

CONSEIL PERMANENT INTERNATIONAL
POUR L'EXPLORATION DE LA MER

JOURNAL DU CONSEIL

VOL. V · NO. 3

PUBLIÉ PAR LE BUREAU DU CONSEIL

RÉDIGÉ PAR

E. S. RUSSELL



EN COMMISSION CHEZ
ANDR. FRED. HØST & FILS
COPENHAGUE

DÉCEMBRE 1930

Die Hydrographie des Barentsmeeres.

Von

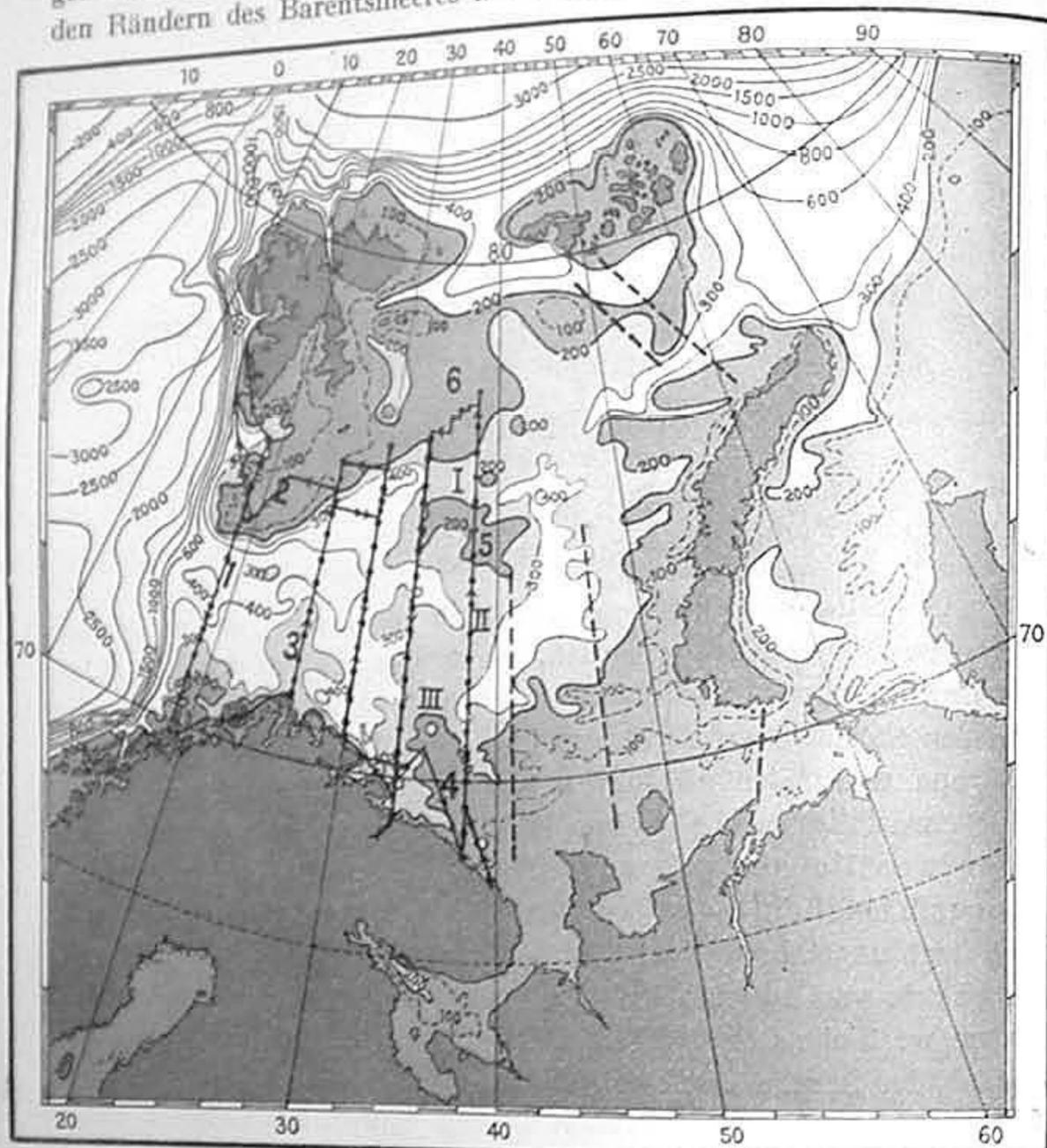
Bruno Schulz, Hamburg.

Deutsche Seewarte.

