

Geologische Gesichtspunkte zur Frage der Eiszeitüberdauerung von Pflanzen in Grönland

Autor(en): **Wegmann, C.E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen**

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

PDF erstellt am: **24.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-585498>

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.

5.

GEOLOGISCHE GESICHTSPUNKTE ZUR FRAGE DER EISZEITÜBERDAUERUNG VON PFLANZEN IN GRÖNLAND

von C. E. WEGMANN, Schaffhausen.

Die Lösung der Frage, ob Pflanzen die Eiszeit in Grönland überdauert hätten, kann auf verschiedenen Wegen versucht werden. Dabei verhalten sich die verschiedenen Methoden wie Filter, welche einen Teil der Tatsachen zurückhalten, andere passieren lassen. Die zurückgehaltenen Beobachtungen werden je nach der Einstellung des Forschers verschieden gewertet und zusammengestellt. Ist nun die Erforschung erst im Anfange, wie das für Grönland auf manchen Gebieten der Fall ist, sind also die Beobachtungen noch recht lückenhaft, so muß man sich nicht wundern, daß die Ergebnisse verschiedener Wissenschaften und verschiedener Wissenschaftler recht weit auseinander gehen können, besonders wenn man weiter in Betracht zieht, daß einzelne sich mit der Beschreibung nach bewährten Mustern begnügen, während andere erst nach weitem Gedankenflug sich wieder „auf den Fels der Tatsachen“ niederlassen. Für schwieriger zugängliche Länder haben unsere Kenntnisse notgedrungen mancherlei Lücken; da die Erfahrungen aber dennoch zur Überschaubarkeit irgendwie verbunden werden müssen, muß man zu mancherlei Hypothesen greifen, um die Lücken zu überbrücken. In dichter bewohnten und durchforschten Gegenden öffnen sich erst durch die Einführung neuer Methoden und Deutungen größere Lücken der Kenntnisse; sie werden zuerst durch Hypothesen gefüllt, rufen aber sofort einem Strome von Untersuchungen und sind bald mit Beobachtungen überbaut. In schwieriger zugänglichen Gegenden bleiben solche Lücken viel länger offen; es gibt mancherlei Beispiele dafür, daß weder Art noch Umfang derselben den Reisenden bekannt waren. Eine Übersicht über die

Beobachtungen und Kenntnisse ist daher oft schon eine Art Negativ für ein Forschungsprogramm: aus den Lücken baut sich der neue Fragebogen auf. Die Lücken sind dabei oft nicht nur lokaler oder regionaler Natur; sie können auch dadurch entstehen, daß sich die Gesichtspunkte geändert haben; das Material, das meist unter anderen Voraussetzungen gesammelt wurde, erweist sich zur Durchführung einer neuen Deutung oder zur Ausarbeitung einer neuen Problemstellung nach Art und Verteilung als zu spärlich.

Durch die Frage nach der Eiszeitüberdauerung von Pflanzen in den nördlichen Vereisungsgebieten haben sich die Botaniker in einen Knäuel geologischer Fragen verwickelt, der in letzter Zeit von geologischer Seite nicht die gleiche Aufmerksamkeit besaß. Durch ihre Fragestellung haben sich die Pflanzengeographen Anspruch auf die Dankbarkeit der Geologen gesichert.

Die Botaniker haben auch schon viele Beobachtungen und Gesichtspunkte zur Lösung der Frage beigebracht. Sie deuten ihr Material nach ihren eigenen Voraussetzungen und kommen dadurch oft zu erstaunlichen Ergebnissen. Daß auch in ihrem Lager keine Einigkeit herrscht und daß diese Uneinigkeit oft bei den Grundanschauungen beginnt, ist sicher keine beklagenswerte Erscheinung und ist auch in anderen Wissenschaften bekannt. In der Frage der Überdauerung sind die Meinungen sehr geteilt; die Erscheinungen des Bi-, Trizentrismus usw. werden recht verschieden gedeutet. Durch die rassenökologischen Untersuchungen, wie sie namentlich in Schweden mit großem Erfolge betrieben werden, wird der größte Teil der bisherigen Beobachtungen in Frage gestellt, zum mindesten ist er einer strengen Revision bedürftig.

Die Botaniker haben den großen Vorteil, daß die Frage der Überdauerung in den letzten Jahren im Mittelpunkt der arktischen Pflanzenforschung stand, daß also die Beobachtungen bewußt im Hinblick auf dieses Problem gesammelt wurden. Die Bewertung bei der Zusammenstellung ist dadurch nicht mehr so stark von der Intuition und der „glücklichen Hand“ des Forschers abhängig, wie das sonst oft bei den ersten Bearbeitungen wenig bekannter Gebiete der Fall ist. Auf der anderen Seite scheint die Frage der Überdauerung, namentlich in Skandinavien, durch eine große Anzahl von Arbeiten, die einander

immer wieder bestätigen, bereits ein so großes und gefestigtes Beharrungsvermögen erworben zu haben, daß bescheidene Einwände von nicht-botanischer Seite ohne Wirkung abfließen (vergl. TANNER 1936, 1937).

