

STUDIEN

ÜBER

MEEREIS UND GLETSCHEREIS

VON

AXEL HAMBERG.

MIT ZWEI TAFELN.

MITGETEILT DEN 9 JANUAR 1895.

GEPRÜFT VON B. RUBENSON UND A. E. TÖRNEBOHM.

STOCKHOLM 1895

KUNGL. BOKTRYCKERET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

Im Sommer 1892 machte ich eine Reise mit einem Seehundfänger aus Tromsø nach dem Eismeere nordwestlich und südöstlich von Spitzbergen und hatte dabei während der stetigen Fahrten im Treibeise Gelegenheit die Struktur und Eigenschaften desselben zu beobachten. Recht häufig fand ich auch kleine Eisberge oder Stücke von Gletschereis im Meere schwimmend und konnte somit auch das Gletschereis studieren, wozu ich ebenfalls bei zahlreichen Gletschertouren auf Spitzbergen, in Skandinavien und in der Schweiz Gelegenheit gehabt habe. Nachstehend teile ich einige einschlägige Beobachtungen mit, die ich während dieser Reisen gemacht habe und die mir neu und nicht unwichtig zu sein scheinen.

Struktur und Schmelzerscheinungen des Meereises.

Jeder, der die arktischen Gegenden im Sommer besucht hat, dürfte bemerkt haben, dass das Treibeis immer als von Schnee bedeckt erscheint. Dieses Schneelager verschwindet während des ganzen Sommers nicht, sofern das Eis nicht auch schmilzt; es reicht immer ungefähr bis zu dem Wasserspiegel hinab und erst darunter fängt das wirkliche Eis an.

Anfangs glaubte ich, dass die weisse Bedeckung wirklich zusammengepackter Schnee wäre, aber als ich einmal ein Stück frisches Meereis an Bord des Schiffes gebracht hatte und sah, welche Veränderungen es beim Schmelzen erlitt, stiegen mir Zweifel auf.

Wie schon durch ältere Beobachtungen bewiesen ist, besteht das Meereis, wie auch das Süswassereis, aus senkrecht zur Wasseroberfläche orientierten, nach der Hauptachse pris-

matisch ausgezogenen Krystallindividuen. In Schnitten parallel der Wasseroberfläche zeigt daher das Meereis eine körnige, in Schnitten senkrecht zur Oberfläche dagegen eine parallelfaserige Struktur. Diese ist im Meereis im allgemeinen nicht schwierig zu entdecken. Die Fig. 1 Taf. II stellt ungefähr in natürlichem Masstabe den Querschnitt eines Stück Meereises aus einer unregelmässigen Packeisscholle dar, die etwa 4 M. hoch, 8 M. tief war und im Meere südlich von Stans Foreland angetroffen wurde. Die Figur zeigt deutlich eine Streifung parallel der vertikalen Kanten, welche der Richtung senkrecht zur ursprünglichen Wasseroberfläche entsprechen. Die Streifen oder Stengel in der Platte, welche photographiert wurde, zeigten im polarisierten Licht Auslöschung ungefähr parallel und senkrecht zur Längsrichtung.

Wie die Figur zeigt, enthält das Eis zahlreiche Gasblasen. Die kleineren derselben waren bei einer Temperatur von etwa 0° beweglich in der Längsrichtung der Faser und wenn man die Platte drehte und vorsichtig schüttelte, konnte das Bläschen sich mehrere Centimeter in dieser Richtung, aber senkrecht zu derselben nur wenig bewegen. Die Platte enthielt daher bei der genannten Temperatur Flüssigkeitseinschlüsse, die hauptsächlich zwischen den Eisstengeln eingelagert waren. Bei einer Bestimmung des Chlorgehaltes von einem geschmolzenen Stücke desselben Eises fand ich nicht weniger als 0,6125 Gm Chlor per Liter.

Wenn ein Stück Meereis bei höheren Temperaturen als 0° aufbewahrt wird, tritt zunächst die Veränderung mit demselben ein, dass die Luftblasen bedeutend vermehrt und vergrössert werden, während Schmelzwasser abläuft. Auf der Oberfläche schmilzt das Stück jedoch nur wenig. Die oben erwähnte Platte, die in Fig. 1 Taf. II dargestellt ist, zeigte nach zweistündigem Aufbewahren in Luft von ungefähr $+5^{\circ}$ das Aussehen der Fig. 2, in welcher wir eine Unmasse neuer ziemlich grosser Luftblasen erkennen können.

