozänen Vereisungen durchquert, begünstigt durch das Nivalklima einer oder mehrerer Eiszeiten. *Draba crassifolia* scheint in der Hauptsache dieselbe Route verfolgt zu haben; in der Jetztzeit scheint sie keine Binnenlandsstandorte in Nordamerika zu besitzen. Sie ist also auch hier „bizentrisch“ mit je einer Standortgruppe in Labrador und in den Kordilleren. Der selben „Schneespur“ folgten wohl manche andere Nivalpflanzen, so z. B. *Epilobium arcticum* und *Minuartia stricta*; beide kommen wahrscheinlich von Osten.

Die angeführten Beispiele belegen alte Pflanzenwanderungen. In der jüngeren Quartärzeit treffen in Nordgrönland andere Strömungen mit neuen Inhalten und teilweise verschiedenen Richtungen ein. Die alten Richtungen, Ost $\longleftrightarrow$ West kreuzten den jetzigen Ozean und seine Nebengewässer. Es waren Durchquerungen, welche vor der Öffnung der atlantischen Spalte vollendet wurden. Hernach brach das feuchte Klima von Süden her

ein; es brachte andere Arten mit sich und entwickelte neue aus den alten. Die Viviparie nahm zu; die Bildung von vegetativen Vermehrungssprossen wurde allgemeiner. Im hohen Norden, besonders in den östlichen Teilen, versumpfte die Tundra. Eine neue Zeit kam über das alte abgesperrte Land und als eine anschwellende Masse schob sich das Inlandeis von Süden her zwischen die Längsküsten Grönlands. Wir dürfen daher vermuten, daß die Hauptschübe der Pflanzeneinwanderungen nach Nordgrönland im Quartär folgende waren: Kontinentalpflanzen, Nivalpflanzen, Anthropochoren; in der Nivalflora muß das ozeanische Element als jünger angesehen werden. Wahrscheinlich war weder die Entwicklung des Klimas noch die Pflanzeneinwanderung gleichmäßig; das Ergebnis aber liegt vor uns; es ist das Land, das Klima und die Flora, die wir in jenen fernen Gegenden zu bearbeiten und zu verstehen suchten.

Diese Mitteilung wurde als Manuskript für einen Vortrag geschrieben, den der Verfasser im Winter 1940—41 in der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen, einer liebenswürdigen Einladung dieser Gesellschaft folgend, hätte halten sollen. Leider erlaubten es die Verhältnisse dem Verfasser nicht, dieser Einladung nachzukommen; er bittet die Gesellschaft seinen wärmsten Dank und dieses Manuskript als Antwort entgegen zu nehmen. Einen herzlichen Dank richtet der Verfasser auch an seinen Expeditionskameraden Dr. EUGEN WEGMANN, Bocksriet, Schaffhausen, für die Übersetzung und Korrektur dieser Ausführungen.

Kopenhagen, den 15. Dezember 1940.

LITERATUR

- BLYTT, A.: Zur Geschichte der Nordeuropäischen, besonders der Norwegischen Flora. — Engl. Bot. Jahrb. 1893, Beibl. 41.
- BÖCHER, T. W.: Biological Distributional Types in the Flora of Greenland. Medd. o. Grönland. Vol. 106, 1938.
- CHAMBERLIN, T. C.: Recent Glacial Studies in Greenland. — Bull. of the Geol. Soc. Am. Vol. 4. 1895.
- DEVOLD, J. and SCHOLANDER, P. F.: Flowering Plants and Ferns of Southeast Greenland. — Skr. om Svalbard og Ishavet. Nr. 56. Oslo 1933.
- FERNALD, M. L.: Isolation and Endemism in North Eastern America. — Am. Journ. Bot. vol. 11 1924.
- FERNALD, M. L.: Persistence of Plants in Unglaciaded Areas of Boreal America. — Mem. Gray Herb. II, and Mem. Amer. Acad. of Arts and Sciences. Vol. XV, Nr. III, 1925.
- FRIES, Th. C. E.: Botanische Untersuchungen im nördlichsten Schweden. Akad. Abhdl. Uppsala und Stockholm 1913.
- GAMS, H.: Das Alter der alpinen Endemismus. — Ber. d. Schweiz. Bot. Gesellsch. Bd. 42, 1933.
- GELTING, P.: Studies on the Vascular Plants of East Greenland between Franz Joseph Fiord and Dove Bay. — Medd. om Grönl. Vol. 101, Nr. 2, 1934.
- GELTING, P.: Karplanternes vertikale Udbredelse i Nordöstgrönland set i Forhold til Isfremdstød og Epirogenese. — Nordiska Naturforskar-mötet 1936. Helsingfors.
- HARTZ, N.: Botanisk Rejseberetning fra Vest-Grönland 1889—90. Medd. om Grönl. Vol. 15, Nr. 1. 1898.
- HULTÉN, E.: Flora of Kamtchatka and the adjacent Islands. — Kungl. Sv. Vet. Akad. Handl. Ser. 3. Bd. 5 and 8. 1937—30.
- HULTÉN, E.: Outline of the History of Arctic and Boreal Biota during the Quarternary Period. — Akad. Avhdl. — Stockholm 1937.
- IVERSEN, JOHS.: Et botanisk Vidne om Nordboernes Vinlandsrejser. — Naturh. Tidende 2 Aarg. Nr. 8, Köbenhavn 1938.
- KOCH, I. P. und WEGENER, A.: Wissenschaftliche Ergebnisse der Dänischen Expedition nach Dronning Louises Land und über das Indlands-eis von Nordgrönland 1912—13. Afd. 1. Glaciologischer Teil. — Medd. om Grönl. Vol. 75, 1928.
- KOCH, LAUGE: Some new Features in the Physiography of Greenland. — Journ. Geol. Vol. XXXI, Nr. 1, 1923.
- KOCH, LAUGE: Contributions to the Glaciology of North Greenland. — Medd. om Grönl. Vol. 65, 1928.
- KRUUSE, CHR.: Rejser og botaniske Undersøgelser i Öst-Grönland samt Angmagsalikegnens Vegetation. — Medd. om Grönl. Vol. 49, (1911), 1912.
- KÖPPEN, W. und WEGENER, A.: Die Klimate der geologischen Vorzeit. — Verl. Gebr. Boerntraeger, Berlin, 1924.
- LOEWE, FRITZ: Klima des Grönländischen Indlandeises. — Handb. d. Klimatologie. Bd. II, Teil, K. Berlin 1935 (herausgg. v. Köppen und Geiger).
- LYNGE, B.: On Duforea and Dactylina, three Arctic Lichens. — Skr. om Svalbard og Ishavet, Nr. 59, Oslo 1933.

