

Nordvandet.

Forsøg paa en Forklaring af det isfri Havomraade i Smith Sund.

Af A. Kiilerich.

Medens Isen hvert Aar lægger sig over det meste af Baffin Bugten og de tilgrænsende Farvande, er der i den sydlige Del af Smith Sund et Omraade, hvor Vandet i forbavsende Grad forbliver aabent, selv i strenge Vintre, og det er dette isfri Vand, der bærer Navnet „Nordvandet“.

Hvor stort dette Omraade er, eller i hvilken Grad det er i Stand til at forblive isfrit, lader sig selvfølgelig kun vanskeligt oplyse med Sikkerhed, da get kun er forholdsvis faa Forskere, der har besøgt det om Vinteren. Blandt Eskimoerne i Kap York Distriktet er det en velkendt Ting, at der er aabent Vand, og ogsaa fra mange af forrige Aarhundredes Hvalfanger- eller Opdagelsesekspeditioner berettes der om isfrit Vand her Nord for Baffin Bugten. F. Eks. omtaler Kane det 1854 og 1856¹⁾ og mener ikke, at det nogensinde fryser til om Vinteren; og Nares omtaler det 1878²⁾, og Hayes (1868)³⁾ og Bessels (1879)⁴⁾ beretter begge om aabent Vand i Nærheden af Kap Alexander. Som Eksempel paa, at det dog kan blive dækket af Is, kan nævnes Vinteren 1872/73, da nogle af Deltagerne i Halls forulykkede Ekspedition drev paa Isflagerne sydpaa gennem Smith Sund og Baffin Bugten. Bessels er den eneste, der prøver paa at angive en Størrelse af Nordvandet; men han kommer til et Tal, der sprænger alle Rammer, nemlig 90,000 miles².

Overalt i den nyere Polarlitteratur er Nordvandet ogsaa nævnt, men uden Angivelse af Udstrækning. Derimod har Dr. Lauge Koch

¹⁾ E. K. Kane: The U. S. Grinnel Expedition. New York 1854.

E. K. Kane: Arctic Explorations. The second Grinnel Expedition in search of Sir John Franklin 1853—55. Philadelphia 1856/57.

²⁾ G. S. Nares: Narrative of a voyage to the Polar Sea. London 1878.

³⁾ J. J. Hayes: Das offene Polarmeer. Jena 1868.

⁴⁾ E. Bessels: Die amerikanische Nordpol-Expedition. Leipzig 1879.

meddelt mig, at han anser det for sandsynligt, at det ikke alene forbliver isfrit praktisk talt hver Vinter, men at Udstrækningen af dette aabne Vand endog er meget stor. Mod Nord og Vest afgrænses det af en Linie, der fra Kap Alexander gaar i en Bue mod Sydvest i nogen Afstand fra Ellesmere Land; mod Øst afgrænses det af Vinterisen, hvis Kant normalt strækker sig fra Kap Alexander imod Syd i Retning af Landets mest fremspringende Punkter. Grænsen mod Syd er vanskeligere at angive, idet den bestemmes af Baffin Bugtens Ismasser.

Blandt forrige Aarhundredes Polarfarere var det den almindelige Opfattelse, at det var Vestgrønlandstrømmen — den Strøm, der i de øvre Vandlag løber nordpaa langs hele Grønlands Vestkyst —, der var Skyld i, at Nordvandet ikke frøs til; naar denne Strøm havde passeret Melville Bugten, skulde den ende ved Indgangen til Smith Sund, og paa disse høje Bredder maatte den optræde som en relativt varm Strøm, der endda førte saa megen Varme med sig, at den var i Stand til at modstaa Vinterens strenge Kuldegrader. Denne Forklaring blev fremført i Litteraturen bl. a. af Petermann (1867)⁵⁾ og H. Sieglerschmidt (1887)⁶⁾, og den fik Lov til at staa uimodsagt, indtil Ludwig Mecking i 1906⁷⁾ opstillede en hel Række af Grunde, der tydeligt viste dens Uholdbarhed. Men de samme Grunde viste netop Rigtigheden af en anden Opfattelse, som han selv var Fader til, og som endnu ingen har modbevist, selvom der sikkert er mange, der ikke rigtig tror paa den.