1. Lage und Bodengestalt.

Der breite nordwesteuropäische Schelf verschmälert sich an der norwegischen Küste erheblich, am meisten nördlich der Lofoten, wo er nur eine Breite von etwa 25 sm besitzt. Nördlich davon gewinnt er wieder erheblich grössere Ausdehnung und bildet dort einen Teil des Europa und Asien im Norden vorgelagerten Schelfes, der Abdachung der eurasiatischen Landmasse nach dem tiefen Nordpolarbecken hin. Der westlichste und zugleich breiteste Teil dieses polaren eurasiatischen Schelfes wird vom Barentsmeere bedeckt. Es liegt ungefähr in dem Viereck, das durch den 70. und 80. Parallelkreis wie von 16° und 60° ö. Lg. umschlossen wird. Im einzelnen liegt seine westliche Grenze in 15° bis 17° ö. Lg. und wird durch den Steilabfall des Schelfes nach dem Europäischen Nordmeere gebildet. Dieser beginnt wie ziemlich allgemein in den nordpolaren Gebieten erst in 400 bis 500 m Tiefe, also nicht schon bei der 200 m-Linie, der konventionellen Grenze des Schelfes. Die Südgrenze ist durch die Festlandküste zwischen Finmarken und den Ausläufern des Ural gegeben, wenn wir das Weisse Meer einschliessen. Die Ostgrenze wird durch die Inseln Waigatsch und Nowaja Semlja gebildet, die Nordost- und Nordgrenze durch die Inselgruppen Franz Josephs Land und Spitzbergen sowie die zwischen diesen Inseln zu ziehenden Verbindungslinien. Innerhalb dieses Rahmens umfasst das Barentsmeer rund $1\frac{1}{2}$ Millionen qkm, ist also mehr als doppelt so gross wie die Nordsee mit Einschluss des Skagerrak und mehr als drei mal so gross wie die Ostsee. Die Gestalt des Meeresbodens (Abb. 1) steht in bezug auf die Stärke der Gliederung etwa zwischen der langsam nach Südosten anstei-

genden Nordsee und der in einzelne Becken aufgelösten Ostsee. — Nach den Rändern des Barentsmeeres hin dehnen sich in Anlehnung an die



— von deutscher, - - - von russischer Seite im Sommer 1927 ausgeführte hydrographische Schnitte, die Punkte auf den deutschen Schnitten bedeuten die einzelnen Stationen

- | | | |
|---------------------|----------------|------------------------------|
| 1 Bäreninsel-Senke. | 4 Skolpen-Bank | } auf der
Mittel-Schwelle |
| 2 Spitzbergen-Bank. | 5 Mittel-Bank | |
| 3 Nordkap-Rücken. | 6 Nord-Bank | |

I, II, III die Mittelschwelle querende Senken.

Dunkle Schraffur: Land. Mittlere Schraffur: 0 bis 200 m Tiefe.
Helle : 200 bis 300 m Tiefe. Ohne : Tiefer als 300 m.

Abb. 1. Übersicht über die Tiefenverhältnisse des Barentsmeeres nach NANSEN 1901 und 1927, L. BREITFUSS und A. SMIRNOW 1905 sowie nach der Deutschen Admiralitätskarte XIII, 31.

umgebenden Länder und Inseln flache Meeresgebiete mit weniger als 200 m Tiefe aus, nur an zwei Stellen sind tiefere Ausgänge nach den angrenzenden Meeren vorhanden, nämlich zwischen Franz Josephs Land

und Nowaja Semlja nach dem Nordpolarmeer sowie zwischen Bäreninsel und Finnmarken in der sog. Bäreninselsenke nach dem Europäischen Nordmeere. Im Norden bildet die ausgeprägte Schwelle zwischen Spitzbergen und Franz Josephs Land mit weniger als 200 m Tiefe die eigentliche Nordgrenze des Barentsmeeres. Dieser die beiden genannten Inselgruppen tragende Sockel ist auf der Westseite Spitzbergens sehr schmal, verbreitert sich aber erheblich nach Süden und Südosten. Besonders flach ist die südliche unterseeische Fortsetzung der spitzbergischen Inselgruppe, die von der 100 m-Isobathe umschlossene Spitzbergenbank, auf welcher sich die Hoffnunginsel sowie die Bäreninsel bis zu 365 bzw. 536 m Höhe erheben. Östlich von König Karls-Land dehnt sich der flacher als 200 m befindliche Meeresboden in der »Nordbank« bis rund 40° ö. Lg. aus. Weiter nach Osten verschmälert sich diese Erhebung stark, sie ist aller Wahrscheinlichkeit nach in etwa 60° ö. Lg. mit dem Franz Josephs Land tragenden Sockel verbunden. Nach Norden senkt sich der Meeresboden zwischen Spitzbergen und Franz Josephs Land nach den Tiefen des Nordpolarbeckens hin, ohne dass eine weitere absperrende Barre vorhanden ist. Nowaja Semlja ist an seiner Westseite in wechselnder Breite von einem flacheren Gebiet als 200 m Tiefe begleitet, das im Süden überleitet zu dem der russischen Küste vorgelagerten flachen Teile des Barentsmeeres, in dem das Gebiet mit weniger als 200 m Tiefe seine grösste Ausdehnung im Barentsmeere überhaupt hat, sogar die 100 m-Linie ist vielfach mehr als 100 bis 200 km von der Küste entfernt. An dem westlichen Teil der Murmanküste und an der Küste von Finnmarken verläuft die 200 m-Linie meist dicht der Küste. Im Weissen Meere senkt sich im Kandalakscha-Busen der Boden kessel-förmig bis zu 350 m Tiefe.

