



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Universitätsbibliothek Paderborn**

### **Mit Flugzeug, Faltboot und Filmkamera in den Eisfjorden Grönlands**

**Sorge, Ernst**

**Berlin, 1933**

Anhang: Ein Kapitel Gletscherkunde

**urn:nbn:de:hbz:466:1-43383**

## Ein Kapitel Gletscherkunde

### Umiamako- und Ringgletscher

(Kurzer Bericht über meine wissenschaftlichen Arbeiten auf der Universal-Dr.-Fand-Grönland-Expedition 1932.)

#### 1. Geographische Übersicht, Vermessung und Kartierung des Rangerdluſ (vgl. hierzu die Karten und Zeichnungen am Schluß!)

Die mittlere Westküste Grönlands zwischen  $69^{\circ}$  und  $73^{\circ}$  Nord enthält die bedeutendsten eisbergerzeugenden Gletscher der nördlichen Halbkugel. Der dänische Geologe Hinrik Johannes Rink gab 1848 bis 1851 zuerst eine Beschreibung der grönländischen Gletscher und verband damit eine wissenschaftliche Vorstellung vom Inlandeise. Er stellte vier Klassen von eisbergausstoßenden Fjorden auf und rechnete zur ersten produktivsten Klasse folgende fünf Fjorde der Westküste: Jakobshabner, Loruskataf-, Großer Karajak-, Rangerdluſ- und Upernivikfjord. Die in diese Fjorde mündenden Gletscher wurden mit Ausnahme der Gletscher des Rangerdluſ besucht, ihre Frontlage wurde wiederholt bestimmt und photographiert und ihre Geschwindigkeit gemessen. (Rink, Helland, Hammer, Nordenskjöld, Steenstrup, Ryder, Sören-Hansen, Drygalski, Engell, J. P. Koch, A. Wegener, Georgi, Loewe, Sorge.) Rinks Einschätzung der fünf Eisfjorde hat sich durchaus bestätigt; tatsächlich übertreffen diese Fjorde alle anderen an Größe und Zahl der jährlich in den Atlantischen Ozean entsendeten Eisberge. Am wenigsten bekannt blieb der Rangerdluſ. Rink hat den nach ihm benannten Gletscher nur von weitem gesehen. Steenstrup war am 25. April 1880 mit Hundeschlitten in die Nähe der Front des Umiamakogletschers gekommen, hatte die Frontlänge zu 5300 m, die Fronthöhe in der Mitte zu 45 m über Wasser bestimmt. Da es ihm nicht

möglich war, neben dem Gletscher an Land zu gehen, konnte die Bewegung nicht gemessen werden. Drygalski war mit Hundeschlitten vom 22. bis zum 26. April 1893 im Kangerdluĳ, kam bis etwa 12 km vor die Front des Ringgletschers und entwarf eine Kartenskizze des Fjordes. Er gab die Höhe der Umiamakofront mit 40–60 m über Wasser an. 1929 durchfuhren Alfred Wegener und Johannes Georgi den Kangerdluĳ bis zum Johannesgletscher, um einen Aufstieg auf das Inlandeis zu suchen. Durch die Messungen von Ernst und Gerda Sorge auf der Ganderpedition von 1932 wurde eine neue Karte des Kangerdluĳ im Maßstab 1:100000 gewonnen. Zu ihrer Herstellung wurden benutzt: 1. Vorwärtseinschnitte, die mit einem Hildebrand-Einheitstheodoliten aufgenommen wurden, 2. mehrere Längen- und Breitenmessungen durch Nehmen von Sonnenhöhen, 3. Entfernungsmessungen von elf erhöhten Standpunkten durch Messung der Tiefenwinkel zu Küstenpunkten, wobei besondere Rücksicht auf unregelmäßige Strahlenbrechung in der Luft genommen werden mußte, 4. photographische Aufnahmen von diesen Standpunkten und vom Flugzeug aus, 5. Skizzen, die bei den zahlreichen Bootsfahrten durch den Fjord gezeichnet wurden. Diese Messungen sind noch nicht vollständig ausgewertet.

Das Fjordssystem mit den einströmenden Gletschern wird von zwei Hauptrichtungen beherrscht: Ost-West und Nordost-Südwest, wobei die zweite Richtung manchmal fast Nord-Süd erreicht. Diese Richtungen treten häufig auch in den nördlich und südlich benachbarten Fjorden auf. Das spricht für tektonische Anlage dieser Fjorde. Der Umiamakogletscherlauf bildet das verkleinerte Abbild des Ringgletscherstromes samt seiner Verlängerung im Fjord. Das ganze Fjordssystem des Kangerdluĳ hat drei Ausgänge (der nördliche heißt Tunua), zwischen denen die Inseln Kefertarsuaĳ und Karrat liegen. Weiter, draußen zwischen der Halbinsel Svartenhuĳ und der Ubekendinsel, heißt der Fjord Karrateisfjord.

Die Landschaft um den Kangerdluĳ ist ein Stück des grönländischen Eneismassivs, und zwar herrscht hier Paragneis vor. Er hat in großen

Zügen horizontale Lagerung, aber dazwischen kommen oft plötzliche Faltungen, Zerfitterungen und Überschiebungen vor, so daß man einen sehr lebhaften Eindruck davon bekommt, wie diese sandstein- und lehmartigen, rötlichen oder gelblichen Sedimente durch Hitze und Druck erweicht, gezerrt, gewalzt und gebogen worden sind. In den verschiedensten Richtungen ziehen sich durch die Schichten Spalten, die mit schwarzen oder rostbraunen Ganggesteinen ausgefüllt sind und nachträglich selbst wieder vielfach verworfen wurden. Der Paragneis bildet meist mächtige Felsklöße bis über 2000 m Höhe mit außerordentlich steilen Wänden und horizontalen Oberflächen, die vielfach mit Hochlandeiskappen bedeckt sind. Nach dem Urteil vieler Besucher gehört diese eindrucksvolle Landschaft zu den schönsten von ganz Grönland. Die Schneegrenze im Fjordgebiet liegt 1200–1300 m hoch, auf dem Inlandeise selbst 1400 m. Zahlreiche Hängegletscher münden in den Fjord oder enden mit Eislawinenabbrüchen hoch über ihm.

Aufs stärkste hat die Schlifffwirkung der Gletscher und die Wandverwitterung den Landformen ihr heutiges Aussehen aufgeprägt. Die Zerschneidung der Gipfelflächen ist recht verschieden weit fortgeschritten, südlich des Kangerdluk viel weiter als im Norden, so daß die Landschaft südlich mehr den Alpen, nördlich Norwegen ähnelt. Allenthalben finden wir in den tieferen Lagen Spuren der abtragenden oder aufschüttenden Wirkung der Gletscher in Gestalt von Gletscherschrammen, runden Felsbuckeln und Moränen; und im Querprofil der Täler sind deutlich jene Knicke im Gefälle zu beobachten, die uns aus den Alpen als Schlifffgrenze und Trogschulter vertraut sind. Das heutige Gefälle der Schlifffgrenze an der Südseite des Kangerdluk beträgt talauswärts rund 1:200. Rare kommen häufig vor. Das Gefälle der Fjordhänge ist nirgends ausgeglichen, über die Steilstufen rauschen Wasserfälle hernieder, Stein- und Eislawinen donnern in den Fjord herab; und frisch ausgebrochene Wandflächen zeugen von den Bergstürzen, die hier vor nicht langer Zeit niedergegangen sind.

In den tief eingeschnittenen Bachschluchten bleiben Schneelawinen, die von den 1000–1500 m hohen Graten herabgestürzt sind, oft längere Zeit liegen. An der Südseite des Fjords, also in Nordlage, überdauern diese Schneemassen bis zum Meeresspiegel herab das ganze Jahr. Es bildet sich eine eigentümliche Art von Gletschern, die man nach Entstehung, Aussehen und Tätigkeit als „kalbende Schneefeglgletscher“ bezeichnen kann. Sie bilden flache Schneefegel in Form von Kreisabschnitten, und enden mit einer 100–500 m langen und bis 20 m hohen senkrechten oder überhängenden Front. Gewöhnlich reichen sie bis 300 oder 400 m Seehöhe hinauf, wobei die Neigungswinkel der einzelnen Gletscheroberflächen recht verschieden sind. Auf der Oberfläche sieht man Längspalten (meist Risse von 10–20 cm Breite) und Querspalten (rund 100 cm breit und 20–50 m lang), unten in der Front auch Grundspalten. Die Beziehungen zwischen den Spalten und dem Gletscherbett sind offenbar. Sie sind besonders bei Hindernissen und Verbreiterungen erkennbar. Die Front besteht aus „Firn“, nicht aus blankem Eis. Die einzelnen Firnkörner haben weniger als 1 cm Durchmesser. Die Härte ist so, daß man den Firn mit einem Messer nur mit Anstrengung schneiden kann. Die Front ist deutlich geschichtet. Man sieht an dem häufigen Auskeilen der Firnschichten, daß bald hier, bald dort Schneemassen von oben auf den Gletscher heruntergestürzt oder gerutscht sind. Auch Steinlawinen sind am Aufbau dieser Gletscher beteiligt. Daher ist die Front mit Steinen bespickt. Im Sommer schmelzen diese Steine dauernd aus und fallen aus der Front heraus ins Wasser, so daß man beim Heranfahen mit dem Boote vorsichtig sein muß. Einige Schneefeglgletscher tragen eine fast lückenlose Schuttdecke aus Staub und Steinen. Von den bekannten Schneewehengletschern Grönlands und des Franklin Archipels unterscheiden sich diese Gletscher einmal dadurch, daß sie nicht durch Wind, sondern durch die Schwerkraft geschaffen sind, und außerdem dadurch, daß sie kalben. An der Südseite des RANGERDLUF wurden etwa zwölf solche Gletscher gezählt, im südlich benachbarten RANGERDLUGSUAF

wurden aus größerer Entfernung ebenfalls mehrere gesehen. Es handelt sich also um eine anscheinend allgemeiner verbreitete Erscheinung.