Efter Meckings Forklaring skyldes det isfri Nordvand den varme Strøm af atlantisk Vand, der i nogen Dybde trænger op i Davis Strædet og langs Grønlands Kyst fortsætter igennem Baffin Bugten helt til Smith Sund. Ved Indgangen til dette Sund bliver Vanddybden mindre, og Farvandet indsnævres saa meget, at den varme Understrøm tvinges op igennem Vandmasserne indtil Overfladen, hvor den breder sig ud over det kolde Vand ligesom en Oversvømmelse. Det varme Overfladelag (Nares maalte i Juli 1876 4,4°) er adskilt fra det dybere liggende kolde Vand ved et skarpt Temperaturspring i 40—50 m Dybde, og heri ser Mecking ganske rigtigt et Bevis for, at der er Tale om Vandmasser af forskellig Art; men at det øverste Lag netop skulde være af atlantisk Oprindelse, er en temmelig dristig Slutning. Til Støtte for sin Anskuelse om opstigende Vand nævner han Eksempler paa, hvordan Vand fra større Dybder an-

⁵⁾ Peterm. Mitt. 1867, pp. 58—69, 176—200.

⁶⁾ Mitt. der Geogr. Gesellschaft in Hamburg 1880—81, pp. 141—391.

⁷⁾ L. Mecking: Die Eistrift aus dem Bereich der Baffin-Bai heherrscht von Strom und Wetter. Berlin 1906.

dre Steder kan stige op til Overfladen: koldt Kystvand ved Kontinenternes Vestsider og ved Svalbards Vestkyst; men jeg tror, man skal være meget forsigtig med at sammenligne disse Eksempler med opstigende varmt Vand i Smith Sund.

Det Observationsmateriale, som Mecking havde til Raadighed, da han udarbejdede sin Teori, var meget sparsomt, og det er derfor kun rimeligt, at man paa Grundlag af senere Ekspeditioners Iagttagelser (især fra 1928) kunde tænke sig en noget anden Forklaring paa Nordvandets ejendommelige Egenskaber.

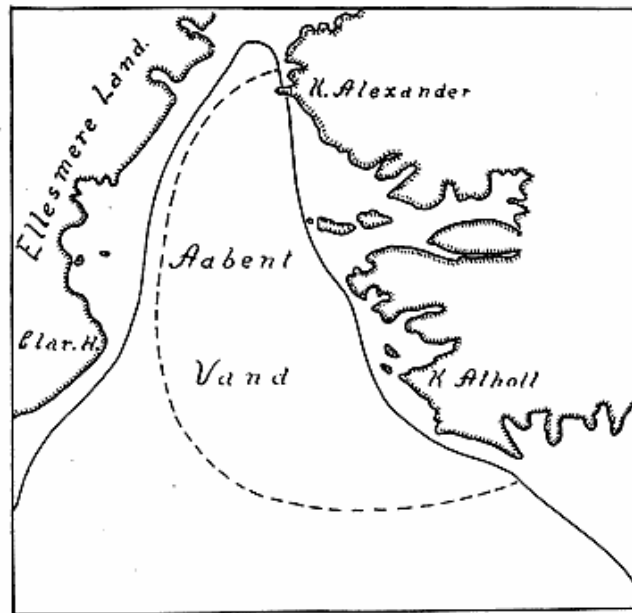


Fig. 1. Nordvandets Udstrækning om Vinteren — tegnet efter Oplysninger fra Lauge Koch. — — — Grænse for Drivis. — Grænse for Fastis.