Der mehr als 200 m tiefe Teil des Barentsmeeres ist nun keineswegs gleichmässig nach der Bäreninselsenke hin geneigt, sondern in charakteristischer Weise und hydrographisch bedeutungsvoll gegliedert, insbesondere durch einen fast meridional verlaufenden unterseeischen Rücken, der sich annähernd parallel von Nowaja Semlja zwischen etwa 33° und 40° ö. Lg. hinzieht und fast in seiner ganzen Ausdehnung geringere Tiefen als 300 m besitzt. Im Süden gehört diesem Rücken die »Skolpenbank« an, im Norden eine auf rund 75° n. Br. zwischen 33° und 42° ö. Lg. gelegene Bank, die »Mittelbank«, und die bereits erwähnte »Nordbank«; in allen erhebt sich der Meeresboden auf weniger als 200 m Tiefe. Die Entstehung dieser annähernd meridionalen »Mittelschwelle« ist nach NANSEN wahrscheinlich tektonisch bedingt, ebenso wie des Nowaja Semlja-Rückens sowie der Erhebung mit der Spitzbergenbank und dem spitzbergischen Archipel. Die Gestalt des Meeresbodens

im einzelnen hat zu der Vorstellung geführt, dass die genannten Schwel-
len bei einer früheren höheren Lage des Meeresbodens durch fließendes
Wasser und während der Eiszeit durch Gletschereis umgestaltet worden
sind. In der Tat kann man auf einer Tiefenkarte unschwer ein flussnetz-
ähnliches, nach der Bäreninsensenke zusammenlaufendes System von
Rinnen erkennen, über das vielleicht am leichtesten eine Übersicht
gewonnen wird, wenn wir flussaufwärts fortschreiten¹⁾. Die Bäreninsel-
senke verläuft annähernd westöstlich und ist bis rund 30° ö. Lg. über
400 m tief; südöstlich der Bäreninsel sind die grössten Tiefen des Barents-
meeres überhaupt festgestellt worden mit 535 m und 548 m auf 20°
bezw. 21° ö. Lg. Die 400 m-Tiefenlinie weist im Osten drei Ausbuch-
tungen auf, durch welche annähernd die Richtungen von Verzweigungen
der Bäreninsensenke nach Osten hin angedeutet sind. Der nördlichste
Zweig wendet sich parallel der Ostabdachung der Spitzbergenbank nach
Nordosten, Norden und weiter nach Nordwesten und endet schliesslich
in Richtung auf die Hinlopenstrasse. Diese Rinne, welche die Hoffnungs-
insel in weitem Bogen umschliesst, sei NANSEN folgend, als »Hoffnungs-
insel-Senke« bezeichnet. Auf etwa 76° n. Br. zweigt von dieser eine
zwischen Nord- und Mittelbank quer über die Mittelschwelle führende
Senke mit Tiefen zwischen 200 und 300 m ab, die nördlich 74° n. Br.
die tiefste Verbindung zwischen den Meeresgebieten westlich und östlich
der Mittelschwelle darstellt und als deren weitere Fortsetzung man wohl
die über 300 m tiefe Senke zwischen Franz Josephs Land und Nowaja
Semlja ansehen darf. Die zweite Abzweigung von der Bäreninsensenke
führt in gerader Fortsetzung über die Mittelschwelle hinweg und weist
auf dieser in einer schmalen Rinne Tiefen über 300 m auf. Hier haben
wir die tiefste Verbindung zwischen den Gebieten östlich und westlich
der Mittelschwelle. Die dritte Abzweigung der Bäreninsensenke ist zunächst
nach Südosten gerichtet, sie verzweigt sich dann in eine die Mittel-
schwelle unmittelbar nördlich der Skolpenbank querende und eine
südlich dieser Bank nach Südosten führende Rinne. Die östlich der
Mittelschwelle gelegene Senke, die »Ostsenke«, hat annähernd meridionale
Erstreckung, die Tiefen nehmen in ihr von Süden nach Norden zu bis
auf 421 m. Im Norden ist sie durch eine fast bis 200 m emporsteigende
Schwelle gegen die tiefe Rinne abgegrenzt, die Franz Joseph Land und
Nowaja Semlja von einander trennt. Rein morphologisch lassen sich
demnach die folgenden auch hydrographisch differenzierten Teile des
Barentsmeeres unterscheiden: a) die Bäreninsensenke und die West-
mulde, b) die Mittelschwelle, c) die Spitzbergen- und Nordbank, d) die

¹⁾ Vergl. die Karte in: F. NANSEN, Spitzbergen. Leipzig 1921. S. 40.