Dieser Umstand ist nicht schwierig zu erklären. Bekanntlich schmilzt reines Eis unter 760 Mm. Druck in reinem Wasser bei 0° C. Enthält aber das Wasser irgend welche gelöste Substanzen, so wird der Schmelzpunkt niedriger und zwar ist diese Schmelzpunktserniedrigung der Zahl der gelösten Moleküle proportional, oder wenn nur ein fremder Stoff vorhanden ist, so ist die Temperatursenkung im allgemeinen

den Gewichtsmengen des Stoffes proportional. (Gesetz von BLAGDEN.) Hieraus folgt, dass das Eis, welches sich im Kontakt mit salzhaltigem Wasser befindet, bei einer niedrigeren Temperatur schmilzt, als reines Eis in reinem Wasser. In einem Eisstücke, wie das durch Fig. 1 Taf. II abgebildete, schmelzen somit diejenigen Teile, die im Kontakt mit einem Einschluss von Meerwasser stehen, bei einer niedrigeren Temperatur als das reine Eis. Wenn man das Stück mit reinem Wasser abspült, so muss es zuerst inwendig rund um die salzhaltigen Einschlüsse schmelzen, ehe es an der Oberfläche wesentlich zu schmelzen anfangen kann, indem die Temperatur des ganzen Stücks wegen der Wärmeleitung ungefähr dem Gefrierpunkte der Wassereinschlüsse entsprechen dürfte, welcher niedriger als der Schmelzpunkt des reinen Eises ist. Da ferner die Salzwassereinschlüsse hauptsächlich zwischen den Eisstengeln eingelagert sind, werden diese Zwischenräume erweitert; weil die Eispartikel beim Schmelzen ihr Volumen vermindern, entstehen leere Räume, in die der Atmosphärendruck Luft durch die erweiterten Kanäle zwischen den Eiskrystallen hineinpresst; zuletzt werden die Zwischenräume so gross, dass das Schmelzwasser abfliessen und von Luft ersetzt werden kann. Das ursprünglich klare Eis, das wie Fig. 1 nur wenige Gasbläschen enthält, wird hierdurch in eine von Luftkanälen überfüllte, poröse Masse umgewandelt, wie die Fig. 2 zeigt. Dieses Eisstück hatte jedoch noch einen Chlorgehalt von etwa 0,1 Gm per Liter. Wenn das Stück noch länger bei einer Temperatur über 0° aufbewahrt worden wäre, so wäre auch der innere Schmelzungsprozess mehr fortgeschritten, das Stück wäre poröser und der Chlorgehalt kleiner geworden.

Wir können jetzt verstehen, warum die Treibeisschollen im Sommer oberhalb der Wasseroberfläche immer weiss und wie von Schnee bedeckt erscheinen. Die Meerwassereinschlüsse in den über das Wasser ragenden Teilen des Eises schmelzen sich heraus, wenn die Lufttemperatur 0° oder darüber ist, und werden von Luft ersetzt. Diejenigen Teile aber, die im Meere liegen und vom Salzwasser umgeben werden, können keine höhere Temperatur als den Gefrierpunkt des Meerwassers ($= -1,9^{\circ}$) annehmen und können daher inwendig nicht schmelzen.

Die über der Wasseroberfläche gehäuften Eisblöcke sind bisweilen ausserordentlich porös. Die Fig. 3 stellt den Quer-

schnitt eines sehr porösen, ganz wie Schnee aussehenden Stückes dar, welches jedoch, wie die optische Untersuchung zeigte, ein Stück Meerwassereis gewesen war. Man konnte auch noch, wie die Figur zeigt, eine Streifung entsprechend derjenigen in Fig. 1 erkennen. Der Chlorgehalt war nur 0,014 Gm per Liter. Das Stück hatte sich somit fast rein gewaschen.

Diese einfachen Verhältnisse des Meereises sind natürlicherweise zum grössten Teil nicht neu, sondern schon von vielen arktischen Reisenden beobachtet. Allein die meisten derselben dürften die Erscheinungen in irgend einer Weise missverstanden haben. Wenigstens habe ich keine Beschreibung derselben gelesen, welche die obenstehende ersetzen kann, deren wir ausserdem bedürfen, um das Gletschereis besser zu verstehen.