Idet vi holder os til det hydrografiske Observationsmateriale, der blev indsamlet i 1928 paa „Godthaab“ Ekspeditionen⁸⁾, ser vi, at den varme Understrøm endnu paa 74—75° N. Br. har Partier i 4—500 m Dybde, hvor Temperaturen naar op paa c. 1°. Bevægelsen af dette Vand er i den nordlige Del af Baffin Bugten rettet mod Vest og i alle Tilfælde kun i meget ringe Grad mod Nord, hvilket bl. a. viser sig derved, at man ved Munden af Lancaster Sund kan finde positivt tempereret Vand i den nævnte Dybde, medens den højeste Temperatur i den sydlige Del af Smith Sund er paa $\div 0,5^{\circ}$

⁸⁾ Bulletin Hydrographique pour l'Année 1928. Copenhague, 1929.

A. Kiilerich: Foreløbig Meddelelse om det hydrografiske Arbejde paa „Godthaab“-Ekspeditionen. 1928. Beretning om det 18. skandinaviske Naturforsker-møde i København 26.—31. August 1929. pp. 392—394.

(ligeledes i 4—500 m). I den nordlige Del af Baffin Bugten er der hele Aaret igennem en meget udpræget Lagdeling af Vandet med stærkt negativ Temperatur i 50—75 m Dybde (c. \div $1,70^\circ$), saa her kan der ikke være Tale om, at det varme Vand kan bryde igennem. I den sydlige Del af Smith Sund er dette kolde Vandlag mindre markeret; det ligger noget dybere, og Temperaturen er ikke saa lav (\div $1,30^\circ$ — \div $1,40^\circ$); men under det er der ikke noget virkelig varmt Vand. Det varmeste ligger ved Strædets Østside og naar kun lige akkurat op paa \div $0,5^\circ$ selv helt ved Bunden (7—800 m), og da den nordgaaende Bevægelse af dette Vand er meget svag, tror jeg ikke, man kan vente, at det har tilstrækkelig Kraft til at bryde op til Overfladen og til Stadnighed tilføre saa megen Varme, at Vandet forbliver aabent, selv i strenge Vintre; dertil maatte der sikkert forlanges en meget kraftigere Strøm. Og i alle Tilfælde kan den varme Understrøm ikke være Skyld i, at der om Sommeren opstaar et stærkt opvarmet Overfladelag ($4,4^\circ$) med skarp Afgrænsning ned mod det kolde Vand underneden; dette maa udelukkende skyldes Solopvarmning eller Tilstrømning af Vand fra Kystegnene.

Jeg tror snarere, at Aarsagen til det isfri Nordvand skal søges i en mindre Stabilitet i Vandsøjlen om Vinteren samt i nogen Grad i Vandets Bevægelse og i Vindforhold.

Til Smith Sund kommer der sydfra i Dybden den yderste Spids af den atlantiske Understrøm og i de højere Vandlag Vestgrønlandstrømmen. Disse to Strømme holder sig tæt op til Sundets østlige Side, medens den nordfra kommende Polarstrøm indtager den vestlige Del indtil ud over Midten. Der opstaar herved i den sydlige, brede Del af Smith Sund Tilløb til en cyklonal Bevægelse, og man kunde tænke sig, at vi her om Vinteren faar Forhold, der minder om dem i Nansens og Nielsens Omraader for Bundvandsdannelse ved Sydgrønland, altsaa en saa ensartet Vægtfylde ned gennem Vandsøjlen, at det Vand, der danner Overfladelagene, kan synke ned gennem de dybere Vandlag og erstattes af andet nedefra. Paa den Maade skulde Overfladevandet altsaa stadig blive fornyet, om ikke med varmt Golfstrømvand saa dog med Vand, der har en højere Temperatur end den, Overfladen meget hurtigt vilde antage i en streng Vinter.