Ostmulde, e) der flache Südosten und das Weisse Meer, f) die Rinne
zwischen Franz Josephs Land und Nowaja Semlja.

2. Der hydrographische Zustand der Oberflächenschicht des Barentsmeeres.

Durch die Lage des Barentsmeeres in der Übergangszone zwischen
dem durch die atlantische Trift erwärmten Europäischen Nordmeere
und dem mit Eis bedeckten Nordpolarbecken sowie dem sibirischen
Schelfmeere ist die Ausbildung sehr gegensätzlicher hydrographischer
Verhältnisse sowohl an der Oberfläche wie auch in der Tiefe bedingt.
Von Westen dringt zwischen Spitzbergen und Nordnorwegen das ganze
Jahr hindurch ozeanisches Wasser in das Barentsmeer ein, im Osten
macht sich kontinentaler Einfluss geltend und die polare Abkühlung
sowie Eisbedeckung reichen erheblich weiter südwärts als im östlichen Teil
des Europäischen Nordmeeres. Die Zustände im Barentsmeere leiten
damit über zu den Zuständen des sibirischen Schelfmeeres, in dem das
Eis meist bis dicht an die Küste reicht.

Die bislang gesammelten Beobachtungen reichen selbst an der Ober-
fläche nicht aus, um für alle Jahreszeiten die Verteilung der wichtigsten
hydrographischen Faktoren, nämlich von Temperatur und Salzgehalt,
darzustellen. Nur für drei Monate (Juli, August, September) besitzen
wir Karten der mittleren Oberflächentemperatur, zu deren Zeichnung
W. WIESE (36) das gesamte verfügbare Material benutzte; für August
liegen ausserdem die aus dem dichten Beobachtungsnetz des R. F. D.
»Poseidon« 1927 abgeleiteten Karten der Oberfläche vor (29, vgl. Abb. 2, 3).
Danach zeigt sich in der Wärmeverteilung im August als grosser gemein-
samer Zug für das ganze Gebiet eine Abkühlung mit zunehmender
Breite von 11° bis 6° in Küstennähe bis zu Werten unter 0° an der Süd-
grenze des Treibeises, in dessen Nähe die Temperaturabnahme besonders
beträchtlich ist. Am reinsten ist die Abkühlung von Süden nach Norden
in dem westlichen Gebiete bis rund 30° ö. Lg. ausgeprägt, dort verlaufen
die Isothermen fast breitenparallel, östlich davon, wo die Küste nach
südöstlicher Richtung umbiegt, sind sie südlich 74½° n. Br. nach Süd-
osten gerichtet, nördlich davon ist eine scharfe Ausbuchtung nach Nord-
osten vorhanden, ebenso weisen die Isothermen westlich von Nowaja
Semlja eine Ausbuchtung nach Norden auf. Östlich 30° ö. Lg. sind also
Abzweigungen von der bis dahin westöstlich setzenden Oberflächen-
strömung festzustellen und zwar eine nach Südosten und zwei nach
nördlicher Richtung setzende Stromarme. Diese werden bestätigt durch
den Verlauf der Isohalinen, jedenfalls soweit überhaupt Darstellungen

der Isohalinen vorhanden sind (29, 18, Tafel VII u. VIII). In dem westlichsten Teile des Barentsmeeres ist der Verlauf der Isohalinen beherrscht durch die Scharung der Linien parallel dem Südrande des Treibeises, durch das in einzelnen Armen erfolgende Vordringen salzreichen und warmen Wassers atlantischer Herkunft und endlich durch die Aus-