Locherboden ist selten und hat dann meistens eine bestimmte Struktur (Steinringe, Steinstreifen und ähnliches), wie sie aus der Arktis oft beschrieben worden ist. Die Ablagerungen des Eises und Wassers sind zu einer festen Masse gefroren und tauen nur oberflächlich bis zu 150 cm Tiefe im Sommer auf; befinden wir uns doch, bei einer mittleren Jahrestemperatur von  $-7^{\circ}$  C am Meerespiegel im Gebiet des ewig gefrorenen Bodens.

Bei solchen Temperatur- und Bodenverhältnissen tritt natürlich das Pflanzen- und Tierleben des Landes und auch der Mensch völlig zurück gegenüber der Fels- und Eiswüste. An wenigen Stellen ist auf kleinem Raum die Vegetationsform der arktischen Steppe entwickelt, mit Polstern von Moos und Polarheide (*cassiope*), mit Zwergweiden und Flechtenüberzügen. Ab und zu sieht man Schneehasen, Schneehühner, Schneeammern; die Seevögel überwiegen bei weitem. Selten findet man ein gebleichtes, moosüberwachsenes Renttiergeweih. Lebende Renttiere kommen am Kangerdluk heute nicht mehr vor.

Drei Siedlungen liegen am Eingang des Fjords, an Vorsprüngen und zugleich an Buchten. Nugaſak am Südufer von Kefertarsuaſ hat 129 Einwohner (1932), Karrat an der Südküste und Nuliarfik an der Ostspitze der Insel Karrat gelegen, haben zusammen 111 Einwohner. Sie wohnen in recht armseligen Häusern, die aus unbehauenen Felsblöcken, Rasenstücken, Moos und Erde gebaut sind. Die meisten leben vom Seehundfang. Das Leben in dem eisbergerfüllten und von heftigen Föhnstürmen heimgesuchten Fjord ist sehr hart und mit großen Gefahren verbunden. Namentlich die Eisberge werden dem Menschen gefährlich. Dafür sind zwei Ereignisse bezeichnend, die ein Grönländer erzählte: 1. Im Februar 1932 brach bei Nuliarfik ein sehr großer Eisberg auseinander. Obwohl die Meereisdecke geschlossen war, liefen die Kalbungswellen etwa 5 m hoch am Ufer hinauf und zerstörten das

ganze Innere von zwei Grönländerhäusern. Im Sommer wären die Mauern fortgerissen worden; aber jetzt im Februar waren sie am Boden fest angefroren und blieben daher stehen. Glücklicherweise war niemand in den Häusern, als die Wellen eindrangen. 2. Am 26. September 1932 kippte ein kleiner Eisberg vor Nuliarsfik um. Durch die Kalbungswellen wurde in der Nähe ein sehr großer Eisberg zum Kalben gebracht. Zwei Grönländer, Vater und 16jähriger Sohn, die gerade von der Jagd nach Hause kamen und zusammen einen Seehund ans Land ziehen wollten, wurden von den Kalbungswellen erfaßt und an den Uferklippen durch Schädelbruch getötet! —

## 2. Fjordtiefen

Der südliche Ausgang des Fjords ist so tief, daß die größten Eisberge ungehindert ins offene Meer hinausschwimmen können. Um einen Überblick über die Tiefen zu bekommen, wurde der Fjord vom Galtboot aus mit Hilfe einer Handwinde ausgelotet. Als Lotleine diente kräftiger Bindfaden, als Lotgewicht ein Stück Blei oder ein Stein. Die Längenänderungen durch verschiedene Belastung, Feuchtigkeit und Abtrift wurden berücksichtigt, so daß diese Messungen mit so einfachen Hilfsmitteln einwandfrei sind. Meist wurden Profile ausgelotet, um die Lotstellen durch Peilrichtung und durch die Anzahl der Paddelschläge vom Ufer einmessen zu können. Die Lage der Profile ist in der Fjordzeichnung angegeben, darunter sind die Profile selbst dargestellt. Leider konnte aus Zeitmangel von der mittleren 30 km langen Strecke des Fjords keine Lotung erhalten werden. Auch im Südausgang des Fjords sind die Lotungen spärlich. Doch sind die wesentlichen Züge des Fjordbodens klargestellt: am Ringletscher 650 bis 700 m Tiefe, dann Senkung bis auf 1123 m unter den Meeresspiegel (dies ist meines Wissens die tiefste gelotete Stelle in grönländischen Fjorden), weiter draußen Anstieg auf rund 700 m Tiefe im Südausgang. Vor der Umiamakofront ist der Fjord 320 m tief (siehe Profil 4), nur 1 km davon entfernt liegt eine Schwelle (250 m

tief), dann wird der Fjord wieder tiefer (mindestens 470 m tief) und hat zwischen Karrat und Refertarsuaq die Hauptschwelle von 200 bis 290 m Tiefe. Daher entsteht nördlich von Karrat eine dauernde Ansammlung von gestrandeten Eisbergen, die sogar den Eingang in den Fjord zeitweise sperren können („Eisbergbank“), während durch den Südausgang die Eisberge ungehindert hinaustreiben können. Der Lunua-Sund wurde nicht ausgelotet. Wegen der niedrigen rundgebuckelten Felsnase von Niafornakafak und nach Beobachtungen der Drift von Eisbergen ist eine geringe Tiefe wahrscheinlich (weniger als 200 m). Der Umiamako mündet also mit einer unterseeischen Stufe von 500 m Höhe in den Hauptfjord.

Vergleicht man den Rongerdluq mit den anderen tiefsten Fjorden der Erde, so ergibt sich:

Grönland:	Rongerdluq . . . . .	1123 m
Westpatagonien:	Baker . . . . .	1244 m
Westpatagonien:	Messier . . . . .	1296 m
Island:	östliche Fjorde bis . .	1000 m
Norwegen:	Sogne . . . . .	1244 m

Es ist sehr auffällig, daß die größten Fjordtiefen in weit getrennten Erdräumen fast gleich sind. Hätten wir mehr Lotungen vom Rongerdluq, so würde die Übereinstimmung mit den anderen größten Tiefen wahrscheinlich noch besser werden. Gewiß haben die betreffenden Fjordgebiete postglaziale Niveauveränderungen erlebt, aber doch wohl nur im Betrage von rund 100 m. So wird an der Übereinstimmung nicht viel geändert. Die Vermutung liegt nahe, daß die Tiefe von 1200–1400 m unter dem Meerespiegel überhaupt die tiefste Erosionsbasis für fließendes Eis ist. Wegen des Auftriebs im Fjordwasser erlahmt die Erosionskraft der Gletscher mit wachsender Wassertiefe und setzt sich damit selbst eine Grenze, die von der Mächtigkeit und Geschwindigkeit des Gletschers, dagegen nicht vom Gestein des Untergrundes abhängt. Die vermutete unterste Erosionsbasis hängt sicherlich mit der maximalen Mächtigkeit der Inlandeise und ihrer Gletscherabflüsse zusammen.



### 3. Die Gletschermessungen

Umiamako- und Ringgletscher waren früher noch nicht untersucht worden, weil sie schwer zugänglich sind. Das Wintereis liegt bis Juni oder Juli im Fjord und bildet sich neu im Oktober oder November. Die Meereisdecke wird häufig durch die kalbenden Gletscher und Eisberge zerstört, so daß Schlittenreisen in der Nähe der Gletscherfronten besonders gefährlich sind. Im Sommer, wenn die letzten Wintereisshollen geschmolzen sind, ist der Fjord so dick mit Eisbergen verstopft, daß kein Boot hindurchkommen kann. Von 11 Versuchen, mit Faltboot oder Motorboot zum Ringgletscher zu gelangen (30. Juni bis 17. September 1932), glückten wegen der schwierigen Eisverhältnisse nur 4. Der Umiamakogletscher ist leichter zugänglich. Er wurde von uns im Sommer 1932 ebenfalls viermal besucht.

Der Umiamakogletscher hat eine 3500 m breite und 40 bis 60 m hohe senkrechte, sehr stark ausgezackte Front. Er taucht 300 m tief ins Wasser ein. Die Front hat Uferlinien, die je nach dem Wasserstand sichtbar sind oder verschwinden. Folglich liegt der Gletscher auf dem Fjordboden auf. Dasselbe beobachteten wir an einem großen Eisberg dicht vor der Front. Dieser hatte sich offenbar erst kürzlich vom Gletscher losgelöst. Von dem mittleren Frontstück des Gletschers trennen sich in Abständen von einigen Wochen oder Monaten Eisberge von der Größenordnung  $500 \times 500 \times 350$  m. Sie kippen beim Abreißen nicht um, sondern zeigen die alte Oberfläche nach wie vor nach oben. Wegen der Schwelle von 250 m Tiefe dicht vor der Front können diese großen Eisberge nicht fortschwimmen, sondern bleiben wochen- und monatelang vor der Front liegen, bis ihre Tauchtiefe durch Abschmelzen und Abbrechen genügend abgenommen hat. Das Abreißen solcher großen Eisberge vom Gletscher wurde niemals beobachtet, doch konnten durch die wiederholten Besuche im Laufe des Sommers die Frontveränderungen und die neu gebildeten Eisberge bestimmt werden. Die großen Kalbungen müssen ohne heftige Bewegungen des neu gebildeten

Eisberges vor sich gehen; denn die spitzen Gletschertürme auf der Oberfläche würden bei Schwankungen des Eisberges von etwa  $10^\circ$  umkippen, wie dies oft am Ringgletscher beobachtet wurde. Tatsächlich unterscheidet sich aber die Oberfläche der neugebildeten Eisberge in nichts von der alten Gletscheroberfläche: sie hat die gleiche Höhe behalten und ist über und über mit spitzen Türmen besetzt und tief zerschartet und zerspalten. Zwischen diesen großen, verhältnismäßig seltenen Kalbungen ereignen sich in kürzeren Abständen (Minuten oder Stunden) kleine Abbrüche, bei denen der Gletscher nicht bis zum Grunde durchzureißen braucht. Manchmal kippen Türme oder Wandteile nach vorn um, manchmal rutschen sie an der Front hinab ins Wasser, manchmal tauchen kleinere oder größere Stücke dicht vor der Front aus dem Wasser empor. Es gibt sämtliche Formen der Bewegung und jede Größenordnung der Massen, vom kleinsten Eispplitter bis zur vielfachen Größe des Kölner Doms. In der Regel zerbricht bei diesen Kalbungen alles Eis in kleinere Stücke (Kalbeis).