Die Überdauerungsfrage ist einerseits ein botanisches Problem, da es sich um Pflanzen handelt; sie kann aber auch von der Geologie her angegriffen werden, wenn entschieden werden sollte, ob während des Quartärs eisfreies Land für Pflanzenstandorte vorhanden war. Bis jetzt bildete diese Frage für die Geologen in Grönland kein zentrales Problem und dürfte es auch in absehbarer Zeit nicht werden. Bis jetzt bot nämlich die Geologie Grönlands noch so viele große Aufgaben, besonders die Erforschung des Baues und der Entstehung des Felsgrundes, so viele Beiträge zu grundlegenden Fragen der Geologie, daß diese in erster Linie in den Brennpunkt der Expeditionsarbeiten gerückt wurden. Die eiszeitlichen topographischen Verhältnisse wurden dabei immer wieder von mancherlei Seiten her berührt. Die Glaziologen richteten ihre Aufmerksamkeit vielmehr auf Bewegung, Form, Bildung und den Haushalt des Inlandeises und seiner Gletscher als auf die frühere Ausbreitung; aus diesem Grunde gibt es in der neueren Literatur verhältnismäßig wenig eingehende Untersuchungen über die Verbreitung der eiszeitlichen Gletscher in Grönland (vergl. GELTING's Zusammenstellung GELTING 1935). Von den früheren Arbeiten stammen viele aus einer Zeit, da man die Eiszeitlehre durch Gletscherspuren in jetzt eisfreien Gebieten immer wieder gerne bestätigt sah. Die Frage wurde aus diesen Gründen von geologischer Seite nicht mit dem gleichen Eifer und dem gleichen Schwunge wie auf der botanischen angegriffen; die Beobachtungen wurden nicht mit der gleichen Zielstrebigkeit gesammelt; will man sie zusammenstellen, so muß man sie meist aus anderen Zusammenhängen herauslösen und unter dem neuen Gesichtspunkte vereinigen. Dennoch dürfte der Beitrag der Geologie (wenn auch bescheiden) nützlich sein, besonders, da manche der hier angeführten Gesichtspunkte in ähnlicher Weise auch für Skandinavien gelten. Eine eingehendere Darstellung der Oberflächenentwicklung Grönlands müßte weitgehend eine vergleichende zwischen Fennoskandia und Grönland werden. Über das erste Gebiet besteht schon eine große Literatur (vergl. TANNER 1936, 1937, 1938).

Die Frage der Überdauerung wird verschieden gestellt: die einen nehmen eine Einwanderung nach der größten Eiszeit an; die Pflanzen hätten in diesem Falle nur die „letzte Eiszeit“, vielleicht sogar nur gewisse letzte Vorstöße, überdauert; andere wiederum fordern, daß die Pflanzen auf ihren Zufluchtstätten die ganze Eiszeit überdauert hätten. Es wäre zu wünschen, daß diese Fragen auch im botanischen Schrifttum auseinander gehalten würden. Nur dadurch wird es möglich sein, geologische Mittel zu ihrer Beantwortung bereitzustellen.

Verschiedene Arten geologischer Beobachtungen werden angeführt um zu beweisen, daß ein Gebiet eisbedeckt oder eisfrei war; es sind in erster Linie die Anwesenheit von Erratika und das Vorkommen von Gletscherschliffen. Beide Arten von Spuren zeigen (abgesehen von besonderen Fällen) eindeutig, daß ein Gletscher sich über das Gebiet bewegt hat. Das Fehlen solcher Spuren bedeutet aber nun noch nicht, daß die betreffende Stelle eisfrei war. Hochlandeis und Schneewehengletscher bewegen sich über große Gebiete so wenig, daß sie weder Schriffe hinterlassen, noch fremdes Gestein transportieren. Beobachtungen an den ausapernden Hochlandeisdecken zeigen dies recht deutlich. Für eine Stelle, die als Zufluchtsort für Pflanzen angesprochen wird, genügt es nicht zu zeigen, daß sich kein Gletscher über sie bewegte, sondern es muß positiv nachgewiesen werden, daß die Stelle kein Eis trug; dies ist aber erheblich schwieriger. Was in der Literatur oft als „tiefe Verwitterung“ bezeichnet wird, müßte jeweilen einer genaueren Prüfung unterzogen werden. Die Felsoberfläche unter den ausapernden Hocheiskappen ist oft tiefgründig aufgelockert; sie besteht aus weiten Feldern größerer und kleinerer Blöcke. Sobald nun der Frost und die anderen Atmosphärien diese Trümmer angreifen können, sammelt sich zwischen ihnen, vom Zugriff des Windes geschützt, feineres Material. Flechten, Algen und Moose siedeln sich an. Weithin ist kein anstehender Fels zu finden. Diese Felder können den Eindruck tiefgründiger Verwitterung hervorrufen, die in diesem Falle oft mit dem Begriffe eisfrei gekoppelt wird. Eine genauere Prüfung ist aber notwendig. Flächen dieser Art sind in Lappland und im skandinavischen Hochgebirge häufig. Ob die Blockfelder der Insel Magerö (südlich des Nordkaps), die in diesen Diskussionen eine Rolle spielen, auf ähnliche Weise entstanden seien, mag späteren

Untersuchungen vorbehalten bleiben. Für eine geologische Beweisführung genügt es nicht, nur seiner Überzeugung Ausdruck zu verleihen, auch wenn dies auf eine sehr geschickte Art geschieht.

Eine andere Art, die Grenze der Vergletscherung zu bestimmen ist die Festlegung der äußersten Moränenkränze. Für Grönland kommt diese Methode kaum in Betracht; alle größeren Gletscher mündeten ins Meer. Wo man Endmoränezüge sieht, liegen sie auf Gebieten, welche die Spuren früherer Eisbearbeitung tragen. Nehmen wir an, daß Landgebiete festgestellt werden könnten, welche außerhalb der wirklich äußersten Moränekränze, also außerhalb der fließenden Eisströme lagen, so müßte außerdem nachgewiesen werden, daß sie nicht unter einer anderen Art landbedeckenden Eises ruhten. Für viele Stellen, welche in der Literatur als „eisfrei“ gelten, besteht die Einschränkung, daß sie nicht von Eisströmen überflossen wurden. Solche Gebiete können aber, wie J. P. KOCH und WEGENER gezeigt haben, von sogenannten Schneewehengletschern bedeckt gewesen sein. Nach LAUGE KOCH waren große flache Strecken des Pearylandes nicht von Gletschern überflossen; ob sie aber auch für den Pflanzenwuchs als eisfrei gelten können, wäre noch zu untersuchen.

Will man die Eis- und Schneebedeckung der Küstenlandschaften während der Eiszeit bestimmen, so darf nicht außer Betracht gelassen werden, daß sich wahrscheinlich auch damals die Firngrenze gegen die Außenküste hin stark senkte. Auch jetzt noch liegt sie an Hängen des äußeren Küstensaumes, die gegen schnelle Ausaperung abgeschirmt sind, nur wenig über dem Meere. Die Küste vom Scoresbysunde an nordwärts bietet dafür manche Beispiele.

In der Geologie ist der Grundsatz des Aktualismus geläufig; d. h. die jetzigen Zustände werden vergleichsweise zur Rekonstruktion früherer Vorgänge herangezogen. Der jetzige Zustand Grönlands gibt sicher in vielen Beziehungen gute Annäherungen; man darf aber sicher nicht außer Acht lassen, daß viele Vereisungserscheinungen stark durch die jetzige Ausaperungsperiode geprägt sind.