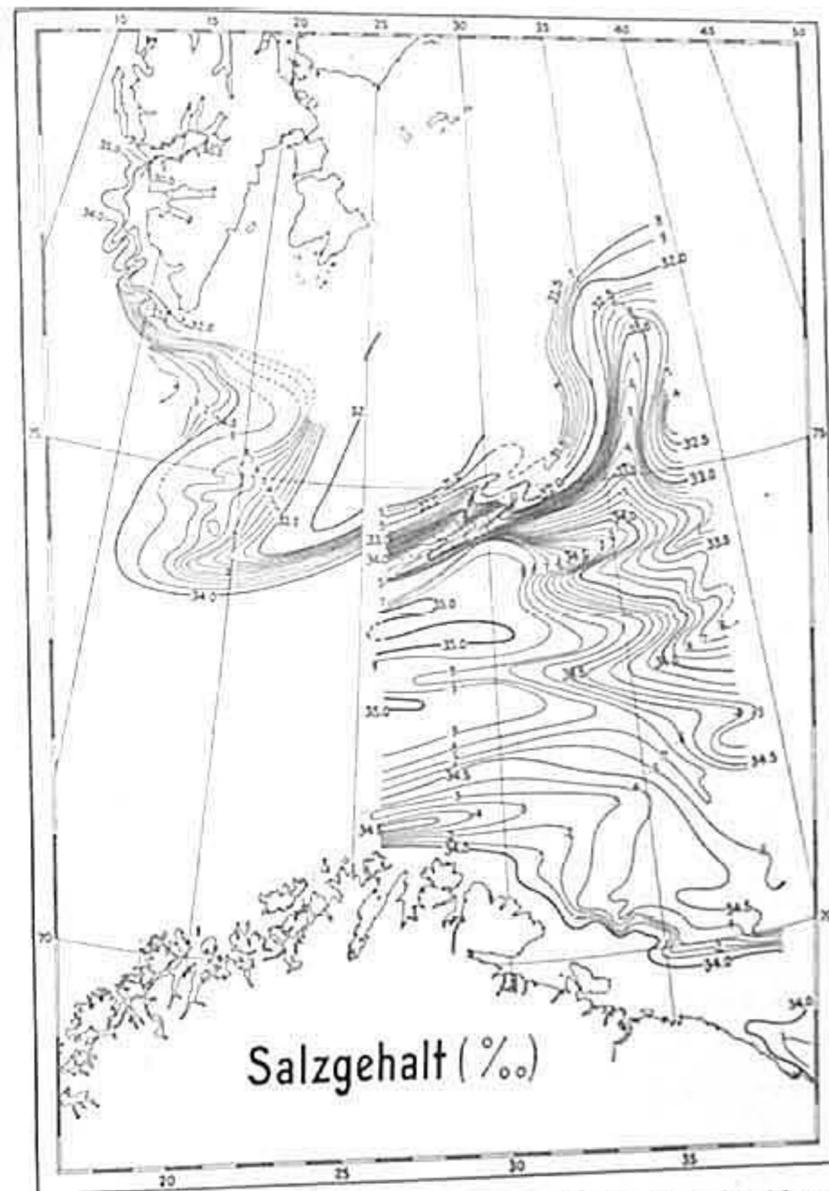


nach Oberflächenbeobachtungen des R. F. D. »Poseidon« bis 25° O-Lg. vom 2. bis 10. Sept., östlich 26° O-Lg. vom 31. Juli bis 22. Aug. 1927.

Abb. 2.

breitung salzarmen und warmen Wassers parallel der Küste. Der Salzgehalt des der Küste vorgelagerten Küstenwassers nimmt mit der Entfernung von der Küste zu. Rechnen wir dieses, das dem Bankwasser an der norwegischen Küste entspricht, bis zur 34,6 ‰-Isohaline, so schwankte die horizontale Ausdehnung senkrecht zur Küste im August 1927 von etwa 40 bis 120 sm. Die 34,0 ‰-Isohaline verlief der Küste

in einem Abstände von 8 bis 30 sm annähernd parallel. Der Verlauf dieser und auch der benachbarten Isohalinen lässt eine starke Beeinflussung durch die in den beiden Regionen westlich und östlich der Varanger-Halbinsel dem Meere zufließenden Süßwassermengen erkennen, und zwei grosse an der Meeresoberfläche südlich 70¹/₂° n. Br. aus-



nach Oberflächenbeobachtungen des R. F. D. »Poseidon« bis 25° O-Lg. vom 2. bis 10. Sept., östlich 26° O-Lg. vom 31. Juli bis 22. Aug. 1927.

Abb. 3.

gebildete Wirbel dürften auf diesen Zufluss von Süßwasser und die weitere Ausbreitung des leichten Oberflächenwassers zurückzuführen sein, sie ist auch von erheblichem Einfluss auf die Verteilung des Oberflächenplanktons.