Die Gletscherfront liegt jetzt weiter zurück als zur Zeit von Steenstrup und Drygalski. Das Nordende der Front ist seit Drygalskis Besuch (1893) um 3 km zurückgegangen, das Südende nur wenig. Die Neigung der Gletscheroberfläche beträgt für die untersten 5 km recht genau  $1^\circ$  und wird nach oben etwas steiler. Beim Einfluß eines linken Seitengletschers entsteht in der Oberfläche des Hauptgletschers eine nicht steile, aber deutliche Stufe von etwa 150 m Höhe. Oberhalb dieser Stufe fließt der Gletscher in seinem breiten Bett sehr eben dahin wie ein Riesenstrom. Etwa 20 km von der Front hat der Gletscher eine Gabelung, die auf dem Flugbild an dem Ziehen der Mittelmoräne zu erkennen ist. Gabelungen und Vereinigungen von Gletschern im Küstengebiet kommen öfter vor, so daß die Gletscherabflüsse des Inlandeises mit verwilderten Flußläufen Ähnlichkeit haben.

Die Oberflächenmoränen des Umiamako sind schmal und wenig schuttreich. Die frische, spärlich bewachsene linke Seitenmoräne, die an den Felswänden zwischen 50 und 100 m Höhe über dem Gletscher

hängt, zeigt einen Rückgang der Eismenge an, und zwar eine Verringerung der Eismächtigkeit um 60–80 m.

Die trigonometrische Geschwindigkeitsmessung, deren grundsätzliche Schwierigkeiten nachher beim Rinkgletscher besprochen werden, fand vom 24. bis 26. September 1932 statt und erstreckte sich über eine Dauer von 48 Stunden. 27 Gletschertürme wurden von den Endpunkten einer 290,8 m langen Standlinie neben dem Gletscher angepeilt und die Winkel zwischen den Peilrichtungen und der Standlinie in Zeitabständen von 24 Stunden auf 10 Bogensekunden genau gemessen. Die Horizontalgeschwindigkeit unweit der Front beträgt im größten Teil des Gletschers 5,20 m in 24 Stunden. Die Geschwindigkeitszunahme erfolgt von den Rändern her schnell, was in Anbetracht des ausgeloteten Querschnitts verständlich ist. Rechnet man mit einer Gletscherbreite von 3500 m, einer mittleren Dicke von 300 m und einer mittleren Geschwindigkeit von 5 m, so ergibt sich eine Eiszerzeugung von 5 250 000 cbm täglich oder 60 cbm/sec. Das entspricht zum Beispiel der Wasserführung der Ems.

Der Umiamakogletscher gehört nicht zu den ganz großen und schnellen Gletschern Grönlands. Jährlich erzeugt er nur etwa 20 große Eisberge; und davon erreichen nicht einmal alle die Baffin Bai, sondern geraten im Fjord auf Grund und werden durch Abschmelzung, Wind, Wellen und Gezeitenwirkung zerstört.

Der Rinkgletscher übertrifft an Größe den Umiamako ganz gewaltig. Seine Front ist eine lotrechte Eismauer von 5000 m Länge und 90 bis 100 m Höhe über dem Wasser. Die höchsten Turmspitzen der Front liegen 112 m über Wasser, und damit hat wohl der Rinkgletscher die höchste bekannte Gletscherfront der ganzen Erde. Da Größenvergleiche dort fehlen, bekommt man von der gewaltigen Fronthöhe erst dann eine Vorstellung, wenn man sieht, daß ein oben abbrechendes Eisstück erst nach 4,5 sec aufs Wasser aufschlägt. Filmaufnahmen solcher fallenden Eisstücke sehen fast wie mit der Zeitlupe aufgenommen aus. Unter Wasser reicht die Front 600 bis 700 m tief

(nämlich annähernd bis auf den Grund), so daß der ganze Gletscher an der Front 700 bis 800 m dick ist.

Der Anblick aus der Nähe ist über alle Vorstellungen großartig, und bei der Geburt der Eisberge entfalten sich so unheimliche Kräfte, Bewegungen und Geräusche, daß die wenigen Menschen — 6 sind es bis jetzt —, die dies Schauspiel miterlebt haben, sprachlos und in tiefster Ergriffenheit davorstanden und bis ins Innerste erschüttert wurden.

Am 24. Juli 1932 morgens kam ich zum erstenmal mit meinem Galtboot an die Gletscherfront. Kurze Zeit nachdem ich das Galtboot an Land gelegt hatte und zu einem geeigneten Beobachtungsort die Felswände hinaufgeklettert war, ereignete sich eine riesige Kalbung, die aus 1 km Entfernung von einem 180 m hohen Standpunkt am Land schräg der Front unter günstigsten Bedingungen beobachtet wurde. Bei diesem ersten Besuch des Rinkgletschers war ich allein. Die Tagebucheintragung über die Kalbung lautet so (nachträgliche Zusätze und Erläuterungen sind durch das Wort „Zusatz“ gekennzeichnet; alles, was sonst in Klammern steht, wurde damals schon geschrieben):

„24. Juli 1932. 03<sup>h</sup> 45<sup>m</sup> M. G. 3. Große Kalbung; wie große Dampferexplosionen; mit Tunneldurchbrüchen (Zusatz: aus Löchern in der Front ergossen sich plötzlich große Wassermengen mit Eisblöcken vermischt in den Fjord).

03<sup>h</sup> 50<sup>m</sup> M. G. 3. 2. Kalbung. Die Front dampft wie der Vesuv.  $\frac{1}{4}$  der Frontbreite geht ab mit etwa 20 gleichzeitigen Kalbungen (Zusatz: große Frontteile spalteten sich ab und kippten etwas vornüber oder rutschten unter Beibehaltung ihrer Stellung in den Fjord hinunter).

03<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> M. G. 3.  $\frac{1}{4}$  der ganzen Front geht ab (Zusatz: in einem Stück), 500 bis 600 m weit hinein (Zusatz: von der Front gletscherwärts gerechnet). Am Abriß schießen überall explosionsartig Strahlen von Wasser- und Eisbrocken 300 m hoch empor (Zusatz: die Höhe wurde mit der Fronthöhe verglichen und drei- bis viermal so groß gefunden). Die Front neigt sich nach hinten, der Gletscher schwimmt

also in der Sjordmitte. Sämtliche Riesentürme stürzen um und bilden ein Gebrodel wie ein Wildbach. Die Front hebt sich vorn, einzelne Türme bis zu doppelter Fronthöhe. Langsam erscheint der ganze unter Wasser gewesene Teil der Front schwarzblau und rein grün. Auch auf diesem, eben noch senkrechten (etwa 500 m hohen; Zusatz: die Lotungen ergaben später 650 m) Hang rutschen die Türme wie eine Eislawine herab. Überall dröhnt es wie schwerstes Trommelfeuer und die ganze Front ist in Aufregung (Erdbeben). (Zusatz: Der Felsboden bewegte sich unter meinen Füßen, veranlaßt durch das Anschlagen der neugebildeten Eisberge an die Front.) Das abgerissene Frontstück zerbricht und unter unheimlichen Kalbungswellen rasen etwa 20 riesige Eisberge in 10 Minuten 2,5 bis 3 km vorwärts, alles vor sich her schiebend. Ich bekomme einen Todeserschreck. Mein Galtboot!! Ich hatte es (Zusatz: 2,5 km von der Front entfernt) 4 m hoch über Wasser gelegt, das Paddel und die Lotmaschine 6 m hoch. Ich rase hin. Das Boot ist spurlos verschwunden, die Lotmaschine auch. 7 m Höhe haben die Kalbungswellen an dieser Stelle gehabt, wie man an der Wasserlinie (Zusatz: scharfe waagerechte Grenze zwischen nassem und trockenem Felsen an der senkrechten Wand) und an den Eisbrocken sehen kann (Höhe mit dem Bandmaß gemessen). (Zusatz: Der Höhenunterschied zwischen Wellenberg und Wellental beträgt also etwa 11–12 m).

Um 05<sup>h</sup> 00<sup>m</sup> M. G. Z. ist der Sjord reingefegt bis etwa 4 km weit vor der Front (Zusatz: alle großen und kleinen Stücke auf meiner Sjordhälfte waren hinausgetrieben. Vor der Gletscherfront war auf meiner Seite bis zur Sjordmitte offenes Wasser).

Plötzlich setzt eine Gegenströmung in den obersten Schichten ein. Lauter kleines Kalbeis schwimmt denselben Weg wieder zurück (bis zu 5 m/sec). Ab 05<sup>h</sup> 10<sup>m</sup> M. G. Z. kommt plötzlich quer zum Sjord auf mich zu eine Strömung (2 m/sec), die alle Eisberge heranbringt. Die kleine Strömung taucht darunter. In einer halben Stunde ist der Sjord wieder voll Eis, so daß kein Wasser mehr zu sehen ist.