Für die Botaniker scheint der Hauptgrund zur Annahme eisfreier Gebiete in der Verbreitung der verschiedenen Arten zu liegen. Namentlich der Uni-, Bi-, Trizentrismus usw. scheint

das Traggerüst der ganzen Theorie zu bilden, die nach NORDHAGEN „als eine wissenschaftliche Realität betrachtet werden kann“. Diese Behauptung ruft der Frage, ob sie bedeute, daß die Theorie als solche für die Wissenschaft existiere, oder aber, daß sie den Ereignissen, wie sie tatsächlich waren, entspreche. Schon TANNER (1936, 1937) hat die Beweiskraft der weitgetrennten, verhältnismäßig kleinen Verbreitungsgebiete angezweifelt. Er erwähnt in diesem Zusammenhange das Vorkommen von *Aspidium fragrans* in Utsijoki (69° 35' N. B. 26° 40' Ö. L.), also im früher vereisten Gebiete, weit vom quartären Eisrande; die nächsten Fundorte liegen gegen Osten erst im Sajan-gebirge am Ob, gegen Westen in Ostgrönland. Das Vorkommen von Utsijoki muß also auf andere Weise erklärt werden; wenn nun für dieses Zentrum eine andere Erklärungsart gefunden werden muß, so wäre sicher eine Untersuchung über den Geltungsbereich der Methode angebracht, wobei auch die Möglichkeit von Ökotypen nicht außer Betracht gelassen werden darf. Die Kenntnis der Verbreitung der Arten ist ein Ergebnis der Statistik, hat also einen anderen Traggrund als die Deutung der Zentren als eisfreie Gebiete. Die Tatsache, daß ein Gebiet ein Verbreitungszentrum darstellt, kann einen Fingerzeig für die Möglichkeit eisfreier Standorte geben; sie muß aber, wie z. B. für das Gebiet von Utsijoki, auch geologisch geprüft werden.

Um die Möglichkeiten und die Art der Zufluchtstätten der überdauernden Pflanzen darzulegen, wollen wir kurz einige allgemeine Züge der Geschichte des Landes, soweit sie zur Frage gehören, erläutern. Dabei kann es sich nicht darum handeln, die Entwicklung der Landschaft in allen ihren Phasen zu verfolgen; die eingehendere lokale und regionale Beschreibung soll einer Darstellung der Entwicklung Ost- und Südgrönlands vorbehalten bleiben.

Die Landschaft des Tertiärs ist durch die Basaltergüsse an einigen Orten Ost- und Westgrönlands fossilisiert und so erhalten geblieben. Sie zeigt Höhen und Täler verschiedener Herkunft, wie die Arbeiten von WAGER, ORVIN, HOEG, BACKLUND, VISCHER und MAYNC gezeigt haben. Auch für viele andere Gebiete muß für diese Zeit eine ziemlich starke Zertalung angenommen werden. Sowohl an der Ost- wie an der Westküste findet man Spuren von Bewegungen, die sich über das ganze

Mesozoikum, Tertiär bis zur Jetztzeit erstrecken. Die älteren sind für unsere Frage weniger wichtig. Bereits im Mesozoikum beginnt in Christian X. Land ein Bewegungsstil, der sich mit leichten Änderungen bis in die jüngste Vergangenheit hielt. Bereits sehr früh bildeten sich in den inneren Teilen Landflächen aus, die das Material für die Sedimente des Küstengebietes lieferten. Im Streifen der mesozoischen Sedimente bildeten die Ränder der Schollen Inselzüge (VISCHER 1939). Die mesozoischen Flächen sind an einzelnen Stellen wieder abgedeckt worden. In den westlichen Teilen sind sie wohl die Ahnen der jetzigen flachen hohen Landschaften, die für große Teile Grönlands charakteristisch sind. Die Hochflächen schneiden an gewissen Orten die abgedeckten mesozoischen Flächen, sind also deutlich jünger. Ihre einzelnen Teile sind nicht gleichaltrig, sondern sie bestehen aus verschiedenaltrigen Formengesellschaften, deren genaues Alter im einzelnen nicht festzustellen ist; viele von ihnen dürften sich um die basaltische Periode gruppieren. Für alle ist charakteristisch, daß sie ziemlich flach sind. Sie wurden wahrscheinlich in der Nähe eines damaligen Basisniveaus gebildet. Über sie erheben sich noch ältere Restberge und Kerne von Restgebirgen. Die Höhe der jetzigen flachen Landschaften gibt ein ungefähres Maß der seitdem erfolgten Erhebung und Verstellung. Es gibt aber eine Reihe von Gegenden, in denen Reste dieser alten Landflächen nicht mehr vorhanden sind. Es sind meist außerordentlich wilde und zerrissene Gebirgsgegenden, wie z. B. manche Gegenden des Kap Farveldistriktes oder die Stauningalpen in Ostgrönland. Sie haben oft eine an das Montblancgebiet erinnernde Topographie. Auch die Liverpoolküste zeigt einen ähnlichen Landschaftstyp. Über den zackigen Hörnern erscheint gegen den Hurry Inlet und den Ryderelv eine alte, schiefgestellte Landfläche, auf der, in den unteren Teilen, Reste verschiedener Sedimente liegen. In diesen Teilen ist die Oberfläche des Kristallins sicher eine abgedeckte alte Transgressionsfläche. Wie weit die jetzige Landoberfläche in den oberen Teilen unter die alte Transgressionsfläche greift, ist noch nicht entschieden. Die Studien KLEIBER's werden uns über die Sedimentlieferungen dieser Gebiete Aufschluß geben.

Auch über den Stauningalpen erscheint, sich gegen Westen senkend, eine flache Landschaft mit breiten Hügeln und Tälern. In diese sind die tiefen Fjorde und Gletschertäler im Gebiete

des inneren Alpfjordes eingeschnitten. Diese Landschaft hält sich über weite Strecken im Mittel etwa auf zweitausend Meter. Über sie erheben sich alte Restberge und Massive zu größerer Höhe. Das größte derselben gruppiert sich um den Nordenskiöldgletscher und hat seinen Kulminationspunkt in der Petermannspitze. Die flache Landschaft dürfte sich einmal nahe dem Basisniveau befunden haben; das Massiv der Petermannspitze war eines der basisfernten Kerngebiete. Es gibt in diesen inneren Zonen noch mehrere solche Kerne. Schon das Ausstreichen in den Stauningalpen, aber auch manche andere Züge zeigen, daß diese Landschaft tektonische Deformationen erfahren hat.