Nördlich der Region des Küstenwassers kommen wir in den Einflussbereich des eigentlichen atlantischen Wassers. Auf 26° ö. Lg.

konnte ein Salzgehalt von über 35 ‰ an drei Stellen nachgewiesen werden, in $72\frac{1}{2}^{\circ}$, $73\frac{1}{3}^{\circ}$ und $73\frac{2}{3}^{\circ}$ n. Br., auf 30° ö. Lg. nur noch auf $73\frac{1}{2}^{\circ}$ n. Br. und östlich davon überhaupt nicht mehr. Betrachten wir den Verlauf der 34,9 ‰-Isohaline, so erkennen wir, dass das salzreiche atlantische Wasser, das kurz als »Westwasser« bezeichnet sei, in zwei breiten Zungen, die durch ein in 73° n. Br. gelegenes Salzgehaltsminimum von einander getrennt sind, nach Osten vordringt. Innerhalb dieser von der 34,9 ‰-Isohaline umschlossenen Fläche sind die Salzgehaltsänderungen bemerkenswert gering. Bei dem weiteren Vordringen nach Osten tritt erhebliche Mischung ein. Der südliche Arm biegt bald nach Südosten ab und verzweigt sich. Die nördliche der beiden über 26° ö. Lg. hinaus vordringenden Zungen atlantischen Wassers ist erheblich kräftiger ausgebildet als die südliche, sie verzweigt sich ebenfalls. Besonders markant hebt sich die östlich 35° ö. Lg. nach Norden gerichtete Abzweigung hervor. Zwischen diesen zungenförmigen Fortsetzungen des atlantischen Stromes lagert salzärmeres Wasser bzw. bewegt sich in umgekehrter Richtung, sodass wir hier ein fingerförmiges Ineinandergreifen von Bewegungen salzreichen und warmen sowie salzärmeren, kalten Wassers haben, das von wirbelartigen Wasserbewegungen innerhalb der obersten 25 m-Schicht begleitet ist. Die Dichtelinien zeigen an der Grenze beider entgegengesetzt gerichteter Bewegungen charakteristische Aufwölbungen, die auf dem Schnitte auf $33\frac{1}{2}^{\circ}$ ö. Lg. in $72\frac{1}{2}^{\circ}$ und $73\frac{1}{2}^{\circ}$ ö. Lg. in der oberen Wasserschicht gut erkennbar sind (vgl. Abb. 12). Nördlich des an der Oberfläche auftretenden Dichtemaximums befindet sich, wie ein Vergleich mit der Oberflächensalzgehaltskarte auf Abb. 3 zeigt, West-, südlich davon Ostströmung. Es sind dies die gleichen Erscheinungen, wie sie von BÖHNECKE an der Grenze des Ostgrönlandstromes festgestellt worden sind¹⁾. Der wellenförmige Verlauf von Isothermen und Isohalinen ist sehr gut auch aus den dicht liegenden Beobachtungen auf den Fahrten des »Malygin« im Juni—Juli 1928 (38, S. 31 ff.) erkennbar. — Im allgemeinen treten in diesem Gebiet, das als »Mischregion von West- und Ostwasser« bezeichnet werden kann, die grössten Salzgehaltsunterschiede in breitenparalleler Richtung auf, und da das nach Osten vordringende Westwasser im Norden weit stärker vermischt wird, verschiebt sich das Salzgehaltsmaximum auf den einzelnen Meridianen ostwärts immer weiter nach Süden; es wurde 1927 zwischen 26° und 30° ö. Lg. zwischen $72\frac{1}{2}^{\circ}$ und 74° n. Br., auf $33\frac{1}{2}^{\circ}$ ö. Lg. in $72\frac{1}{2}^{\circ}$ und $73\frac{1}{3}^{\circ}$ n. Br. und auf 38° ö. Lg. schon in 71° bis $71\frac{3}{4}^{\circ}$ n. Br. angetroffen.

¹⁾ G. BÖHNECKE, E. HENTSCHEL u. H. WATTENBERG. Über die hydrographischen, chemischen und biologischen Verhältnisse an der Meeresoberfläche zwischen Island und Grönland. Annalen der Hydrographie u. s. w. 58. 1930. S. 237.

— Die dritte sich als selbständig heraushebende Region ist das vor der Eisgrenze liegende Schmelzwassergebiet. Es ist die Region der grossen Salzgehalts- und Temperaturgradienten, die Polarfront an der Oberfläche des Meeres. Im Westen, in Nähe der Bären Insel, reicht sie am weitesten nach Süden. Das leichte Schmelzwasser des nördlichen