Gasgehalt des Meereises und Gletschereises.

Bekanntlich hat das Wasser für Sauerstoffgas einen grösseren Absorptionskoeffizienten als für Stickstoffgas. Daher enthält die Gasquantität, welche im Wasser absorbiert ist, verhältnismässig mehr Sauerstoff als die atmosphärische Luft. Das Meerwasser absorbiert aus der Luft bei 0° und 760 Mm. Barometerdruck etwa 14,85 Cc. Stickstoff und 7,8 Cc. Sauerstoff per Liter. Letzterer beträgt somit etwa 34,5 % der beiden Gase. In der atmosphärischen Luft ist aber der Sauerstoffprozent etwa 20,95. Es fragt sich nun, was für einen Sauerstoffprozent die Gasblasen im frischen Meereise haben, welches aus dem lufthaltigen Meerwasser gebildet worden ist.

Zur Beantwortung dieser Frage machte ich am Bord des Schiffes einige Experimente, die in folgender Weise ausgeführt wurden.

In eine Glasglocke Gl. (Taf. I) wurde ein passendes Stück Meereis gebracht, das ziemlich grosse Gasblasen enthielt. Die Glocke wurde von einem Quecksilber enthaltenden Bechergläse umgeben und die Luft in der Glocke durch den Hahn 8 ausgesaugt. Das Eisstück mit den Gasblasen wurde somit von Quecksilber ganz umschlossen. Zur Bestimmung und Analyse des Gases benutzte ich den von mir früher beschriebenen Apparat für die Untersuchung der im Meerwasser absorbierten Gase.¹ Nachdem das Eisstück geschmolzen war,

¹ Bih. t. K. Vet.-Akad. Handl. Bd 10. N:o 13. S. 50. Taf. III u. IV. — Journ. f. prakt. Chem. 1886. S. 433. Taf. III u. IV.

wurde das Gas und das Wasser durch die in der Figur dargestellte luftdichte Verbindung in den nur mit Wasserdampf gefüllten Ballon B des erwähnten Apparates eingeführt, von welchem wir in der Fig. den Trichter Tr und die Hähne 3 und 4 sehen. Das Wasser wird danach — zuerst ohne Einführung von Quecksilber — gekocht und das Gas in die Glocke K für die Messung und die Analyse desselben gebracht.¹ Die Hauptschwierigkeit mit dem Experiment bestand darin, dass die Lufttemperatur fast immer über 0° war und das kleine Eisstück, das nur etwa 25—40 Gm wog, daher sehr schnell inwendig zu schmelzen und Luft einzusaugen anfang. Ich glaube jedoch, dass die zwei unten angeführten Bestimmungen ziemlich tadellos sind. Beide Proben stammen aus dem Meere zwischen Spitzbergen und Beeren Eiland.

N:r	Cub.-cent. per Liter.		100 . 0
	N	O	N + O
II	6,83	2,44	26,3
V	4,62	1,46	24,0

Wir sehen aus diesen Versuchen, dass *die Gasblasen einen Sauerstoffprozent haben, der grösser als derjenige der Luft, aber kleiner als derjenige der von dem Meerwasser absorbierten Gasmenge ist.* Dies ist auch ziemlich erklärlich, denn nur ein kleiner Teil des absorbierten Gases wird bei der Eisbildung ausgeschieden, und das Meerwasser ist zwar hinsichtlich der atmosphärischen Luft mit Gas gesättigt, aber nicht in Bezug auf eine Gasmischung, welche eine Zusammensetzung hat, wie die im Meerwasser absorbierten Gase.

Zum Vergleich mit dem Meereise machte ich auch eine Analyse von im Gletschereise eingeschlossenen Gasblasen. Das Eisstück wurde etwa 2 Seemeilen südlich von Whales Point gefunden. Die Resultate waren folgende:

N:r	Cub.-cent. per Liter.		100 . 0
	N	O	N + O
VII	12,9	3,3	20,4

Das vom Gletschereise eingeschlossene Gas hatte somit ungefähr dieselbe Zusammensetzung wie die atmosphärische Luft,

¹ Um den Sauerstoff genauer bestimmen zu können, habe ich die ursprüngliche Methode insofern geändert, als ich vor jeder Bestimmung den Ballon mit Hilfe von Quecksilber bei Anwesenheit von Wasser luftleer mache und das auszukochende Wasser in den leeren Ballon einführe. Das Wasser wird danach anfangs ohne Zusatz von Säure oder Anwesenheit von grösseren Mengen Quecksilber gekocht.