In die alte Landschaft sind weite Talmulden eingesenkt. In den inneren Fjorden liegen sie oft auf vierzehn- bis sechszehnhundert Metern Höhe. Diese Mulden zeigen ein anderes Tal- und Entwässerungssystem als das der eiszeitlichen Ströme. Die Hebung der Hochlandschaft geschah nicht auf einmal sondern zu mehreren Malen, auf die hier nicht eingegangen werden soll. Sie war nicht überall gleich groß, sondern über das ganze Gebiet verschieden. Die letzte große Hebung hatte die jetzigen tiefen Täler und Fjorde zur Folge. Auch sie ist nicht überall gleich groß, sondern von Verbiegungen und Kippungen begleitet. Im großen und ganzen nimmt sie gegen Norden ab und scheint an der Nordostrundung und im Gebiete des Danmarkfjordes am geringsten zu sein (LAUGE KOCH).

Erst mit dieser Hebung bildete sich die zerrissene Topographie der Stauningalpen und der Liverpoolküste aus. In beiden streicht die alte Fläche in verschiedener Höhe gegen Osten in die Luft hinaus; die jetzigen wilden Oberflächenformen liegen unter ihr. In beiden Fällen entspricht die äußere Form ihrem Bewegungsbilde als Kippscholle; dabei ist der Ostabfall der Stauningalpen, entsprechend der ungleichartigen Entwicklung der Verwerfungszone, erheblich komplizierter.

Die Hochgebiete südlich von Scoresbysund wurden von WAGER (1938) bearbeitet; er hat an den beiden Küstenabschnitten, von Scoresbysund bis Kangerdlugssuak, und von da bis Angmagsalik je eine mächtige Flexur mit dazugehörigem basaltgefülltem Spaltenfächer nachgewiesen. Diesem inneren Bau entspricht morphologisch: die Hochfläche des Knud Rasmussenland mit vielen steil zu Meere herabfließenden Gletschern, zwischen

denen der Felsgrund meist in scharfe, gezackte Kämme aufgelöst ist. Im Hochlande ist, wie WAGER unterstreicht, ein Teil der alten Oberfläche erhalten geblieben. Sie ist in diesem Falle sicher postbasaltisch. WAGER glaubt, eine sehr alte Vereisung habe die Hochfläche beschützt; diese Annahme ist nicht zwingend; dagegen dürfte der jugendliche Charakter der Zerschneidung sicher sein. Wenn auch die Bildung der Flexur, und damit der Unterschied zwischen Hochfläche und Meeresgrund in die Eruptionszeit der Basalte zurückgeht, so kann die Erhebung über den Meeresspiegel und damit das aktive Rückwärts-schneiden der Täler erheblich jünger sein. Der Fächerbau wäre dann als totes Bauelement mitgehoben worden. Daß diese Küste sich lange stetig aufwärtsbewegte, darauf deutet schon das Fehlen eines Strandflates. Auch die Richtung dieser Küste zeigt, daß es sich um anders geartete Elemente handelt.

Das Massiv des Mont Forel und die Gebirge nördlich davon sind zum größten Teil stark zerschnitten. In den Tälern fließen teils mächtige Talgletscher, durch die die Schneiden zu Zacken und Kämmen ausgeformt worden sind; teils sind die zackigen Kämme im Eise fast ertrunken. Im Gegensatz zum Knud Rasmussenland sind nur wenige alte Flächen erhalten; wahrscheinlich war der größte Teil des Landes schon vor der letzten großen Gletscherbildung reif zerschnitten, wie es auch manche Gegenden des südlichen Grönland zeigen. Eine Aufteilung der Hebungsphasen wurde noch nicht versucht.

Die Landformen des südlichsten Grönland deuten auf eine Hebung in mehreren Malen. Jene Gegenden unterscheiden sich von denjenigen südlich des Scoresbysundes, daß sie einen wohl- ausgebildeten Strandflats zeigen. Es ist wahrscheinlich, daß er einer verschiedenen Bewegungstendenz im Quartär seinen Ursprung verdankt.

Schon diese Andeutungen zeigen, daß die Verhältnisse an den einzelnen Küstentypen recht verschieden sind (vergl. WEGMANN 1939).

Die einzelnen Hebungen wurden von Verbiegungen und Kippungen begleitet, welche das hydrographische Netz veränderten. Dadurch entstand schon frühzeitig ein verwickeltes Netz von Tälern, das nur in einzelnen Fällen eine eingehendere Analyse zuläßt. Die tieferen Landschaften griffen dabei nicht nur in die Hochfläche, sondern auch in die Restgebirge vor.

Während die Hochfläche an vielen Orten zwischen den Tal-systemen erhalten geblieben ist, wurde sie an anderen Orten vollständig aufgezehrt. Dies ist in einem östlichen Streifen der Fall. In den inneren Fjorden ist die alte Hochfläche gut erhalten; sie bricht meistens steil gegen die Fjordwand ab; nur da, wo in der alten Fläche breite Talmulden liegen, haben sich in diese jüngere Täler eingesenkt. Wo Seitentäler fehlen, fallen die jetzigen Gletscher in steilen Gräben über die Felswand in den Fjord. Einige Restberge, wie die Payerspitze, ragen über diese Hochfläche. Das Gebiet der geschlosseneren Restberge liegt weiter im Inneren; die Massive sind meist ziemlich eng zertalt

Die Verteilung der verschiedenen Typen von Gebirgsformen ist charakteristisch: wo die Hochfläche durch das jetzige Basis-niveau zerschnitten wird, zeigen sich außerordentlich steile Formen, wenn sich keine Zwischenstufen dazwischen legen; sind diese vorhanden, so ergeben sich alle möglichen Übergangs-formen. Im Gebiete der Petermannspitze gleichen die Berg-formen eher den inneren Teilen des Aarmassives oder der Bernina. In den Gegenden der DeGeer- und Victor Madsen-gletscher ragen reif zerschnittene Formen aus der Eisüber-flutung.