Den her fremsatte Forklaring paa Nordvandet er af fuldstændig hypotetisk Karakter, og det er umuligt paa det nuværende Stadium at føre noget Bevis for Rigtigheden deraf, eftersom der jo ikke findes gode hydrografiske Observationer fra Vinteren, den Aarstid, i hvilken de ejendommelige Forhold indfinder sig. Sommeren igennem, den Aarstid, hvorfra „Godthaab“ Ekspeditionens Observa-

tionsmateriale stammer, er Stabiliteten i Vandet endog meget stor, idet Saltholdigheden er c. 1 ‰ mindre i de øverste, opvarmede Vandlag end i 100 m Dybde; men da disse øverste Lag jo bestaar af Vand, der dels stammer fra Polarstrømmen nordfra og dels fra Vestgrønlandstrømmen, maa Saltholdigheden i Løbet af Sommeren være blevet stærkt nedsat paa Grund af Issmeltning og Tilstrømning af Vand inde fra Kysterne. Om Vinteren derimod sker der ingen Smeltning af Is eller Sne, saa nu vil Vandet, der strømmer

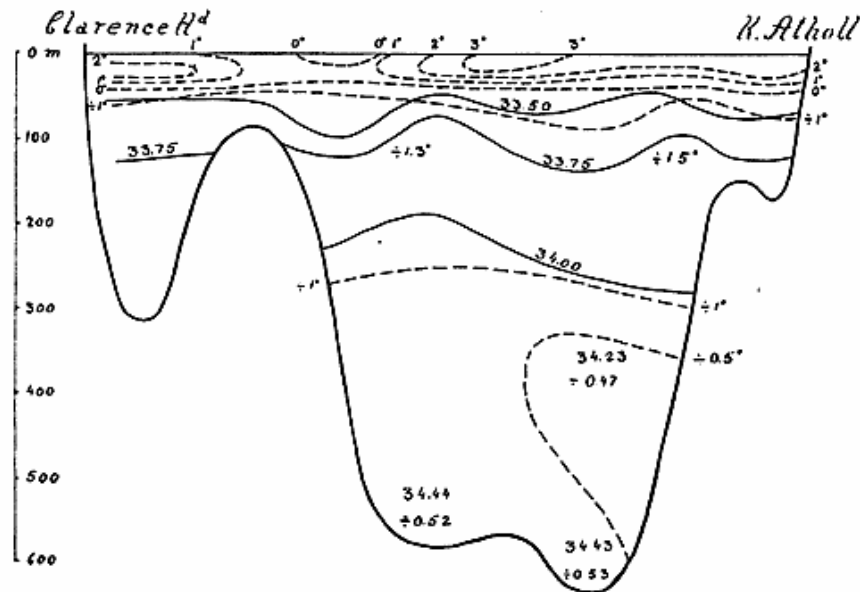


Fig. 2. Hydrografisk Snit over Smith Sund d. 14.—16. Aug. 1928. Man ser det øverste opvarmede og forholdsvis saltfattige Vandlag, saa det intermediere kolde Lag og nederst den sidste Udløber af den varme Understrøm.

til fra andre Egne, ikke blive udfersket, og der er derfor ingen Tvivl om, at Saltholdigheden i de øvre Vandlag paa denne Aarstid er betydeligt højere end om Sommeren. Saa vidt man ved, er Vestgrønlandstrømmens Hastighed meget ringe om Vinteren, hvorimod der fra de fleste af de Ekspeditioner, der har overvintret ved Stræderne Nord for Smith Sund, berettes om, at der er en stærk, sydlig Drift af Isen ogsaa paa denne Aarstid.

Det vil altsaa sige, at det meste af det Vand, der om Vinteren strømmer til de øvre Vandlag i Nordvandsområdet, stammer direkte fra Polhavet, og paa Vejen kan det ikke være blevet udfersket ret meget ved Issmeltning.