Die Hauptkaltungswellen wurden durch das Auftauchen des unter Wasser gewesenen Teiles hervorgerufen (Zusatz: sie hatten vor der Front  $\frac{1}{3}$  der Fronthöhe, also 30 m Höhe, und eine Wellenlänge von 300 m). In den Kaltungswellen zerbrachen sehr viele große Eisberge (Zusatz: die schon vor der Kaltung im Fjord gelegen hatten), so daß ein fortgesetztes Dröhnen durch den Fjord lief.“

Soweit mein Tagebuchbericht. Unmittelbar nach der Kaltung zeichnete ich eine Skizze in mein Tagebuch, die den Hauptvorgang der großen Kaltung richtig wiedergibt.

Bei einem späteren Besuch des Ringgletschers wurden ähnliche Kaltungen noch zweimal und ebenfalls aus größter Nähe beobachtet und sogar gefilmt.

Im wesentlichen verlief der Vorgang wie beim ersten Male. Mein Tagebuchauszug lautet folgendermaßen:

„5. Sept. Montag. Ein sehr denkwürdiger Tag! Als wir beim Frühstück in Steuris Zelt saßen, gab es 9<sup>h</sup> 20<sup>m</sup> einen riesigen Abriß an der Front. Türme stiegen bis 150 m hoch, legten sich seitlich um und wühlten im Wasser. Hinter dem Abriß spritzte das Wasser 200 m hoch. Erdbeben während der ganzen Zeit. Abriß geschätzt 700 m breit, 700 m tief, 300 m nach hinten = 150 Millionen cbm. Ein Rieseneisberg war zuerst etwa 120 m hoch, später durch Abbrüche auf 90–95 m erniedrigt. Die Eisberge fuhren mit ungeheurer Geschwindigkeit fort, 2 km in 10 Minuten. 9<sup>h</sup> 30<sup>m</sup> zweiter großer Abriß jenseits des ersten etwa 1000–1500 m breit, 700 m tief, 250–300 m nach hinten = 175–315 Millionen cbm. Turmgruppen stiegen bis 200 m, vielleicht sogar 250 m hoch, legten sich seitlich um. Die Türme zerbrachen und prasselten wie Eislawinen und Wasserfälle ins Meer. Immer neue Turmreihen schlossen sich nach hinten und seitwärts an. Viele kleine Abrisse überall. Wieder spritzte Wasser bis 200 m hoch, zeitweise war der ganze Gletscher in eine Nebelwolke von Wasserstaub und Eisstücken gehüllt. Große Teile der Front wurden weiß überstäubt wie mit Puderzucker. Der Eisfuß war mit Moränenbändern schwarz, braun

oder gelblich gestreift, viele schwarze Blöcke kamen mit hoch. Ein unaufhörliches Krachen, Prasseln und Dröhnen durchlief das riesige Trümmerfeld, wenn Eisberge aneinander stießen oder beim Drehen an andere anschlugen. Die Kalbungswellen erreichten (nach Gerdas Messung) am Landeplatz (2 km von der Front) an der senkrechten Außenfelsenwand 6 m, am Ufer der benachbarten kleinen Bucht 9 m, ganz im Winkel der Bucht 12 m Höhe über dem ruhigen Wasser. Dabei liegt die Bucht geschützt, nach rückwärts schräg einspringend. Wir sahen am jenseitigen Ufer an allen Vorsprüngen Kalbungswellen unübertrieben bis 100 m hochspritzen. Sehr lange standen die Spritzwolken vor den dunklen Felsen wie bei einer ungeheuren Explosion. Die Eisberge krachen beim Anprall der Wellen in den wildesten Geräuschen wie bei schwersten Granateinschlägen. Der größte Eisberg hatte nach seiner Bildung 140 m Höhe; er bildete eine wundervolle Spitze. Später brachen große Stücke heraus, und dadurch wurde die Höhe auf etwa 113 m erniedrigt. Etwa 15 Minuten nach dem Abriß.“

Da die Frontlage wiederholt trigonometrisch vermessen wurde, konnte der Grundriß der Abrisse und in Verbindung mit den Tiefenlotungen vor der Gletscherfront die Eismenge der einzelnen Kalbungen berechnet werden. Es ergaben sich, wenn mit einer Gletscherdicke von rund 700 bis 800 m gerechnet wird, folgende Eismengen:

Kalbung vom 24. 7. 32	03 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>	M. G. J.	525–600 Mill. cbm
Kalbung vom 5. 9. 32	12 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>	M. G. J.	465–517 Mill. cbm
Kalbung vom 8. 9. 32	02 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>	M. G. J.	618–707 Mill. cbm

Jede dieser Eismengen übertrifft beispielsweise die gesamten Aschen- und Lavamengen, die der Vesuv bei dem großen Ausbruch von 1906 auswarf.

Das explosionsartige Hochschießen der Wasserstrahlen, das wiederholt beobachtet wurde, erklärt sich wohl so: unmittelbar nachdem der Gletscher bis zum Grund durchgerissen ist, steht der abgetrennte Teil einige Sekunden fast still. Der Riß füllt sich mit Meerwasser, und wenn sich jetzt der neuentstandene Eisberg nach rückwärts gegen die Front

neigt, passen die beiden Abrißflächen mit ihren Vorsprüngen und Einbuchtungen noch ziemlich genau aneinander. Das dazwischen eingeschlossene Wasser muß also mit ungeheurer Gewalt nach oben hinausgepreßt werden. Große Teile der neuen Front sehen nach der Kalbung wie mit Neuschnee überstäubt aus. Zwei Gründe, die auf Beobachtungen ruhen, können dafür angegeben werden:

1. werden eine Unmenge Eisblöcke beim Anpressen des Eisbergs an die Front zu Eisstaub zermahlen, und
2. dringt Luft in den Riß hinein. Der Gletscher hat größtenteils negative Temperaturen (mittl. Jahrestemperatur  $-7^{\circ}$ ). Kommt die Luft mit den sehr kalten Abbruchflächen in Berührung, so kondensiert sie sich. Es bilden sich Nebelwolken, und es schneit.

Zum Vergleich sei hier an eine denkwürdige Kalbung des Storströmungletschers in Nordostgrönland ( $77^{\circ}$  Nord) erinnert (vgl. Meddelelser om Grönland 75, 1930, S. 160). Sie fand am 30. September 1912 statt, während die Expedition von J. P. Koch und Alfred Wegener im Zelt auf diesem Gletscher schlief, und hätte der Expedition fast den Untergang bereitet. Dabei brach ein Stück von rd. 800 m Länge, 550 m Breite und 250 m Dicke (= ganze Gletscherdicke) ab, d. h. also 110 Mill. cbm Eis. Der Storström bewegt sich täglich 4,7 m vorwärts, also fast so schnell wie der Umiamako und ist auch fast ebenso dick. Der Kalbungsvorgang wurde damals nicht gesehen, sondern nur gehört; seine Folgen (Zerbrechen der Meereisdecke, Trümmerfeld von Eisbergen, Spaltenbildung im Gletscher) konnten nachträglich festgestellt werden.

Außer den beobachteten großen Abrissen des Ringletschers fanden während unseres Aufenthaltes im Expeditionsgebiet noch mindestens zwei weitere große statt, und zwar am 20. August und 21. September 1932. Sie wurden aus 30 bzw. 65 km Entfernung an den Wellen erkannt, die durch ihre ungeheure Länge auffielen. Gerät man in ruhigem, offenem Wasser mit dem Motorboot in solche Wellen, so hat man ganz den Eindruck, als ob man eine Zeitlang bergauf und dann wieder eine Zeitlang bergab fährt. Noch 10 km von der Front entfernt



spritzen diese Wellen an allen schroffen Felsvorsprüngen 100 m in die Luft. Einige Tage nach den Wellen erscheinen die neu entstandenen Rieseneisberge weiter draußen im Fjord. Es ergibt sich für die Befahrbarkeit des Fjords folgende Regel: alle 10 bis 20 Tage geschieht ein großer Abriß. Der Fjord wird mit Eis vollgestopft und ist in seiner inneren Hälfte nicht befahrbar. Wenn dann mehrere Tage kräftiger Ostwind herrscht, treiben die Eisberge und Eisstücke in riesigen Feldern zum Fjord hinaus. Unmittelbar danach ist die Wahrscheinlichkeit am größten, bis zur Gletscherfront zu kommen.

Nach dem Abriß stiegen Eismassen manchmal bis zu doppelter Fronthöhe (also rund 200 m) empor, verloren aber dann das Gleichgewicht und kippten um oder brachen in sich zusammen. Davon abgesehen, ist der erwähnte Eisberg von 140 m Höhe, der sich eine Viertelstunde lang in seiner ursprünglichen Form erhielt, das äußerste, was bisher an Eisberghöhen gemessen worden ist. Eisberge von über 100 m Höhe sind schon selten; von über 70 m kann man stets einige Duzend im Fjord zählen. Besonders interessant sind die Blau eisberge, die zum Unterschied von den gewöhnlichen Eisbergen keine oder nur vereinzelte Luftblasen enthalten und daher durchsichtig sind wie Glas (man sollte das Wort „Blau eis“ nur für diese Art von Eis aufsparen und nicht anwenden auf Eis, das nur bläulich schimmert, weil es frisch abgebrochen ist oder Spalten und Löcher hat). Mit Wage und Meßzylinder wurden eine Anzahl von Eisdichten gemessen. Bei gewöhnlichem weißem, lusterfülltem Eisbergeis schwankte die Dichte zwischen 0,898 und 0,902; bei Blau eis zwischen 0,914 und 0,917 (0,917 ist die Dichte von reinem Eis). Durch eingefrorene Steine kann die durchschnittliche Dichte eines Blau eisberges sogar über 1,000 wachsen. Blau eisstücke sind besonders gefährlich für Schiffsschrauben und beim Wassern von Flugzeugen, weil sie im Wasser kaum zu sehen sind. Die Entstehung des Blau eises kann auf zweierlei Weisen erklärt werden: 1. durch Wiedergefrieren von Gletscherschmelzwasser nahe der Oberfläche, 2. aus gewöhnlichem Eis durch Druck am Boden des Gletschers.