Von Christian X. Land bis nach Südgrönland kann immer wieder beobachtet werden, daß durch das Ausapern Hoch-gebirgsformen zum Vorschein kommen; wahrscheinlich ist dies auch in anderen Gegenden der Fall. Namentlich kommen in verschiedenen Höhen alte Kare unter dem Eise hervor. Sie sind nicht durch das jetzige Eis gebildet, sondern durch dieses nur überschwemmt. Auch WAGER (1933) erwähnt ähnliche Beob-achtungen. In Südgrönland liegen die alten Karformen oft nur einige hundert Meter über dem Meer; sie unterscheiden sich deutlich von den spätglazialen.

Diese Karformen konnten sich nicht auf einer Fastebene bilden. Sie fanden eine ziemlich reift zertalte Landschaft vor. Aus dem Gegensatze der Vergletscherungstypen kann also bereits auf die Art der Landschaft, die der letzten Ver-gletscherung voranging, geschlossen werden. Die Hochflächen waren damals in der inneren Zone noch wenig zerteilt. Das Hochlandeis bewegte sich, außer in den Abflüssen wenig und wirkte daher eher erhaltend. Die inneren Teile der Fjorde waren wohl fast bis zum Rande voll Eis. Die Wände konnten daher

oben nur wenig zurückwittern; die Kante ist in vielen inneren Fjorden gut erhalten. In Südgrönland erreicht das quartäre Eisniveau auch in den inneren Fjorden an vielen Orten die alte Oberfläche nicht. Die Rückwitterung der Fjordwand über dem Eisniveau ist charakteristisch.

Gegen außen sank das Eisniveau der Gletscher; dadurch konnten sich die Täler in die Hochfläche zu beiden Seiten einschneiden und sie aufzehren. Die dadurch entstehenden Formen unterscheiden sich von denjenigen der inneren Hochgebiete.

Diese Entwicklung und das Verhältnis des Eisniveaus in den Fjorden (innen fast auf der Höhe der Hochfläche, gegen außen darunter sinkend) spielt für die Verteilung eisfreier Stellen eine Rolle. Für das Knud Rasmussenland und das Gebiet bis Angmagssalik ist die Bildung in mehreren Episoden bis jetzt nicht nachgewiesen: Im nördlicheren Gebiete sinken die Gletscher unter die alte Oberfläche, indem sie zwischen sich zackige Kämme einschließen; im südlicheren Teile herrschen sowohl im Firn- wie im Gletschergebiete Kämme vor.

Es dürfte kaum zu gewagt sein, wenn man annimmt, daß die höchsten Gebiete zuerst vergletschert waren. Die höchsten Gebiete sind auch jetzt noch höher als das Inlandeis hinter ihnen. Früher ragten sie sowohl über das Küstengebiet als auch über die Innensenke. Das Eis floß einerseits nach Osten in die Täler und zum Meere. Nach Westen floß es in die Innensenke; auf dem Hochlande konnte es weniger abschmelzen als in den tiefen Tälern des Ostens. Immer größere Gebiete wurden dadurch zu Firngebieten, bis das Gebiet der Innensenke das hauptsächlichste, wenn auch nicht alleinige, Nährgebiet wurde. Große Massen des Eises, das zur Ostküste fließt, stammen noch jetzt aus den Randgebirgen und nicht aus dem Inlandeise. Seine Ausflußstellen beschränken sich auf einige wenige Hauptgletscher. Die in den Hochgebieten beginnende Vereisung zog eine Menge Veränderungen klimatischer Art mit sich, wie schon RAMSEY (1910) dargelegt hat. Lange wurde den berühmten Antizyklonen über Grönland ein bestimmender Einfluß zugeschrieben. Es ist das Verdienst GEORGI's (1939), hauptsächlich anhand der Beobachtungen der WEGENER-Expedition, ein neues Modell der Luftzirkulation über Grönland gegeben und gezeigt zu haben, daß die Hypothese der Antizyklone auf die Entstehung der Vereisung nur mit Vorsicht angewendet werden darf.

Hinter den hohen Bergmassiven stauten sich die Eismassen und überfluteten die frühere Topographie. Durch alle Lücken und Pässe schaffte sich das Eis einen Abfluß gegen Osten; viele frühere Gletscher wurden gestaut. Das Talnetz im Gebiete der ehemaligen Wasserscheide und dasjenige des Osthangs wurde stark umgestaltet. An vielen Orten läßt sich aber das alte hydrographische Netz erkennen, da seine Hauptstränge von den alten Restbergmassiven ausgehen. Das Gebiet zwischen dem Cäcilien Nunatak und den Gletschern, welche das M.-L. Boydland umschließen, ist in dieser Beziehung sehr aufschlußreich.

Der jetzige starke Rückgang der Gletscher erlaubt bereits manche Beobachtungen über die früheren Nährverhältnisse. Viele Täler werden oben durch Schwellen abgeschlossen. Bei einem hohen Firnstande wird der Talgletscher vom Inlandeise oder vom Staueise her genährt. Erniedrigt sich die Firnfläche um einen verhältnismäßig geringen Betrag, so wird die Schwelle nicht mehr überflossen. Der Talgletscher ist auf sein eigenes Nährgebiet angewiesen und schrumpft rasch ein. Gesetzt, das Inlandeis nehme kontinuierlich ab (was wohl nur für gewisse Zeiträume der Fall sein dürfte), so braucht der Rückgang des von ihm genährten Gletschers nicht parallel zu sein. Wird die Schwelle nicht mehr von einem genügenden Eisstrom überflossen, so bricht der Zusammenhang ab. Aus diesem Grunde bilden sich in den hohen Vorländern (Lyelland, Sueßland, Andréeland usw.) schon früh eisfreie Täler; die bewachsenen Moränen liegen weit im Lande. Die Front der Rückzugstadien verschiedener Talsysteme darf nicht ohne weiteres parallelisiert werden, weil die Rückzugstadien diskontinuierlich sind. Während es an manchen Orten verhältnismäßig leicht ist, die Schwellen festzustellen, dürfte es an anderen Orten leichter sein, aus der Art des Rückzuges auf die Schwellen zu schließen, wenn sich der Rückgang nicht einfach auf die Verhältnisse des engeren Nährgebietes beziehen läßt.