was ja auch zu erwarten war. Frühere Untersuchungen haben aber entgegengesetzte und mit einander nicht übereinstimmende Resultate gegeben. Die Brüder SCHLAGINTWEIT¹ fanden 22,7 Vol.-prozent Sauerstoff in der Bläschenluft aus alpinem Gletschereis — somit beträchtlich mehr als in der atmosphärischen Luft. STEENSTRUP² giebt dagegen für Eis eines Eisberges bei Grönland nur 16,8 % Sauerstoff an. Diese älteren Bestimmungen waren aber wegen der angewandten Methoden ziemlich ungenau.

Das Gletschereis und die Gletscherbewegung.

Das Gletschereis zeigt bekanntlich im Gegensatze zu dem Meereise eine durchweg körnige Struktur. Die Krystallindividuen von Eis, welche das Gletschereis bilden und Gletscherkörner genannt werden, haben eine unregelmässig rundliche Begrenzung und ihre optischen Achsen sind nicht parallel orientiert.

Bei Temperaturen unter 0° kann man im frischen Gletschereise die Struktur nicht ohne besondere Hilfsmittel erkennen, weil die Gletscherkörner ganz dicht an einander schliessen; bei 0° aber wird der feste Zusammenhang der verschiedenen Körner aufgelöst, das Eis schmilzt an den Berührungsf lächen zwischen den Körnern, zuletzt fliesst das Wasser aus den so geöffneten »Haar- oder »Kapillarspalten« weg und Luft dringt ein. Dabei tritt die Struktur ganz deutlich hervor, indem man die Begrenzung jedes Gletscherkornes erkennen kann. Die Figur 4 Taf. II stellt im halben Massstabe den Durchschnitt eines Stück Gletschereises aus dem Storfjorde Spitzbergens dar, welches ich einige Stunden in Luft über 0° aufbewahrt hatte. Die zwischen die Gletscherkörner eingesaugten Luftschichten lassen die Struktur einigermassen deutlich hervortreten.

Der Umstand, dass der bei niedrigeren Temperaturen feste Zusammenhang zwischen den Gletscherkörnern aufgelöst wird, wenn die Temperatur auf 0° oder darüber steigt, scheint nicht früher erklärt worden zu sein. Es ist indessen aus dieser

¹ Untersuchungen über die physicalische Geographie der Alpen. Leipzig 1850. S. 18.

² Meddelelser om Grönland. Bd 4. S. 97.

Thatsache selbst ganz klar, dass die Grenzflächen der Körner — wie sie im Eise vorkommen — einen etwas niedrigeren Schmelzpunkt haben, als die übrigen Teile derselben. Aus der Analogie mit den Erscheinungen, welche das Meereis beim Schmelzen erkennen lässt, *schliesse ich, dass diese Schmelzpunkterniedrigung von der Anwesenheit fremder in Wasser löslichen Stoffe verursacht ist.*

Es ist bewiesen worden, dass weder das Gletschereis noch die atmosphärischen Niederschläge ganz rein sind. Besonders liegen zahlreiche Untersuchungen vor, nach welchen nicht unbedeutende Mengen Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure und Chlornatrium im Regen und Schnee vorkommen. Chlornatrium stammt von dem Schaum der Seewellen und wird vom Meere mit den Winden weiter geführt. E. KINCH¹ giebt aus Beobachtungen während 16 Jahren in Cirencester (England) als Mittel 3,38 Mg Chlor per Liter Regenwasser an. Bei heftigen Stürmen waren die Chlormengen bisweilen sehr beträchtlich; einmal fand er etwa 0,1 Gm per Liter. N. PASSERINI² fand unweit Florenz im Regenwasser Chlorgehalte, die zwischen 0,168 und 24,177 Mg per Liter schwankten. Über den Ammoniakgehalt der atmosphärischen Niederschläge liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Besonders interessant sind hier die Beobachtungen von J. STOKLASA,³ nach welchen der Schnee etwa 10—20 Mg Ammoniak per Liter Wasser enthält, während im Regenwasser nur 1—6 Mg vorhanden sind. Dagegen ist der Salpetersäuregehalt geringer im Schnee als im Regenwasser.