Die Beobachtungen vieler Kalbungen lehrten: sowohl Teile der Gletscheroberfläche als auch des Bodens bildeten tatsächlich Blaueisberge.

Außer den ganz großen Kalbungen, bei denen der Gletscher bis zum Grund durchreißt, ereignen sich fast in jeder Minute Abbrüche jeder Art und Größe, so daß es in der Nähe des Gletschers wie bei schwerem Geschützfeuer dröhnt. Doch gibt es auch manchmal Pausen von 10 bis 20 Minuten Dauer, wo die Gletscherfront in vollkommener Ruhe da-  
liegt. Eine Abhängigkeit der Kalbungshäufigkeit von den Tageszeiten oder den Gezeiten konnte trotz besonderer Beachtung nicht festgestellt werden.

#### Geschwindigkeitsmessungen.

Da der Ringgletscher völlig zerspalten und in Türme aufgelöst ist, kann die Geschwindigkeit nur trigonometrisch vom Lande aus gemessen werden.

Die grundsätzlichen Schwierigkeiten der Geschwindigkeitsmessung sind folgende: 1. eine Basis von einigen Hundert Metern Länge muß in schwierigem Felsgelände ausgesucht werden. Sie muß möglichst horizontal und parallel zur Gletscherbewegung sein und von beiden Endpunkten freien Blick über den Gletscher und zum andern Endpunkt haben. Ihre Länge muß sich gut messen lassen. Sie darf nicht zu kurz sein, weil die Parallaxen und damit die Entfernungen der Gletschertürme ungenau werden; sie darf jedoch nicht zu lang sein, weil sonst der Anblick der Türme von den beiden Endpunkten zu verschieden ist. 2. Es müssen ein paar Duzend markante Gletschertürme zum Anpeilen ausgesucht werden. Diese Türme müssen von beiden Basisendpunkten aus sichtbar sein, auch bei wechselnder Beleuchtung (Sonnenstand). 3. Die Türme müssen mehrere Tage lang immer wieder gefunden werden. Um sicher zu gehen, werden Gruppen von markanten Türmen benutzt, die nach Anordnung und Form nur einmal auf dem Gletscher vorkommen. Schließlich sollen die Türme während der Tage der Messung nicht umfallen oder sich nicht neigen.

Man bestimmt nicht nur Anfangs- und Schlußstellung, sondern möglichst viele Zwischenstellungen jedes Gletscherturmes. Bewegt sich der Turm (s. Zeichnung) z. B. nach links und parallel zur Basis, so wird mit der Zeit der gemessene Winkel  $\beta$  kleiner, der gemessene Winkel  $a$  größer, der nicht direkt zu messende Winkel  $\gamma$  auch größer. Bei ungenügender Einstellgenauigkeit des Turms ändert sich  $\gamma$  unregelmäßig, so daß der Turm im Laufe der Tage scheinbar hin und her springt. Da  $\gamma$  selbst sehr klein ist, bewirkt eine Änderung von  $\gamma$  große Veränderungen der Entfernung und damit scheinbar der Bewegung. Man muß daher diejenigen Gletschergeschwindigkeitsmessungen als zu unsicher ausschließen, bei denen sich  $\gamma$  nicht gesetzmäßig mit der Zeit ändert (in erster Annäherung proportional mit der Zeit). Bei der Dreiecksberechnung müssen natürlich die zu verschiedenen Zeiten gemessenen Winkel  $a$  und  $\beta$  auf denselben Zeitpunkt umgerechnet werden. Die Fehler in der Geschwindigkeit vergrößern sich, wenn die Basis mit der Fließrichtung des Gletschers einen spitzen Winkel bildet oder gar quer vor dem Gletscher liegt (z. B. auf dem Meereis). Dann gehen alle scheinbaren  $\gamma$ -Änderungen mit voller Größe in die Geschwindigkeit ein. Mehrere kurzfristige frühere Messungen am Upernivik-Gletscher, großen und kleinen Karajak- und Jakobshavn-Gletscher sind hierdurch beeinflusst. Die von den Autoren genannte Genauigkeit von 1 Winkelminute genügt bei den großen Entfernungen nicht. Ist z. B. die Standlinie 343 m lang und steht ein Gletscherturm auf ihrer Mittelsenkrechten (das ist noch der günstigste Fall), 3430 m entfernt, so ist  $\gamma = 5^\circ 43' = 343'$ . Ein Fehler von 1' ändert die scheinbare Entfernung des Gletscherturmes bereits um 10 m. So wird es erklärlich, daß scheinbare unregelmäßige  $\gamma$ -Änderungen unregelmäßige und insbesondere auch zu große Gletschergeschwindigkeiten (über 20 m/24 Stunden) vortäuschen. Man prüfe daraufhin die Messungen von Ryder am Upernivik-Gletscher von Drygalski am Kleinen und Großen Karajak, von Engell am Jakobshavn-Gletscher.

Die Photogrammetrie bestimmt bei der Messung von Gletschergeschwindigkeiten nur die zur Aufnahmeachse senkrechte Verschiebung.

Man kann natürlich auch durch Aufnahmen von beiden Endpunkten der Standlinie die Entfernung der Gletschertürme messen. „Jedoch würde die Genauigkeit dieser Bestimmung nicht genügen, da die Fehler der stereophotographischen Entfernungsmessung voll in die Bestimmung eingehen würden, während die Messung der Verschiebung senkrecht zur Aufnahmeachse mittels der Parallaxe von diesen Fehlern frei ist.“ (Richard Finsterwalder in: Zeitschrift für Gletscherkunde XIX 1931, Heft 4/5, S. 254.) „Man wird deshalb von vornherein die Aufnahmeachse so legen, daß sie senkrecht zur Bewegungsrichtung des Gletschers steht. Aus dem Gesagten geht ohne weiteres hervor, daß sich auf diese Weise die Größe der Verschiebung genauer messen läßt als ihre Richtung, die vielmehr als bekannt vorausgesetzt werden muß“ (ebenda).

Daselbe gilt grundsätzlich für jede trigonometrische Bewegungsmessung. Damit ist klar gesagt, worauf die großen scheinbaren Schwankungen in den Geschwindigkeitsmessungen beruhen. Nach dem Verfahren der Photogrammetrie erhält man offenbar Mindestwerte für die Geschwindigkeit. Die Schwierigkeiten werden groß, wenn die Bewegungsrichtung nicht genau bekannt ist, oder wenn man die Standlinie nicht parallel zur Gletscherbewegung legen kann. Beides tritt oft in der schwer begehbaren Gebirgslandschaft Grönlands notgedrungen ein. Leider konnten wir für die Grönlandexpedition keinen Phototheodoliten entleihen, um photogrammetrische und trigonometrische Messungen zu vergleichen.

Die Geschwindigkeit des Ringgletschers wurde mit dem Hildebrand'schen Einheitstheodoliten vom 24. Juli bis 30. Juli und vom 27. bis 29. August gemessen, von zwei verschiedenen 135 m und 95 m langen Standlinien aus. Es war nicht möglich, Gletschertürme im ganzen Querschnitt des Gletschers anzupeilen. In der graphischen Geschwindigkeitsdarstellung ist die Verteilung der Türme zu sehen. Die Geschwindigkeit nimmt vom Rande her sehr schnell zu und hat im weitaus größten Teil des Querschnitts einen Wert von rund 20 m. Außerordentlich hohe

Werte haben die Türme 25, 27, 28 und 29', nämlich bzw. 27,1 m, 27,0 m, 26,5 m und 24,8 m in 24 Stunden. Diese hohen Werte sind durch eine große Menge von Zwischenmessungen vielfach geprüft. Zur Beurteilung der Genauigkeit sind in der folgenden Tabelle die Dreieckswinkel in Abständen von 24 Stunden angegeben.

Die gleichmäßigen Änderungen der Winkel können nicht durch Messungenauigkeiten, sondern nur durch die wahre Bewegung der Gletschertürme erklärt werden. Danach gehört der Ringgletscher zu den schnellsten Gletschern der Erde.