Um viele der obersten Schwellen bilden die beidseitigen Berghänge eine Art Trichter. Über die Schwelle fällt das Eis mit einem Gletscherbruch und fließt dann talauswärts, durch den nächsten Riegel leicht gestaut. Sobald das Bett einen starken Gefällsbruch bildet, erscheinen an den Talseiten eisfreie Stellen. Liegen auf den Höhen zu beiden Seiten Reste der alten Landschaft, so sind sie meist von Hochlandeis bedeckt. In den

meisten Fällen sendet es kleine Gletscher zu Tal. Dazwischen ist der Hang eisfrei. Sind die beidseitigen Berge zerschnitten, so enteisen sie sich durch Kare und Talgletscher. Zwischen diesen erheben sich eisfreie Felsen, Hörner und Zacken. In beiden Fällen kommen ziemlich große eisfreie Gebiete zustande, die aber verschiedene Eigenschaften besitzen.

Der Hauptabfluß des Inlandeises und des gestauten Gebirgs-eises geschieht durch die tiefen breiten Täler, die in den äußeren Teilen die Fjorde bilden. Auch diese zeigen Ungleichheiten im Längs- und Querprofile. Bei jeder Erweiterung senkt sich die Gletscheroberfläche; dadurch bilden sich, besonders in den äußeren Teilen des durchflossenen Gebirges, eisfreie Hänge, namentlich da, wo das Eisniveau schon während der Eiszeit niedriger war. Die verhältnismäßig tiefen Gletscheroberflächen senken auch das Eisniveau in den benachbarten Tälern und bewirken dadurch eine Vergrößerung des eisfreien Landes.

Endlich entstehen eisfreie Hänge auch da, wo die hohen Flächen bis an die Außenküste reichen, nur durch kurze Fjorde unterbrochen, in die sich die Gletscher ergießen, wie dies z. B. in der Jetztzeit zwischen Arsuk und Frederikshaab der Fall ist. Diese Art Landschaft bildet nur eine schmale Kette kleinerer Vorkommen, währenddem die zuerst besprochenen Gebiete ganze Archipele eisfreier Flecken mit recht verschiedenen Bedingungen für den Pflanzenwuchs bilden.

Man könnte die Bedingungen für das Zustandekommen auf folgende Art zusammenfassen:

Das Basisniveau muß an möglichst hochgelegene Firn- oder Inlandeisgebiete heranrücken; dies kann auf mehrere Arten geschehen: 1. an einer steilen hohen Außenküste; der Höhenunterschied wird in steilen Gletschern überwunden, zwischen denen steile Vorgebirge kleine eisfreie Gebiete an der Küste bilden; 2. an einer Küste, welche durch hohe Randgebirge vor der allgemeinen Überflutung geschützt wird, in die das Meer tiefe Täler weit hineinsendet; der Höhenunterschied wird meist schon im Inneren der Fjorde überwunden; dadurch entstehen an den Talseiten und zwischen den seitlichen Zuflüssen eisfreie Hänge; die Naturbedingungen sind für diese Gebiete viel mannigfacher.

Bis jetzt haben wir als Basisniveau für die Eiszeiterzeichnungen den jetzigen Meeresspiegel angenommen; viele neuere

Arbeiten (vergl. auch TANNER's Arbeit über Labrador in diesem Bande der „Mitteilungen“) zeigen, daß die Meereshöhe starken Schwankungen unterworfen war. Für die letzte Eiszeit wechseln die Angaben zwischen 100 und 300 m unter dem jetzigen Meeresspiegel. Damit wird der Höhenunterschied für viele Gebiete erheblich vergrößert; nur da, wo sich die Gletscher auf einem Strandflat, wenig über dem jetzigen Meeresspiegel, ausbreiten mußten (wie etwa in der Gegend von Godthaab oder in manchen Gegenden Südgrönlands), spielt die Tieferlegung eine geringere Rolle. Vor manchen Küsten bildeten sich auf diese Weise Inseln und Inselgruppen, die vielleicht von den Gletschern nicht erreicht wurden. Sicher wurden durch die Tieferlegung des Eisniveaus größere Hänge an der Küste eisfrei.

Vor manchen Küsten findet man tiefere Landflächen bis zu 200 m ü. M. Waren diese einst ungefähr im Meeressniveau, so breiteten sich auf ihnen die Fußgletscher aus. Bodenproben der dänischen Grönlandschiffe (1932) zeigten Moräne bis weit vor der Küste; ältere Proben deuten ebenfalls auf Moränenbedeckung. Man kann natürlich auch annehmen, daß ein Teil des Materials von Eisbergen stamme. Die neuere Bearbeitung durch HÜBSCHER gibt aber doch schon gute Hinweise auf die Ausflußgebiete der ehemaligen Gletscher.

Neben den überall gleichzeitigen Schwankungen der Meeresoberfläche spielten sicher in Grönland auch andere Bewegungen eine Rolle, nämlich die ungleichen Hebungen, Senkungen und Kippungen einzelner Schollen. Manches deutet darauf hin, daß zur Eiszeit sowohl in Süd- als in Ostgrönland größere Veränderungen stattfanden. Es ist sogar wahrscheinlich, daß ein erheblicher Teil des Hebungsbetrages erst kurz vor oder sogar in die Eiszeit fällt. Diese Bewegungen beeinflußten das Gletschernetz und damit die Lage der eisfreien Stellen stark.

Für den Zusammenhang zwischen den Krustenbewegungen und den Vorstößen und Rückzügen der Gletscher hat HAARMANN (1935) auf folgendes aufmerksam gemacht: wenn sich der Boden der eisgefüllten Geosynklinale im Inneren hebt, stoßen die Gletscher vor; senkt es sich, so wird die Zufuhr gedrosselt und die Gletscher gehen zurück. Diese interessante Hypothese kann nur durch besondere Untersuchungen kontrolliert werden; es könnte vielleicht im Zusammenhang mit den von mir 1937 vorgeschlagenen geophysikalischen Untersuchungen geschehen, und

ließe sich leicht in das damals den Geodäten vorgeschlagene Untersuchungsprogramm einbauen.