Saltholdigheden i selve Polhavet kender vi ganske vist ikke med absolut Nøjagtighed; men saa meget er dog sikkert, at den er betydeligt større end i Baffin Bugten. Fra „Fram“s Drift over Polhavet 1893—96 foreligger der et ret stort Observationsmateriale; men paa

Grund af Instrumenternes Ufuldkommenhed er Bestemmelserne temmelig usikre. Ifølge Nansens Bearbejdelse af Materialet (1902) naaede man en Saltholdighed paa 34,00 ‰ allerede i 75 m Dybde og 34,50 ‰ i 140 m. Disse Angivelser er lidt for høje — Helland-Hansen og Koefoed siger i 1907, at de bør reduceres med 0,16 ‰ —; men selvom man gør det, forandrer det ikke Billedet væsentligt. Forøvrigt er „Fram“s Saltholdighedsbestemmelser fra de øvre Vandlag ikke i Strid med senere Observationer; f. Eks. fandt man paa „Maud“s Ekspeditionen 1918—25 34,00 ‰ i samme Dybde (75 m) endda saa langt mod Øst som i det østsibiriske Hav. Ogsaa i den østgrønlandske Polarstrøm, der jo kommer direkte fra Polhavet, er Saltholdigheden høj, selvom Forholdene her svinger en Del fra Aar til Aar. De fleste Ekspeditioner er gaaet ind til Kysten paa 74—76° N. Br., og inde over Bankerne i den kolde Strøm har de fundet en Saltholdighed paa c. 34,00 ‰ sammen med en Temperatur paa $\div 1,5$ — $\div 1,7$ ° allerede i 50 m Dybde; i større Dybde stiger Saltholdigheden hurtigt og naar ved Polarstrømmens Undergrænse (200—250 m) c. 34,90 ‰. Det kolde Vandlag i Østgrønlandstrømmen er rimeligvis opstaaet ved Frysningen om Vinteren; herved stiger Saltholdigheden umiddelbart under Isen saa meget, at Vandet bliver homogent indtil en Dybde af 50 m eller mere, og i dette Vandlag kan der altsaa foregaa vertikale Strømninger. Der kan saaledes være Grund til at antage, at den Saltholdighed, man finder i det koldeste Vandlag, omtrent svarer til Overfladevandets Saltholdighed om Vinteren, nemlig c. 34,00 ‰. Efter lignende Overvejelser kommer I. N. Nielsen ogsaa til den Slutning (1928), at Saltholdigheden i Polhavets øverste Vandlag om Vinteren vil stige til c. 34,00 ‰; lavest er Saltholdigheden mod Øst, Nord for Sibirien, og højest mod Vest.

Hvis nu det Vand, der nordfra strømmer ned gennem Stræderne mellem Grønland og Ellesmere Land om Vinteren har en Saltholdighed paa blot 34,00 ‰ vil det med en Temperatur paa $\div 1,70$ ° være tilstrækkelig vægtfyldigt (27,38) til at synke ned gennem det intermediære, kolde Vandlag i Nordvandsomraadet, og er dets Saltholdighed oppe paa 34,30 ‰, kan det synke ned i det underneden liggende varmere og saltere Vand omtrent til Bunden. At Vand af en saadan Saltholdighed skulde kunne komme ned gennem Stræderne, maa anses for meget rimeligt; ganske vist kender vi ikke meget til Dybdeforholdene; men de Lodskud, der er taget, tyder paa, at der langs den canadiske Kyst er mindst et Par hundrede Meter dybt.

Et direkte Bevis for, at der i Nordvandsomraadet foregaa verti-

kale Strømninger, har man i det høje Iltindhold; selv ved Bunden synker Mætningsprocenten ingen Steder under 82, og en enkelt af Vandprøverne viser endda 96 %. Længere mod Syd, i selve Baffin Bugten, er Iltprocenten i samme Dybde mindre end 70 overalt i den varme, nordgaaende Strømning og ogsaa i de endnu dybere Vandlag.