Turm	II. Stellung	III. Stellung	IV. Stellung	V. Stellung	VI. Stellung	VII. Stellung
25	$\alpha$ 58° 04' 40''	58° 10' 00''	56° 14' 40''	58° 20' 50''	---	58° 31' 50''
	$\beta$ 120° 26' 00''	120° 20' 00''	120° 14' 40''	120° 07' 50''	---	119° 55' 40''
	$\gamma$ 1° 29' 20''	1° 30' 00''	1° 30' 40''	1° 31' 20''	---	1° 32' 30''
27	$\alpha$ 57° 54' 10''	57° 59' 20''	58° 04' 50''	58° 11' 00''	---	58° 22' 20''
	$\beta$ 120° 35' 50''	120° 30' 00''	120° 23' 40''	120° 17' 00''	---	120° 04' 10''
	$\gamma$ 1° 30' 00''	1° 30' 40''	1° 31' 30''	1° 32' 00''	---	1° 33' 30''
28	$\alpha$ 57° 52' 20''	57° 57' 20''	58° 02' 55''	58° 08' 25''	---	58° 19' 20''
	$\beta$ 120° 38' 20''	120° 32' 30''	120° 26' 15''	120° 19' 55''	---	120° 07' 30''
	$\gamma$ 1° 29' 20''	1° 30' 10''	1° 30' 50''	1° 31' 40''	---	1° 33' 10''
29'	$\alpha$ 75° 05' 50''	75° 48' 00''	76° 31' 40''	---	---	---
	$\beta$ 99° 52' 35''	99° 02' 30''	98° 13' 00''	---	---	---
	$\gamma$ 5° 01' 35''	5° 09' 30''	5° 15' 20''	---	---	---

Der Gletscher läßt sich in 5 Längsstreifen zerlegen: 2 auf Land, 2 auf Grund, 1 schwimmender. Die Gletscheroberfläche steigt, soweit man sie nach Osten verfolgen kann (15 bis 20 km weit), mit dem Winkel 2° 03' an. Nahe an der Front ist der große mittlere Teil des Gletschers in einer Breite von 3000 m vollständig eben und nahezu horizontal. Auf der Südseite dieses ebenen Mittelstreifens hat die Gletscheroberfläche an einer Stelle sogar rückläufiges Gefälle. Es sieht ganz so aus, als ob der Gletscher hier auf Grund läge und an den betreffenden Stellen über einen niedrigen Felsbuckel hinweggeschoben würde. Nördlich des

Mittelfstreifens senkt sich im Gegensatz dazu die Oberfläche mit einer deutlichen Stufe zum mittleren Streifen herunter. Die ganz großen Abbrüche finden nach allen Beobachtungen nur im mittleren Teil des Gletschers statt. Beiderseits davon ereignen sich die kleineren, aber um so häufigeren und mitunter sehr heftigen Kalbungen, bei denen Frontteile einstürzen oder aus der Tiefe auftauchen. Jenseits der Oberflächenmoräne ist die Front viel niedriger und kalbt sehr selten. Der rechte Seitenstreifen des Ringgletschers wird von langsam bewegtem Eis des Seitengletschers gebildet.

Legt man bei der Berechnung der Eiszerzeugung eine Breite von 4000 m, eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 18 m in 24 Stunden und eine Dicke von 700 bis 800 m zugrunde, so führt der Gletscher durch seinen Querschnitt täglich 50,4 Millionen bis 57,6 Millionen cbm Eis oder in einer Sekunde 580 bis 670 cbm Eis. Diese Eismenge gleicht der Wasserführung der Elbe bei Hamburg.

Aus den Beobachtungen sollen nun noch einige Schlüsse gezogen werden. Zunächst folgt, daß die unteren Gletscherteile sich nicht wesentlich langsamer bewegen als die oberen. Wenn nämlich der Gletscher in den Fjord hineinrutscht, bekommt die Gletscherfront den stärksten Auftrieb. Aus diesem Grund hebt sich die Front unmittelbar nach dem Abbruch. Würde die Gletscherfront oben über die unteren Teile hinausragen, so müßte sie nach anfänglicher Hebung wieder nach vorn kippen. Tatsächlich neigt sie sich immer aber weiter nach hinten, bis sich der Eisberg um  $90^\circ$  gedreht hat. Andererseits kann die Gletscherfront unten auch nicht erheblich über die oberen Wandteile hervorragen. Denn das Auftauchen der Eisberge bei kleineren Kalbungen geschah gewöhnlich unmittelbar an der Eiswand. In seltenen Fällen tauchten Eisberge bis 100 oder 150 m vor der Front auf. Diese seltenen Vorkommnisse zeigen, daß sie ausnahmsweise durch seitlich wirkende Kräfte zustande gekommen sind. Es wird vorkommen, daß ein am Boden losgerissenes Stück Eis beim Hochsteigen an Frontvorsprüngen anprallt und dadurch von der Front entfernt wird.

Die Beobachtungen zeigen also, daß der Gletscher sich im größten Teil seiner Mächtigkeit nahezu gleich schnell bewegen muß. Falls Überschiebungen an der Gletscherbewegung teilhaben, können sie jedenfalls nur in den alleruntersten Schichten vor sich gehen. Es ist ferner beim Ringgletscher oder Umiamako ausgeschlossen, daß an der Wasserlinie die Front in der Weise unterschritten wird, daß sie über und unter Wasser weit vorspringt. In der kurzen Zeit (einige Tage), in der eine bestimmte Frontstelle nicht kalbt, bildet sich noch keine nennenswerte Hohlkehle. Daher gibt die Zeichnung von Russell ein unzutreffendes Bild, wenigstens für Verhältnisse, wie sie am Ring- und Umiamakogletscher beobachtet wurden. Aber auch beim Besuch von 12 anderen großen Gletscherfronten in Grönland konnte ich niemals eine nennenswerte Unterschneidung in der Wasserlinie beobachten, höchstens einige feine Linien oder die übliche kleine Hohlkehle. Für den Zusammenhalt der Eismassen bildet diese kleine Einkerbung keine Beeinträchtigung. Alle Beobachtungen sprechen also dafür, daß die Front eine senkrechte Wand ist, und daß die Geschwindigkeit von oben bis unten sich nicht wesentlich ändert. Dies gilt wohlbemerkt für Gletscher, die durch die Kraft des Auftriebs abbrechen, also für die großen produktiven, schnell laufenden Gletscher der grönländischen Westküste.

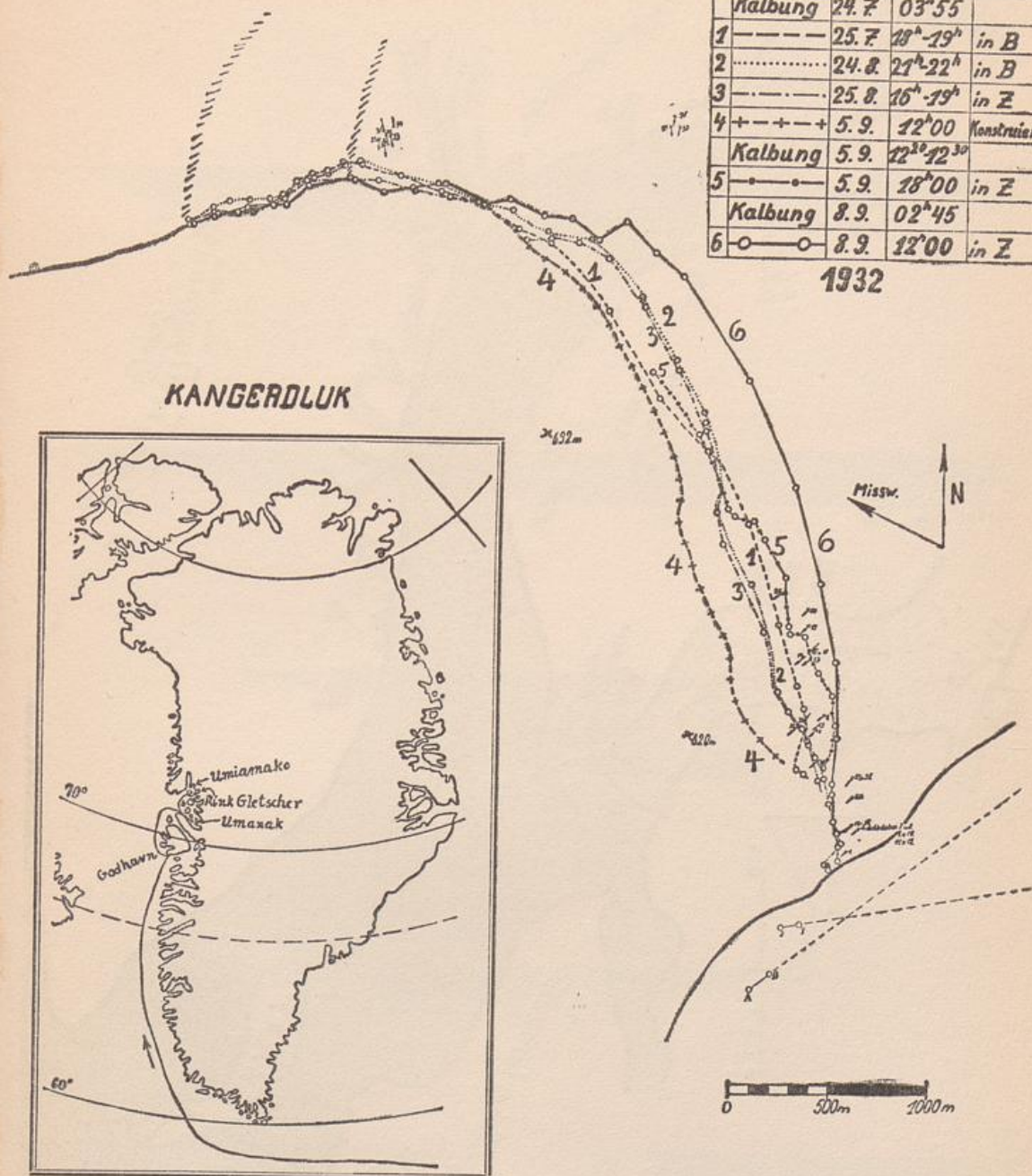
Über weitere Beobachtungen, namentlich über solche, die einen Beitrag zur Frage der Gletschererosion liefern, wird später berichtet werden, wenn alle Messungen ausgewertet sind.

Abgeschlossen am 16. August 1933.