Als die Gletscher schon weit zurückgeschmolzen waren, lag das Land im Verhältnis zum Meeresspiegel tiefer; darauf deuten die vielen Terrassen, von denen allerdings nur ein Teil als marin bestimmt werden konnte. Eine genauere Bearbeitung der Terrassen nach Art RAMSEY's, TANNER's und SAURAMO's fehlt einstweilen noch. Die Bildung der hauptsächlichsten marinen Terrassen fällt in die Zeit nach dem stärksten Rückgange der Gletscher, wahrscheinlich in eine wärmere Periode. Sie sind bis weit in die Fjorde hinein ausgebildet. Gleichzeitig mit der Hebung veränderte sich (wenn man eine gewisse Parallelität mit Fennoskandia annehmen darf) das Klima, so daß bei der Besiedlung der aufgetauchten Terrassen jeweils andere klimatische Bedingungen herrschten. In der Jetztzeit senkt sich das Land wieder, wie THOROLF VOGT (1931) gezeigt hat und wie es sich an manchen Bauwerken Südgrönlands nachweisen läßt.

Auf vielen Terrassen wurden durch den Wind offene Standorte geschaffen; Sand und Staub wurden von der Oberfläche ausgeblasen; nur größere Steine und, im Windschatten der größten, ein Teil des feineren Materials, blieben zurück. Das ausgeblasene Material sammelte sich an den Abhängen und Einschnitten. Da die Terrassen an vielen Orten aus Schottern bestehen, sind sie, im Gegensatz zum Gefrierboden der Grundmoränen und Tonböden, wasserdurchlässig. Die Fluß-, See- und Meeresterrassen bieten also auf engem Raume Standorte für Pflanzengesellschaften mit recht verschiedenen Ansprüchen.

Mit dem ungleichen Rückschmelzen der Gletscher hängt die häufige Erscheinung der eisgedämmten Seen zusammen (WEGMANN 1935). Sie entleeren sich von Zeit zu Zeit oder ein für alle Mal und bilden dabei große Überschwemmungen. Für die Verteilung der losen Ablagerungen und damit für die Verteilung des Pflanzenwuchses in den Tälern sind sie von Bedeutung. Aus den trockengelegten Seen, den Flußbetten und Moränen werden durch die Winde mächtige, stark glimmerhaltige Staubmassen aufgewirbelt und an windgeschützten Orten abgelagert. Auf ihre Bedeutung für den Pflanzenwuchs an felsigen Hängen und Mulden wurde bereits früher (WEGMANN 1935) hingewiesen.

Wie kann nun die Kenntnis der morphologischen Entwicklung der Landschaft dem Botaniker von Nutzen sein? Man

erlaube mir, wenn auch als Nicht-Botaniker, einige Punkte anzudeuten:

In mesozoischer und tertiärer Zeit war der größte Teil Grönlands Festland, also Standort für die Pflanzenwelt. Schon im Devon scheint es dort Pflanzen gegeben zu haben; aber namentlich vom Rhät bis zum Tertiär sind uns Floren erhalten, die ein reicheres Bild bieten. Landschaftlich bildete sich schon früh ein Unterschied zwischen den höher gelegenen Gebieten im Inneren und den tieferen Küstengegenden und Inselgruppen (VISCHER 1939, STAUBER 1939) heraus. Wie sich die Pflanzengesellschaften über diese Landschaftseinheiten verteilten, ist nicht bekannt, da bis jetzt die zusammen versteinerten Reste als Teile einer Flora betrachtet werden. Mit der stärkeren Hebung der Randgebirge und dem Übergange zum gemäßigten und später zum arktischen Klima geschah eine doppelte Auswahl; mit der Hebung kam eine Höhengichtung der Vegetation zustande; durch den Klimawechsel wurden die Pflanzengesellschaften aller Schichten betroffen.

Die Standorte der alten Oberflächen lagen auf alten, tief verwitterten Böden; diejenigen der jüngeren Hänge auf weniger verwitterten, je nach ihrer Exposition sich rasch erneuernden mineralischen Unterlage. Es bildeten sich also alle Übergänge von wohlausgebildeten Böden bis zu reinen Schutthalden. Durch die starke Hebung konnten die Pflanzen des Strandes ständig neue Standorte in Besitz nehmen, waren aber gleichzeitig dem Klimawechsel unterworfen. Es bildete sich also eine stärkere Differenzierung der Standortbedingungen heraus, die nicht ohne Einfluß auf die Florengeschichte sein dürfte. Die meisten Standorte wurden nach und nach vereist und die Standorte vernichtet¹⁾. Nur in kleinen Oasen konnten sich die ausdauerndsten Pflanzen halten. Die alten Verwitterungsböden wurden zum größten Teile abgetragen. Wo sie in Spalten erhalten geblieben

¹⁾ Wenn man in botanischen Erörterungen lesen kann, daß zwar eine betreffende Stelle vereist gewesen sei, aber nur kurze Zeit, scheint eine geologische Klärung nötig: Wenn das Gletschereis über eine Stelle hinweggeflossen ist, so ist der Pflanzenwuchs dort ausgerottet; auch eine „kurze Zeit“ kann sich auf viele Vegetationsperioden belaufen; es ist wenig wahrscheinlich, daß eine Pflanze daraus unversehrt hervorginge; sicher wäre es nötig, in einem solchen Falle die Bedingungen genauer zu erklären.

sind, haben sie keine Bedeutung für den Pflanzenwuchs. Als neue wichtige Unterlage kommt das Gesteinsmehl der Moränen hinzu. In Christian X. Land ist es in chemischer Beziehung außerordentlich reichhaltig, vom Kristallin über die klastischen Sedimente und die Karbonate bis zum Gips. Wichtige Standorte dürften zwischen den Seitenmoränen und dem Berghang gelegen haben. Die allgemeinen Bedingungen der möglichen eisfreien Standorte wurden oben umschrieben. Einzelheiten werden im Zusammenhange mit regionalen Beschreibungen gegeben werden.