Foruden de her nævnte Stabilitetsforhold maa selve Strømbevægelsen paa sine Steder bidrage til at holde Vandet aabent, f. Eks. lige Syd for Kap Alexander, hvor man aldrig har observeret fast Is.

Endelig er der Spørgsmaalet om Vindens Indflydelse paa Isforholdene i disse Egne. Hvis nordlige Vinde er særligt hyppige, og da især Storme fra nordlig Retning, er der Mulighed for, at Isen fra den sydlige Del af Smith Sund kan blive drevet ned i Baffin Bugten, medens Tilførselen nordfra gennem de smalle Stræder er utilstrækkelig til Erstatning. Desværre findes der ingen gode Vindobservationer fra disse Egne. For Meteorologisk Institut i København har der i en kort Aarrække været gjort regelmæssige Observationer i North Star Bay og Inglefield Gulf. I dette Materiale viser mindre end 2 % af alle Observationer Vinde mellem Nordøst og Nordvest, medens sydøstlige og østlige Vinde indtager 44 % (Stille: 48 %). Det er ikke lykkedes mig at faa oplyst, hvor Stationen i Inglefield Gulf laa, den Station, hvorfra næsten hele Materialet stammer, og vi har derfor ikke Lov til at drage nogensomhelst Slutning af disse Observationer. Mere værdifulde Oplysninger faar man ved Studiet af Ekspeditionsberetningerne fra disse Egne. Fra Hall Ekspeditionens Overvintring i Polaris Bay ved Robeson Kanalen i 1871—72 beretter E. Bessels, at den fremherskende Vind paa dette Sted var Nordøstvind, og af de 21 Storme, man oplevede, kom de 19 fra Nordøst og 2 fra Sydvest. Overvintringen det følgende Aar ved Polaris Haus i Nærheden af Etah viste ligeledes, at de nordøstlige Vinde var alt overvejende; her oplevede man i Løbet af 8 Maaneder 4 Storme, hvoraf de 3 kom fra Sydvest, den ene fra Nordøst. Ifølge Lauge Koch var Beliggenheden af Polaris Haus ikke gunstig for Vindobservationer. Ved Floeberg Beach og Bellot Harbor paa Grant Lands Kyst, hvor Nares overvintrede med „Alert“ og „Discovery“ 1875—76, var Vinde omkring Nord ogsaa de hyppigste.

De bedste Oplysninger om Vindforholdene i disse Egne finder man uden Tvivl hos Lauge Koch¹⁾. Han har ikke alene taget Hensyn til de gamle Beretninger, men ogsaa til Eskimoernes og til sine egne Erfaringer. Han siger, at Vinde fra Nord eller Nordøst og fra Syd eller Sydvest er næsten de eneste herskende, og af disse er de

¹⁾ Lauge Koch: Contributions to the Glaciology of North Greenland. Medd. om Grønland LXV, 1928, pp. 181—464.

nordlige Vinde de hyppigste, især om Vinteren, og de blæser mange Steder med stor Styrke, medens de sydvestlige Vinde sjældent er stærke i Smith Sund; iøvrigt er der i de enkelte Aar stor Forskel paa Hyppigheden af de to Vindretninger.

Det ser saaledes ud, som om ogsaa Vindforholdene kunde bidrage til at holde den sydlige Del af Smith Sund fri for Is; men de kan ikke være eneste eller blot væsentligste Aarsag dertil, hvilket bl. a. fremgaar deraf, at Nordvandet, efter hvad Lauge Koch har meddelt mig, ogsaa er aabent i de Aar, hvor Nordenvinden kun er svagt repræsenteret, f. Eks. Vinteren 1921—22. Hvis Vinden var den vigtigste Faktor, maatte den jo ogsaa kunne rense Vandet for Is andre Steder, f. Eks. i Melville Bugten, der dog netop er saa berygtet for sin uigennemtrængelige Is. Vindforholdene spiller saaledes maaske nok nogen Rolle for Nordvandets Udstrækning, men er ikke afgørende for, om det overhovedet er til Stede eller ikke.