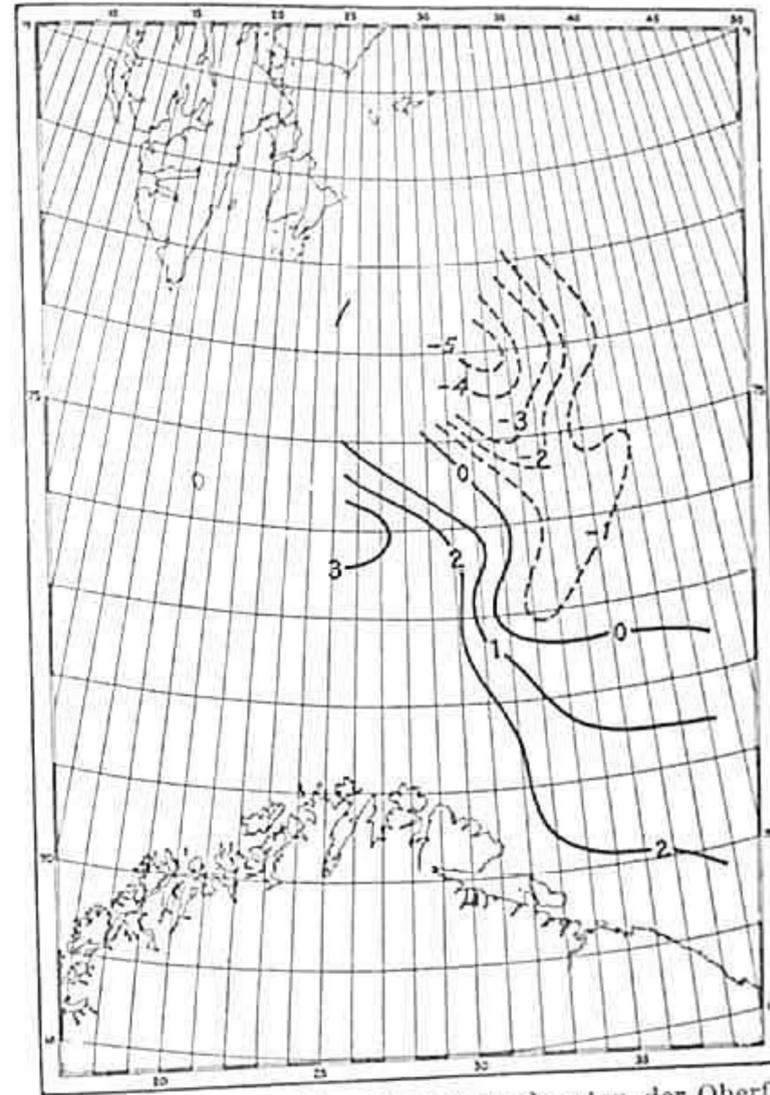


Abb. 4. Differenz zwischen den Normalwerten der Oberflächentemperatur von WIESE und den 1927 gewonnenen Beobachtungen.

+ -- August 1927 wärmer als normal.
 - - - - - 1927 kälter - - - - -

Barentsmeeres breitet sich unter dem Einflusse der Erdrotation vor allem an der Westseite des Barentsmeeres, östlich von Spitzbergen und der Bäreninsel, nach Süden aus. Das Vordringen des salzreichen atlantischen Wassers nach Norden ist wahrscheinlich als eine Kompensationsbewegung aufzufassen und man wird annehmen können, dass diese nach Richtung und Stärke mit dem Grade der Ausbildung des Schmelzwassers parallel gehende Schwankungen aufweist. Dass diese recht erheblich sein können, zeigt der im August 1927 festgestellte Zustand. Der Kern

des Nordstromes lag in 37° bis 38° ö. Lg., während er sich im Mittel etwa 5° weiter westlich befindet, auch 1928 war dies nach den Malygin-Beobachtungen der Fall. In diesen Gebieten können demnach, wie im Jahre 1927, die Temperaturanomalien besonders gross sein (vergl. Abb. 4).

Infolge der geschilderten eigentümlichen Temperatur- und Salzgehaltsverteilung an der Oberfläche des Barentsmeeres ist der Verlauf der Beziehungskurve von Temperatur und Salzgehalt nördlich und

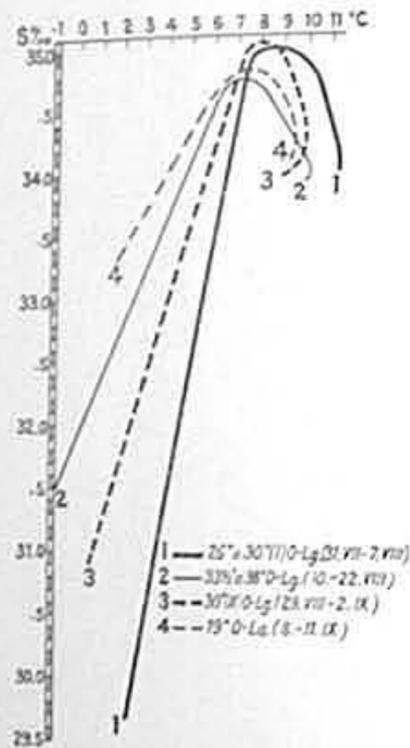


Abb. 5. Temperatur-Salzgehaltsdiagramme des Oberflächenwassers des Barentsmeeres VIII-IX. 1927.