Wenn auch die Schutthalden einen großen Teil der als eisfrei beschriebenen Flächen einnehmen, so sind sie doch reich an verschiedenartigen Standorten. Das Mikroklima und die Bewässerung, der Boden und die Schneverhältnisse wechseln außerordentlich stark von Stelle zu Stelle. Sommertrockene und feuchte Stellen, auf die das Wasser über sonnenwarme Felsen niederrieselt, wechseln miteinander ab und der Bergsteiger ist oft überrascht, mitten im Felsenhange auf ein blühendes Sommergärtlein zu stoßen. Im Sommer 1934 fand ich (nur als botanischer Liebhaber) auf den kleinen Nunataks in der Nähe des Konkordiaplatzes (Nordostgrönland) über dreißig verschiedene Phanerogamen in solchen Felsengärtlein. Durch die genauere Umschreibung der verschiedenen, in solchen Gebieten vorkommenden Pflanzengesellschaften dürfte es möglich sein, eine Art Modell der Überdauerungsstandorte zu bekommen; dadurch wäre es vielleicht auch möglich die ökologischen Auswahlprinzipien zu umschreiben und dadurch der Frage der Überdauerung von einer anderen Seite beizukommen.

Die allgemeinen Gesichtspunkte dürften es dem Pflanzengeographen und Ökologen ermöglichen, ihre Aufmerksamkeit den besonderen Flächen, mit ihren verschiedenen Arten und Pflanzengesellschaften zu widmen. Dabei wäre auch die landschaftliche Entwicklung des Standortes und seiner Umgebung in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen. Die genauere Erforschung der Oberflächenformen und ihrer Entwicklung wird sicher eine wichtige Aufgabe der nächsten Arbeitsperioden in Grönland sein. Dabei sollte nicht nur die äußere Gestaltung beschrieben, sondern sie sollte auch mit dem inneren Geschehen in Verbindung gebracht werden. Für die jungen und jüngsten Bewegungen können geophysische Methoden zu Hilfe genommen

werden; ihre Problemstellung wurde von der geologischen Bau-
forschung her bereits ausgearbeitet. Daß sich aus diesen Unter-
suchungen wieder manche neue Gesichtspunkte großer Trag-
weite, namentlich auch über die Geschichte der angrenzenden
Meeresteile und damit der ehemaligen Landverbindungen er-
geben werden, dürfte sehr wahrscheinlich sein.

Bocksriet, Schaffhausen, den 4. Januar 1941.

LITERATUR

- GELTING, PAUL. 1934.: Studies on the Vascular Plants of East Greenland between Franz Joseph Fjord and Dove Bay (Lat. 73° 15' — 76° 20' N). Meddelelser om Grönland, Bd. 101, Nr. 2. 337 S., 47 Abb., 4 Taf. (Vergl. besonders S. 250—274; früheres Schrifttum über die Frage der Ueberdauerung S. 250).
- GEORGI, J. 1939: Das Klima des grönländischen Inlandeises und seine Einwirkung auf die Umgebung. Abhandlungen herausgegeben vom Naturwissenschaftlichen Verein zu Bremen. Bd. 31. S. 408—467, 13 Abb.
- HAARMANN, E. 1935: Um das geologische Weltbild. Stuttgart 1935. 119 S. 23 Abb., 1 Taf.
- HÖEG, OVE ARBO. 1931: The fossil Wood from the Tertiary at Myggbukta, East Greenland. Norsk geologisk Tidsskrift, Bd. 12. S. 363—390, 6 Abb., 8 Taf.
- KOCH, LAUGE. 1935: A Day in North Greenland. Geografiska Annaler 1935. Stockholm. S. 609—620, 4 Abb.
- ORVIN, ANDERS K. 1932: A fossil river bed in East Greenland. Norsk geol. Tidsskrift, Bd. 12, S. 469—474, 3 Fig.
- RAMSEY, WILHELM. 1910: Orogenesis und Klima. Oversigt af Finska Vetenskaps-Societetens Förhandlingar, Bd. 52, (1909—1910), Afd. A, Nr. 11. 48 S.
- SCHRÖTER, C. 1908: Das Pflanzenleben der Alpen. 1908. 806 S. 274 Abb 5 Taf.
- STAUBER, HANS. 1939: Geologie des südlichen Teiles der postdevonischen Zone von Ostgrönland. Mitt. der Naturforschenden Gesellschaft Schaffhausen Bd. XVI. S. 167—175, 1 Abb.
- TANNER, VÄINÖ. 1936: Über die mutmaßliche Ausbreitung des letzten Inlandeises in den nördlichen Küstengegenden Fennoskandias. Verh. der III. Internationalen Quartär-Konferenz. Wien Sept. 1936. 2. Bd. 6 S.
- TANNER, VÄINÖ. 1937: Några ord om frågan om den sista landisens utbredningsgräns inom Fennoskandias nordligaste delar. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar, Bd. 59. S. 97—108.
- TANNER, VÄINÖ. 1938: Die Oberflächengestaltung Finnlands. Bidrag till kännedom af Finlands natur och folk. H. 86. 762 S., 520 Abb.

- VISCHER, ANDREAS. 1939: Ergebnisse von Studien über die postdevonische Tektonik zwischen Hochstetter Bucht und Franz Josephs Fjord während der Zweijahresexpedition 1936—1938. Mitt. der Naturf. Ges. Schaffhausen. Bd. 16. S. 152—160, 2 Abb.
- VOGT, THOROLF. 1931: Landets senkning i nutiden på Spitsbergen og Ost-Grønland. Norsk geologisk Tidsskrift, Bd. 12. S. 563—574, 12 Abb.
- WAGER, L. R. 1933: The Form and Age of the Greenland Ice Cap. Geol. Magazine, vol 70, S. 145—156, 2 Abb., Taf. X—XII.
- WAGER, R. L. and DEER, W. A. 1938: A Dyke swarm and Crustal Flexure in East Greenland. Geol. Magazine, vol. 75. S. 39—46, 3 Abb.
- WEGMANN, C. E. 1935. Gletschermurgang im Sueß-Land (Nordostgrønland). Mitt. der Naturf. Ges. Schaffhausen, Bd. 12. S. 35—58, 2 Abb., 3 Taf.
- WEGMANN, C. E. 1939: Einleitung zur Vortragsreihe über die Geologie von Grønland. Ibid. Bd. 16. S. 29—46, 1 Abb.