Die angeführten Zahlen dürften genügen, um zu zeigen, dass das Gletschereis nicht absolut frei von in Wasser löslichen Stoffen wie Chlornatrium, Ammoniumcarbonat, Ammoniumnitrat u. s. w. sein kann, da diese schon in dem Schnee vorhanden sein müssen, aus welchem das Eis gebildet worden ist. Es ist ferner offenbar, dass diese Salze während der langsamen Krystallisationsprozesse, bei denen aus dem Schnee das Gletschereis gebildet wird, *zwischen* die Krystalle konzentriert werden. In dem fertigen Gletschereise sind die Salze somit in dünnen Schichten von Salzlösungen vorhanden, welche die Gletscherkörner trennen. Wenn die Temperatur

¹ Chem. Centralbl. 1887 : 94.

² „ „ 1894 : 1 : 316.

³ „ „ 1887 : 945.

unter 0° ist, so sind diese Flüssigkeitsschichten ausserordentlich dünn, weil die Salzquantität sehr gering ist. Die Gletscherkörner müssen daher ganz nahe an einander liegen und das Eis erscheint völlig dicht. Bei 0° erweitern sich aber die Flüssigkeitsschichten, weil sie einen Schmelzpunkt haben, der immer etwas niedriger als 0° ist. Demnach wird auch bei 0° der feste Zusammenhang zwischen den Körnern gelöst.

In der That liegen somit die Gletscherkörner im frischen Eise neben einander in einer Salzlösung, deren Volumen jedoch ausserordentlich gering ist im Vergleich mit dem Volumen der Eiskörner. Durch Vermittelung dieser Lösung schreitet die Metamorphose des Eises fort, indem wahrscheinlich die grösseren Körner auf Kosten der kleineren fortwachsen.¹ Auch für die Bewegung der Gletscher dürften die Flüssigkeitsschichten von Belang sein.

Über den Vorgang der Gletscherbewegung sind mehrere Theorien aufgestellt worden. Unter diesen können wir zunächst diejenigen als unwahrscheinlich betrachten, welche die Plasticität des Eises nicht berücksichtigen.

Das Gletschereis ist somit plastisch. Aber in welcher Weise?

Durch die Untersuchungen von Mc CONNELL² ist bewiesen worden, dass ein Eiskrystall auch bei niedrigen Temperaturen — seine Experimente wurden zwischen 0° bis — 17° ausgeführt — in der Art plastisch ist, dass die Eispartikel sich parallel der Basis verschieben, die somit beim Eise eine »Gleitfläche« ist. Die Verschiebung der Eisteilchen geht bei höheren Temperaturen schneller als bei niedrigeren vor sich. Die Geschwindigkeit scheint jedoch nur mit der ersten oder zweiten Potenz der Temperatur (von 0° gerechnet) abzunehmen.

Das Gletschereis ist aber bei Temperaturen unter 0° nur wenig plastisch und die Plasticität, welche dasselbe bei 0° zeigt, nimmt bei fallender Temperatur gewiss wenigstens mit der dritten oder vierten Potenz der Temperaturgrade ab. Übrigens ist es nicht wahrscheinlich, dass die Gletscherbewegung auf einem Gleiten nach der Basis innerhalb jedes Gletscherkorns beruht, da die Gletscherkörner ganz verschieden orientiert sind, immer dicht an einander liegen und deshalb einander hindern müssen. Es ist dann wahrscheinlicher, dass die Körner selbst

relativ zu einander sich bewegen, während sie inwendig unverändert bleiben. Derartige Anschauungen scheinen TYNDALL¹ und HELMHOLTZ² gehabt zu haben, allein sie dürften die That-sachen missverstanden haben, indem sie glaubten, dass das Haarspaltennetz, nach welchem die Gletscherkörner sich trennen, durch Druck entstandene Bruchflächen seien. Dagegen scheint mir HEIM³ auf dem richtigen Wege gewesen zu sein, da er schreibt:

»Das durch die fliessende Bewegung erzwungene innere Brechen des Eises in Stücke benutzt die Korngrenzen als Flächen geringerer Kohäsion und unterhält dadurch stets diejenige Zerteilung im Eise, welche nach der krystallinischen Anordnung der Molekülgruppen am leichtesten entsteht. Das Gletscherkorn erleichtert die Bewegung, die Bewegung öffnet und schliesst abwechselnd die Fugen zwischen den Körnern, die Haarspalten.«