- NANNFELDT, J. A.: Taxonomical and Plant-Geographical Studies in the *Poa laxa* Group. — *Symbolae Bot. Upsaliensis* Nr. 5, Uppsala 1935.
- NATHORST, A. G.: Kritische Bemerkungen über die Geschichte der Vegetation Grönlands. — *Engl. Bot. Jahrb.* XIV, 1, 2. Leipzig 1892.
- NORDHAGEN, R.: Studien über die Skandinavischen Rassen des *Papaver radicum*. — *Bergens Museum bok* 1931.
- NORDHAGEN, R.: Om *Arenaria humifusa* og dens Betydning for utforskningen af Skandinavias eldste Floraelement. — *Bergens Museums Aarbok*. 1935.
- OSTENFELD, C. H.: The Flora of Greenland and its Origin. — *Kgl. Danske Vid. Selsk. Medd., Biol. Medd.*: VI, 3. 1926.
- PORSILD, M. P.: Skildring af Vegetationen paa Disko. — *Avec un Résumé en français.* — *Medd. om Grönl.* Vol. 14. 1902.
- PORSILD, M. P.: The Flora of Disko Island and adjacent coasts of West Greenland. — *Medd. om Grönl.* Vol. 58 (1920) 1926.
- ROSENVINGE, L. KOLDERUP: Det sydligste Grönlands Vegetation. — *Medd. om Grönl.* Vol. 3 1896.
- SALISBURY, R. D.: The Greenland Expedition 1895. — *Journ. Geol.* Vol. 3. Chicago 1895.
- SEIDENFADEN, G. and SÖRENSEN Th.: The Vascular Plants of Northeast Greenland. — *Medd. om Grönl.* Vol. 101. Nr. 4. 1937.
- SIMMONS, H. G.: A Survey of the Phytogeography of the Arctic American Archipelago. — *Lunds Univ. Aarsskr. N. F. Afd. 2 Bd. 9, Nr. 19.* Lund 1913.
- STEFFEN, H.: Versuch einer Gliederung der arktischen Flora in geographische und genetische Elemente. — *Bot. Arch.* IV. Königsberg Pr. 1924.
- STEFFEN, H.: Weitere Beiträge zur Gliederung der arktischen Flora. — *Bot. Arch.* X. Königsberg Pr. 1925.
- STEFFEN, H.: Gedanken zur Entwicklungsgeschichte der arktischen Flora I—III. — *Beih. Bot. Centralbl.* Bd. LVI, Abt. B. Dresden 1937.
- STEFFEN, H.: Dasselbe IV. — *ibidem* Bd. LVII.
- SÖRENSEN, Th.: The vascular Plants of East Greenland. — *Medd. om Grönl.* Vol. 101, Nr. 3, 1933.
- TOLMATCHEW, A.: Ueber die Herkunft der Flora von Waigatsch und Nowaya Zemlja. — *Trav. de la Mus. Bot. de l'Acad. de Sc. d'URRS*, 1930, Leningrad.
- WARMING, EUG.: Ueber Grönlands Vegetation. — *Engl. Bot. Jahrb.* X 1889, Leipzig.
- WEGENER, A.: Die Entstehung der Kontinente und Ozeane. — *Die Wissenschaft* Bd. 66, Braunschweig 1929 (Siehe auch: *Peterm. Mitt.* 1912, p. 185—195, 253—256, 305—309).
- WEGMANN, EUG.: Einleitung zur Vortragsreihe über die Geologie von Grönland. — *Mitt. Naturforsch. Gesellsch. Schaffhausen* Bd. XVI, 1940 (Oktober 1939).
- Karte über Grönland: Grönland 1 : 5 000 000. Geodætisk Institut. København 1938.