ZUSAMMENFASSUNG

DAS NORDWASSER.

Im südlichen Teil des Smith Sundes liegt ein Gebiet, wo das Wasser fast nie erfrieren kann, sogar nicht im strengen Winter. Die Ausdehnung des Gebiets sieht man auf der Karte Fig. 1, die ich nach Angaben Lauge Koch's gezeichnet habe.

Die bis jetzt gewöhnliche Erklärung dieses Phänomens ist im Jahre 1906 von Ludwig Mecking gegeben und besteht darin, dass der warme Unterstrom, der die Westküste Grönlands entlang fließt, am Eingang des Smith Sundes an die Oberfläche empor gedrängt wird. Es zeigt sich aber, dass der grösste Teil des Stromes gegen Westen in der Richtung von Lancaster Sund abbiegt, und dass der Teil, der nach dem Smith Sund fließt keine höhere Temperatur als $\div 0,5^{\circ}$ erreicht, und die Fahrt des Stromes ausserordentlich geringe ist. Es fällt mir deshalb schwer die Erklärung Mecking's beizutreten, und jedenfalls kann der warme Strom an der hohen sommerlichen Oberflächentemperatur keine Schuld haben.

Ein hydrographischer Schnitt quer über dem Smith Sunde zeicht nämlich, dass die Verhältnisse hier und in der Baffin Bai wesentlich verschieden sind. Die kälteste Wasserschicht liegt tiefer als in der Baffin Bai, und die Temperatur ist nicht so niedrig ($\div 1,3$ — $\div 1,4^{\circ}$ gegen $\div 1,7^{\circ}$). Übrigens ist der Sauerstoffgehalt am Grunde des Smith Sundes viel grösser als in derselben Tiefe in der Baffin Bai (82% gegen weniger als 70%). Diese Verhältnisse deuten darhin, dass wirksame Konvektionsströmungen zu bestimmter Jahreszeiten sich einfinden können.

Im Sommer, die Jahreszeit wo die einzigen guten Observationen gemacht sind, ist das Oberflächenwasser so stark mit Süßwasser vermischt,

dass es durch die tiefer liegenden Wasserschichten nicht sinken kann. Dagegen ist es aber wahrscheinlich, dass das Wasser, das im Winter durch die Sunde vom Polarmeer kommt, dieselbe Dichte hat, wie das Wasser der tieferen Schichten des Smith Sundes. Sowohl die „Fram“- wie die „Maud“-Expedition berichten über hoher Salzgehalt im Polarmeere schon in geringer Tiefe, und auch der Salzgehalt des Ostgrönlandstromes ist viel grösser als der der Gewässer westlich von Grönland. Schon in 1928 hat I. N. Nielsen die Meinung geäußert, dass der Salzgehalt des Oberflächenwassers im Polarmeere während des Winters bis auf c. 34,00 ‰ steigen kann; und wenn das Wasser, das durch Smith Sund strömt, nur diesen Salzgehalt hat, wird es mit einer Temperatur von $\div 1,7^{\circ}$ genügend schwer sein (27,38) um durch die kalte Wasserschicht sinken zu können; und erreicht der Salzgehalt 34,30‰, kann es auch in das warme Wasser fast bis zum Grunde sinken. Unter diesen Bedingungen wird das Oberflächenwasser beständig erneuert, wenn nicht mit warmem Golfstromwasser dann doch mit Wasser von höherer Temperatur als die, zu welcher die Oberfläche in einem strengen Winter sehr bald abgekühlt wird.

Die Wirkung der Windverhältnisse scheint gering zu sein. Möglicherweise üben sie auf die Ausdehnung des Nordwassers einen Einfluss, für die Existenz des Nordwassers überhaupt sind sie aber nicht bestimmend.