Seine Ansicht bezüglich des Verhältnisses der Gletscherkörner zur Gletscherbewegung fasst er in folgende Worte zusammen. Die Bewegung kommt zu Stande unter anderem durch:

»Zerteilungen und kleine Stellungsveränderungen, beständig abwechselnd mit Partialregelation, welche Prozesse durch die ganze Masse beständig vor sich gehen und den Grenzen der bestehenden Gletscherkörner folgen.«

Wenn wir dieser Theorie das Vorhandensein der dünnen Flüssigkeitsschichten hinzufügen, glaube ich, dass wir eine recht plausible Anschauung der Gletscherbewegung gewinnen. Diese Anschauung kann in folgender Weise formuliert werden:

Die Gletscherkörner sind bei Temperaturen unter 0°, aber sehr nahe 0°, von dünnen Schichten Salzlösungen umgeben, welche das Haarspaltennetz im frischen Eise ganz ausfüllen. Die Bewegung der Gletscher kommt hauptsächlich zu Stande dadurch, dass der Druck, welchen die verschiedenen Gletscherkörner auf einander ausüben und welcher von der Schwerkraft verursacht ist, an allen Punkten desselben Gletscherkorns nicht derselbe ist. Weil der Druck den Schmelzpunkt des Eises senkt, schmelzen daher die Körner an den Punkten, wo der Druck am grössten ist; die Salzlösung wird dadurch verdünnt; durch

¹ CURIE. Bull. soc. min. de France. Bd 8 : 145.

² Proc. Roy. Soc. Bd 49. 1891 : 323.

¹ In den Alpen. Braunschweig 1872.

² Populäre wissenschaftliche Vorträge. Bd 1. Braunschweig 1865 : 125.

³ Gletscherkunde. Stuttgart 1885 : 320.

Diffusion und Strömungen wandert aber das Schmelzwasser allmählich zu denjenigen Teilen der Flüssigkeitsschichten, wo der Druck geringer ist und erstarrt da wieder zu Eis. In dieser Weise wird eine kontinuierliche Drehung oder Stellungsveränderung der Gletscherkörner ermöglicht.

Um eine Vorstellung von der Dicke der Flüssigkeitsschichten zu erhalten, nehmen wir ein Beispiel. Wie dick sind bei $-0,05^\circ$ die Flüssigkeitsschichten in einem Eise, das von 5 Mg Ammoniak per Liter verunreinigt ist und dessen Körner als Würfel mit 2 Cm Seiten angenommen werden? Man findet, dass die Schichten etwa 0,01 Mm dick sein müssen. Erst bei einer Temperatur von etwa $-0,0005^\circ$ können die Schichten 1 Mm dick werden. Bei -5° würde die Dicke nur etwa 0,0001 Mm betragen. Die Schichten sind jedoch noch bei dieser Temperatur nicht so dünn, dass die Grössenordnung der Moleküle erreicht ist, denn FARADAY stellte Goldhäutchen dar, die nicht mehr als 0,0000005 Mm dick waren und etwa ebenso dünne Oelschichten auf Wasser vermochte RÖNTGEN zu erzeugen.

Nach den Experimenten von PFAFF¹ ist das Eis bei Temperaturen zwischen -6° und -12° gegen Druck etwas nachgiebig. Manche Polarfahrer, welche den Winter in den arktischen Gegenden verlebt haben, erzählen von der grossen Plasticität des jungen und salzhaltigen Meereises selbst bei so niedrigen Temperaturen wie -20° bis -30° .² Die arktischen Gletscher, welche gewiss eine ziemlich niedrige Temperatur haben, bewegen sich auch wie die alpinen. Dass das Gletschereis bei Temperaturen unter 0° etwas plastisch ist, dünkt mich daher wahrscheinlich, obgleich die Plasticität — nach den Versuchen von PFAFF — mit fallender Temperatur sehr schnell abnehmen dürfte. Die Gletschertheorien von TYNDALL, HELMHOLTZ und HELM können aber diese Plasticität nicht erklären, denn eine nur durch Druck bewirkte Regelation von reinen Gletscherkörnern bei so niedrigen Temperaturen wie z. B. $-7,5^\circ$ ist nicht denkbar, da diese Temperatur für das Schmelzen des reinen Eises einen Druck von 1000 Atmosphären erfordert, die nicht weniger als 11000 Meter

¹ Pogg. Anm. 155 : 171.