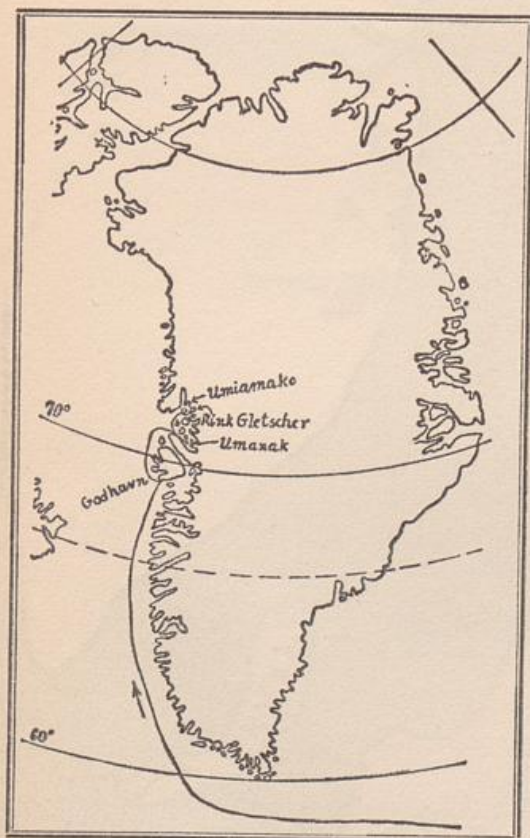
# FRONT DES RINGKLETSCHERS

Kalbung	24.7	03 <sup>h</sup> 55	
1	25.7	18 <sup>h</sup> -19 <sup>h</sup>	in B
2	24.8	21 <sup>h</sup> -22 <sup>h</sup>	in B
3	25.8	16 <sup>h</sup> -19 <sup>h</sup>	in Z
4	5.9	12 <sup>h</sup> 00	Konstruiert
Kalbung	5.9	12 <sup>h</sup> 10-12 <sup>h</sup> 30	
5	5.9	18 <sup>h</sup> 00	in Z
Kalbung	8.9	02 <sup>h</sup> 45	
6	8.9	12 <sup>h</sup> 00	in Z

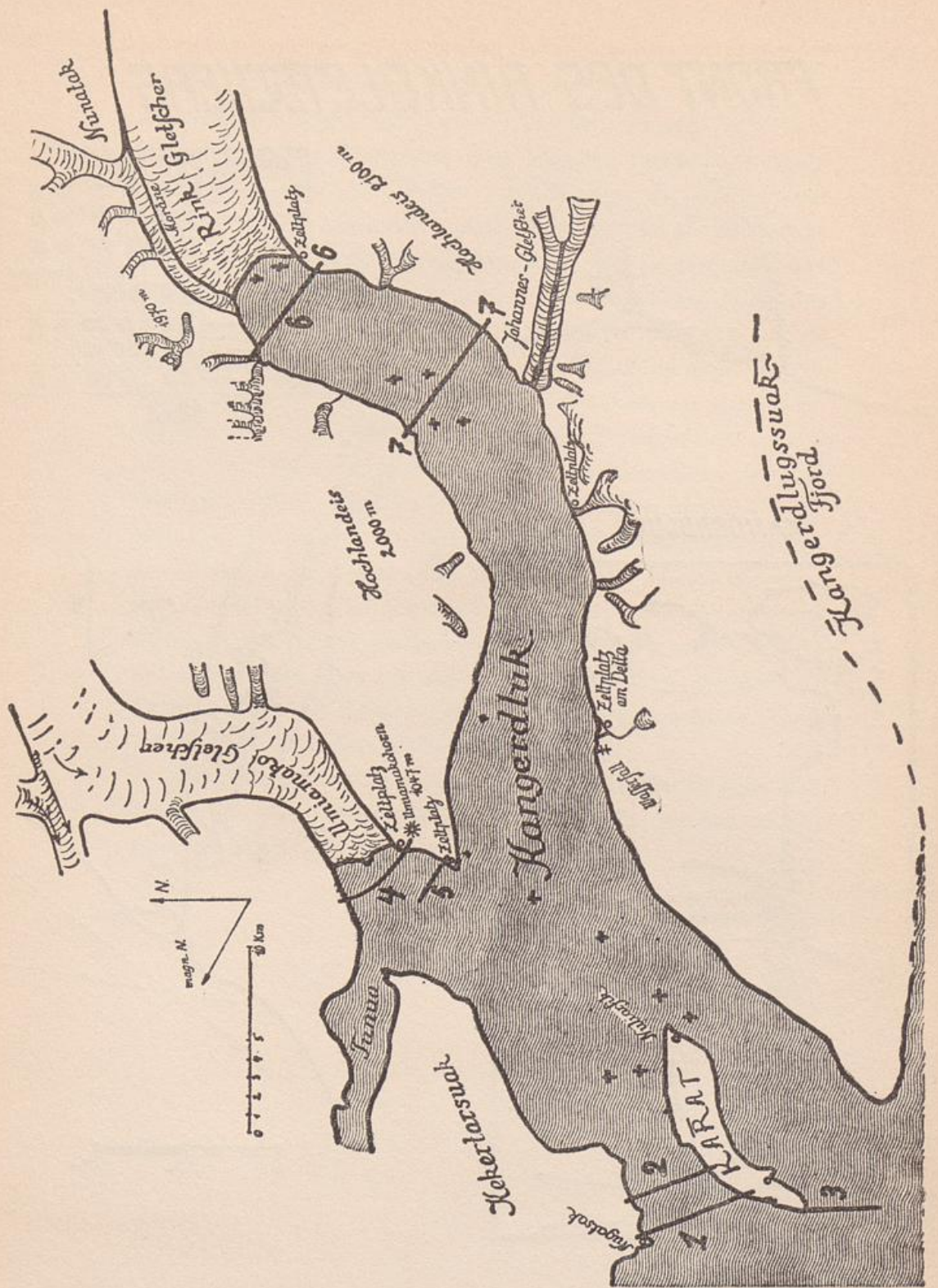
1932

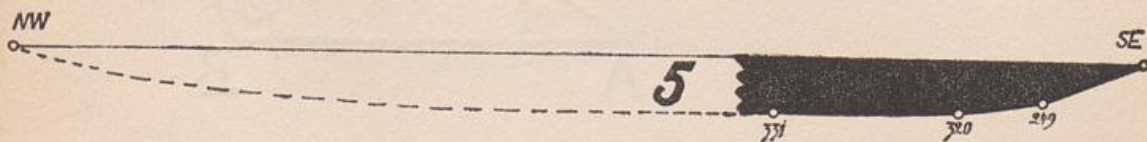
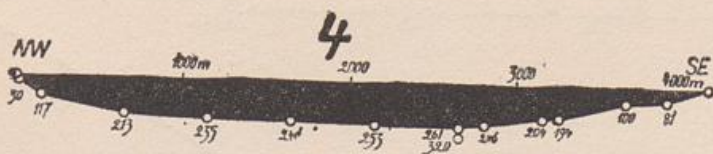
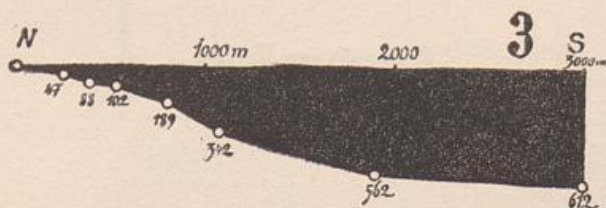
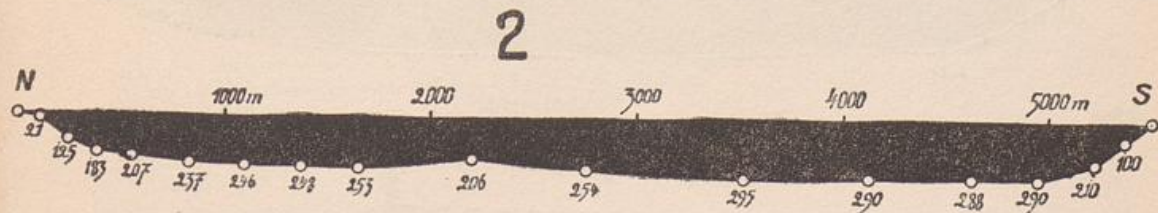
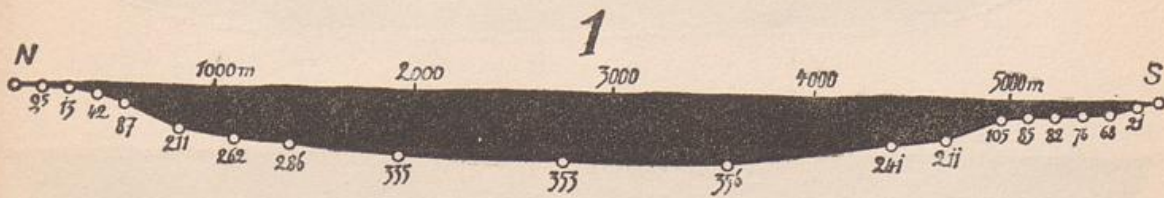
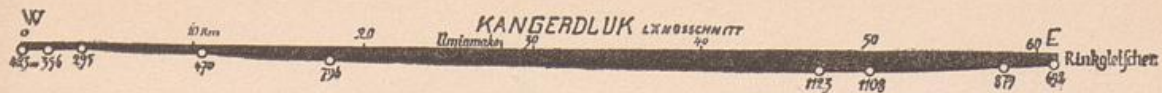