² Vergl. K. WEYPRUCHT: Metamorphosen des Polareises. Wien 1879:55.

Eis entsprechen. Wenn dagegen, wie ich wahrscheinlich finde, dünne Schichten von Lösungen die Gletscherkörner trennen, so erscheint ein Schmelzen und eine Regelation an der Oberfläche der Körner nicht ganz unmöglich, da die Körner auf die dünnen Flüssigkeitsschichten, die natürlich eine gewisse Kohäsion besitzen,¹ an verschiedenen Punkten verschiedenen Druck ausüben können.

Schmelzerscheinungen des Süss- und Brackwassereises.

Das Eis, welches sich auf nicht ganz salzfreien Gewässern gebildet hat — wie auf den Süsswassertümpeln des Polareises,² auf den brackischen Gewässern unserer Schären und auf Binnenseen mit nicht ganz reinem Wasser — schmilzt nicht nur an der Oberfläche wie reines Eis, sondern auch inwendig und zerfällt allmählich in ein Aggregat von etwa centimeterdicken Eisstengeln, die senkrecht zum Wasserspiegel stehen. Diese Erscheinung dürfte gewiss in derselben Weise zu erklären sein, wie die Schmelzerscheinungen des Gletschereises.

Das Süsswassereis besteht, wie das Meereis, aus parallel der Hauptachse prismatisch ausgezogenen Krystallindividuen, die mit ihren Hauptachsen senkrecht zur Wasseroberfläche orientiert sind. Das Meereis enthält aber viel mehr Salzeinschlüsse als auf Brackwasser oder nicht ganz reinem Süsswasser gebildetes Eis. Während die Salzeinschlüsse des Meereises auch in den Eiskrystallen selbst eingeschlossen sind, weswegen das Meereis beim Schmelzen in der Luft ganz porös wird, scheinen die unbedeutenden Verunreinigungen des Süss- oder Brackwassereises — wie beim Gletschereis — fast nur zwischen den Krystallen eingelagert zu sein. Bei Temperaturen über 0° schmelzen daher diese Zwischenräume, das Eis zerfällt in die stengeligen Krystallindividuen, woraus sich dasselbe zusammensetzt. Der Vorgang ist somit ganz der nämliche wie beim Gletschereis, nur ist die Form der Krystallindividuen eine andere.

¹ O. LEHMANN: Molekularphysik. Leipzig 1888. Bd 1 : 243.

² PARRY: Narrative of an attempt to reach the Northpole.

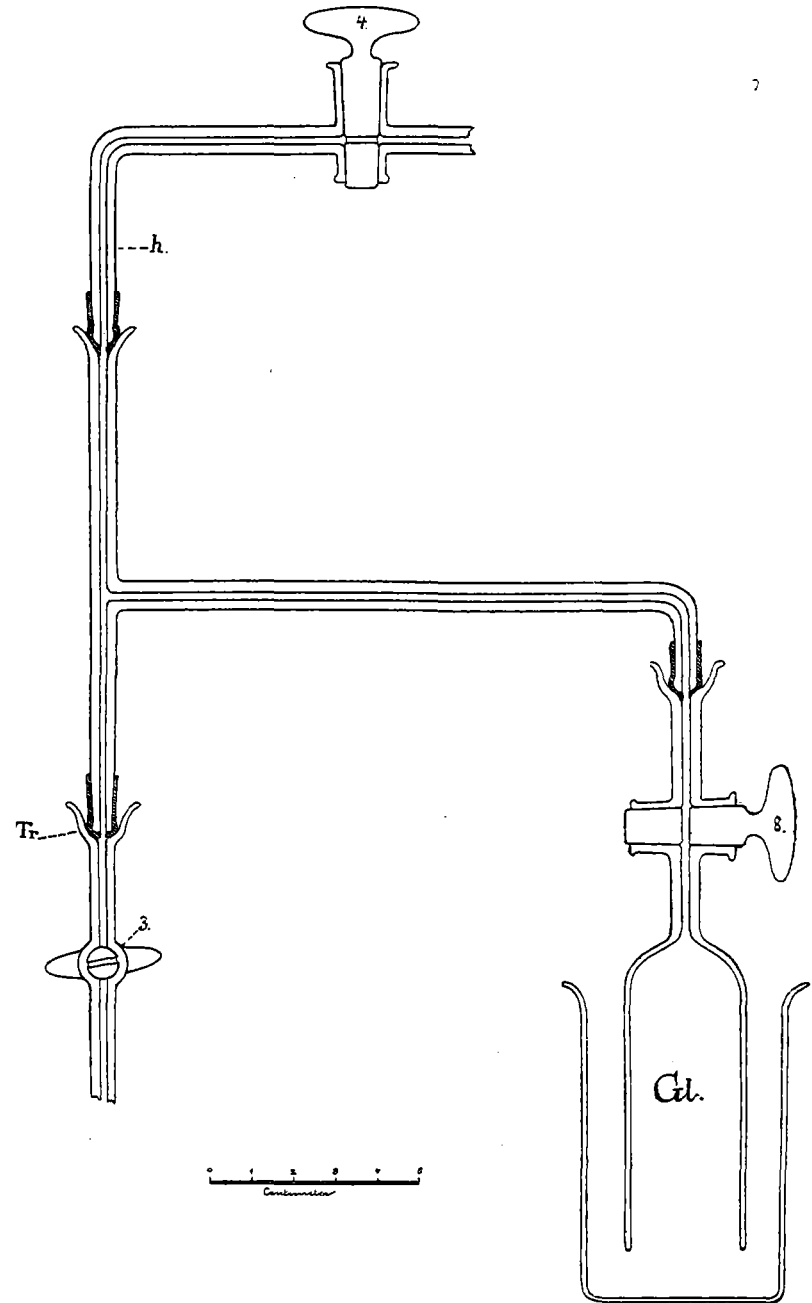


Fig. 1



Fig. 2

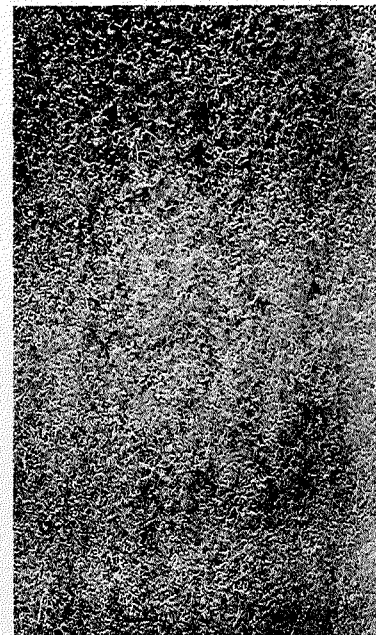
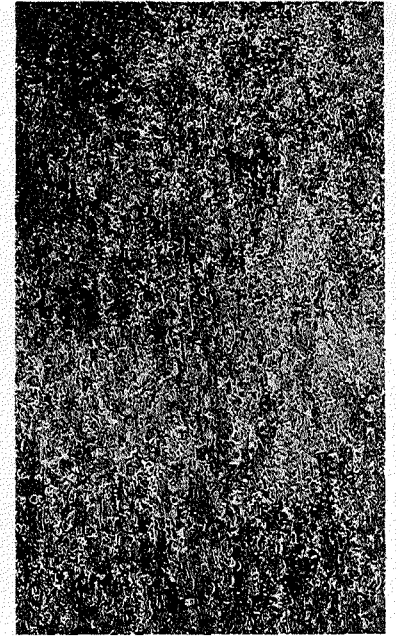


Fig. 3

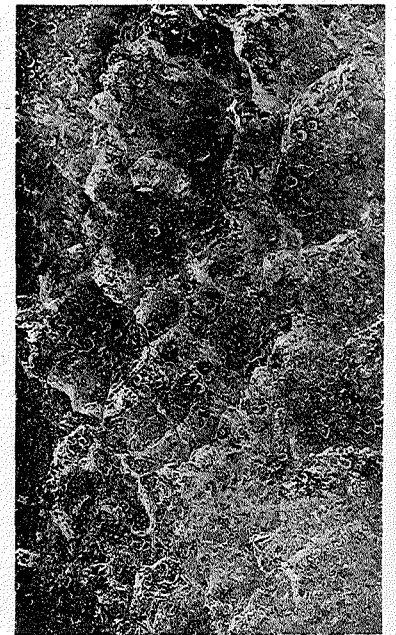


Fig. 4

Ljustryck af Chr. Westphal - Stockholm.