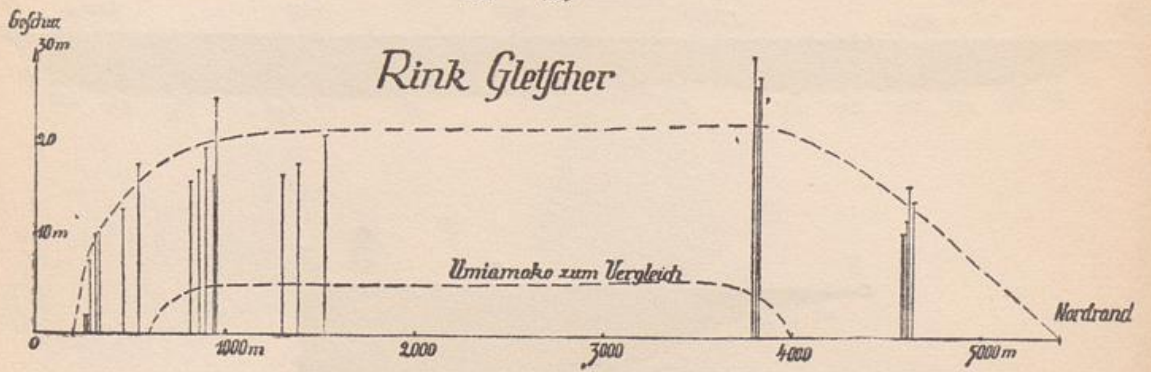
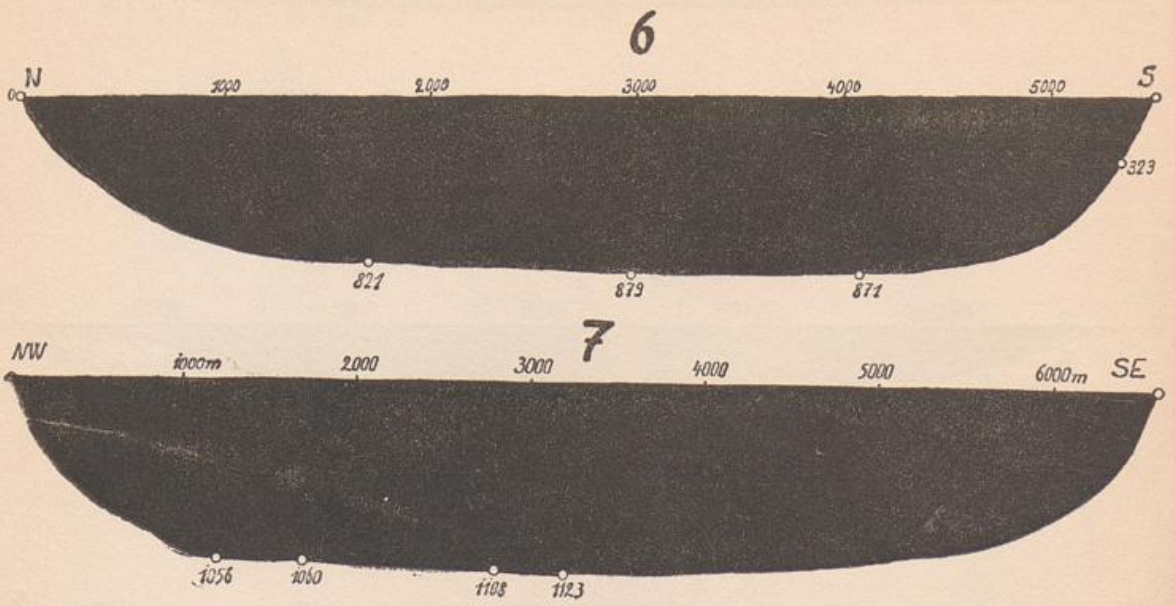
## KANGERDLUK



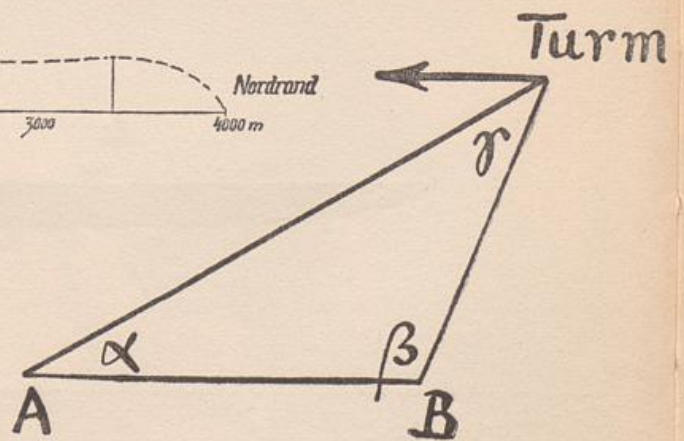
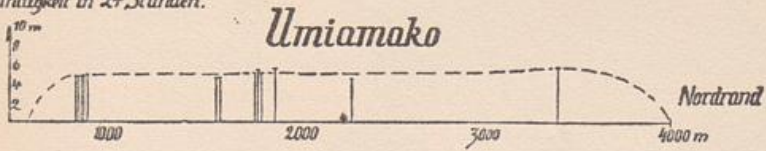






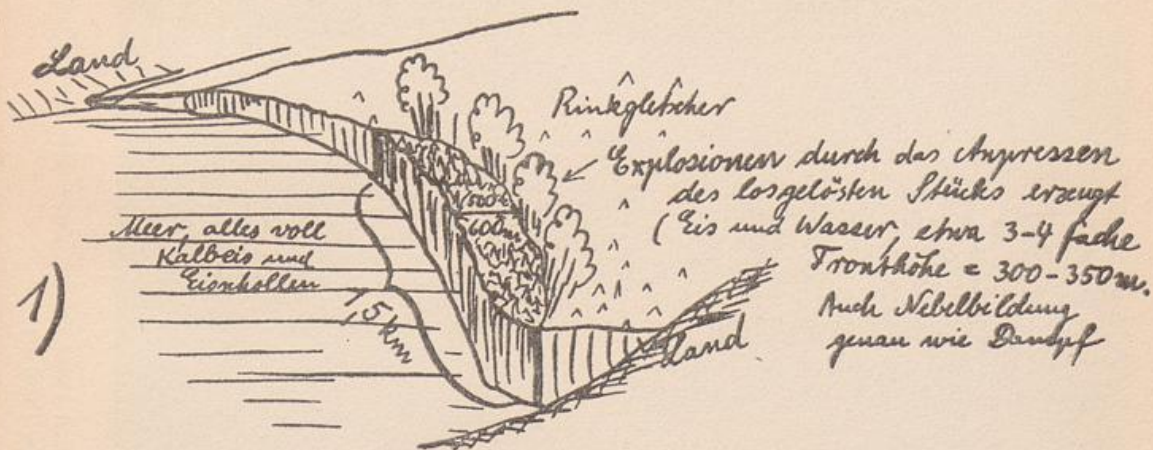


Geschwindigkeit in 24 Stunden.

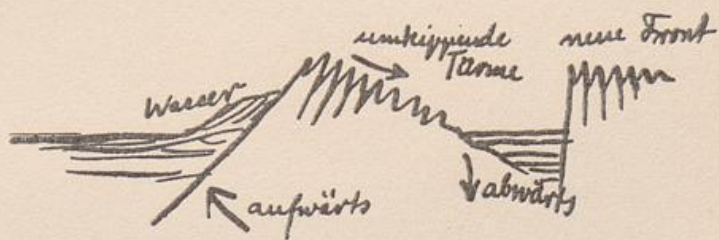


Tagebuch I S. 112

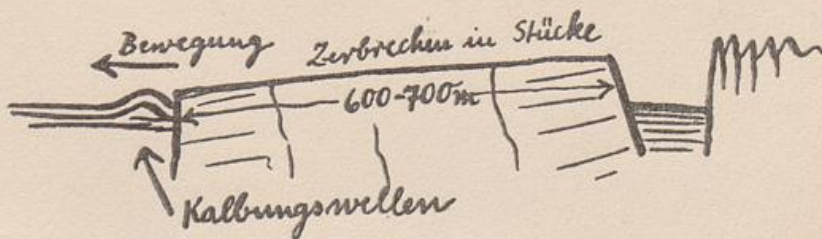
Die große Kalbung am 24. Juli 1932  
03<sup>h</sup> 55<sup>m</sup> M.G.Z.



2)



3)





Satzlinie der Karte des Motorbootes M. B. „PER“, das einzige Hilfsmittel Idets auf der Suche nach uns. — Rechts oben gezeichnete Idet meinen Standort (siehe Pfeil) ein

Verzeichnis wichtiger Schriften  
über Gletscher und Eisberge.

1. R. R. J. Hammer, Undersøgelser ved Jakobshavns Isfjord (Meddelelser om Grønland. 4, S. 1, 1883).
2. K. J. B. Steensstrup, Bidrag til Kjendskab til Braerne og Brae-Isen i Nord-Grønland. (M. o. G. 4, S. 70, 1883).
3. E. H. Ryder, Undersøgelse af Grønlands Vestkyst fra 72° til 74° 35' N. B. (M. o. G. 8, S. 203, 1889).
4. H. Rink, Nogle Bemaerkninger om Ilandsisen og Isfjeldenes Oprindelse. (M. o. G. 8, S. 271, 1889).
5. E. v. Drygalski, Grønland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. 1891—1893. Bd. 1, Berlin 1897.
6. M. E. Engell, Undersøgelser og Opmaalinger ved Jakobshavns Isfjord og i Orpigssuit in Sommeren 1902. (M. o. G. 26, S. 1, 1904).
7. M. E. Engell, Beretning om Undersøgelserne af Jakobshavns Isfjord og dens Omgivelser 1903—1904. (M. o. G. 34, S. 155, 1910).
8. J. P. Koch und A. Wegener, Die glaziologischen Beobachtungen der Danmark-Expedition. (M. o. G. 46, 1911).
9. Greenland, Verlag E. A. Reigel, Kopenhagen 1928, mit vielen Literaturangaben.
10. J. P. Koch und A. Wegener. Wissenschaftliche Ergebnisse der dänischen Expedition nach Dronning Louises Land und quer über das Inlandeis von Nordgrønland 1912—1913. (M. o. G. 75, 1930).
11. Edw. H. Smith, Arctic Ice with especial reference to its distribution to the North Atlantic Ocean. (The Marion-Expedition . . . . . 1928). Washington 1931.