südlich des Salzgehaltsmaximums verschieden (vergl. Abb. 5). Im Süden ist Steigerung des Salzgehalts mit Temperaturabnahme verbunden, im Norden ist es umgekehrt. Die Anfang August 1927 auf 26° und 30° ö. Lg. gewonnenen Beobachtungen ergaben im Süden eine starke Salzgehaltszunahme bei langsamer Abnahme der Temperatur. Innerhalb des Hauptausbreitungsgebietes des atlantischen Wassers ändert sich der Salzgehalt nur wenig. Da gleichzeitig die Temperatur mit Zunahme der Breite abnimmt, weist die Beziehungslinie zwischen Temperatur und Salzgehalt beim Übergang zu diesem Gebiete eine starke Krümmung auf, ebenfalls an dessen Nordgrenze beim Übergang zur Polarfront, wo die grossen Temperatur- und Salzgehaltsgradienten gleichsinnig sind. Für $33\frac{1}{2}^\circ$ und 38° ö. Lg. ergab sich eine gleichartige Kurve, doch waren die höchsten angetroffenen Salzgehalte niedriger und bei gleichen Salzgehalten war das Wasser kälter. Bei der Wiederholung des Schnittes auf 30° ö. Lg. waren die Temperaturen infolge der fortgeschrittenen Jahreszeit sämtlich niedriger besonders in Küstennähe und im Norden.

Die Beobachtungen auf 19° ö. Lg. wurden noch später gewonnen, die abgeleitete TS-Kurve ist daher noch weiter im gleichen Sinne verschoben.

Die Beobachtungen 1927 erfolgten ungefähr zur Zeit der stärksten Erwärmung. In den anderen Jahreszeiten sind andere Beziehungen gültig, wie die Wiederholungsbeobachtungen auf 30° ö. Lg. schon andeuten. Nach KNIPOWITSCH (18, S. 1465 f.) ist anzunehmen, dass die niedrigste Temperatur an der Oberfläche des Barentsmeeres in der ersten



Abb. 6. Mittlere Eisgrenzen.

Hälfte des April eintritt. Dann herrschen in der Nordkapströmung auf der Länge der Bären-Insel Temperaturen bis über $+4^\circ$, nach Osten nimmt die Temperatur ab, sie steigt auf dem Kolameridian kaum über $+2,5^\circ$ und auf 42° und 43° ö. Lg. nur wenig über 0° . Nach Norden und Osten nimmt die Temperatur ab bis auf $-1,8^\circ$ bis $-1,9^\circ$ unter dem Eise und nach der Murmanküste auch auf 0° und darunter, sodass sich dann das Temperaturmaximum nicht an der Küste befindet, sondern innerhalb des Nordkapstromes und seiner Verzweigungen. Erst von Anfang Juni an ist das Wasser in Küstennähe stärker erwärmt als innerhalb des Nordkapstromes, dieser Zustand dauert bis Ende September.

Auf weiten Flächen des Barentsmeeres ist lange Zeit des Jahres hindurch das Wasser so weit abgekühlt, dass Eisbildung eintritt. Die Nachrichten über die Eisverhältnisse im Barentsmeere wie auch von den übrigen nordpolaren Gebieten werden von dem Dänischen

Meteorologischen Institut gesammelt (24). Neuerdings werden die Eismeldungen aus den russischen Gebieten, also insbesondere aus dem Weissen Meere, den Zugängen zur Kara See u. s. w. auch von dem russischen Hydrographischen Amt mit eingehenden kartographischen Darstellungen und textlichen Erläuterungen veröffentlicht (25). Für den Zeitraum 1898 bis 1922, also für 25 Jahre, sind für die Monate April bis August mittlere Eisgrenzen abgeleitet worden (23), vergl. Abb. 6.

Im April ist die Bären-Insel noch von Eis umschlossen und die Grenze verläuft von dort zunächst ostwärts und weiter in weitem Bogen bis Kap Swatoi Noss an der Murman-Küste. Im Mai ist die Bären-Insel auch noch nicht frei vom Eis, die Grenze ist aber im allgemeinen ein wenig nach Norden und Nordosten zurückgewichen, nur an der Murman-Küste reicht das Eis weiter westwärts bis zu den Sem-Inseln. Der Juni bringt stärkeren Rückgang des Eises; die Grenze verläuft dann nördlich der Bären-Insel bis 30° ö. Lg. auf 75° n. Br., dann ein wenig südwärts bis 74° Br., 50° Lg. und weiter in Bogenform nach Kap Kanin; der Eingang ins Weisse Meer ist also frei. Im Juli und August zieht sich die Eisgrenze vor allem im Osten schnell weiter zurück. Die Kara- und Iugorstrasse werden passierbar. Bei der Durchführung der Handelsschiffahrt nach dem Ob und Jenissei wird damit gerechnet, dass diese Strassen ab 10. August, ev. mit Eisbrecherhülfe, befahrbar sind. Im September beginnt das Eis wieder langsam vorzurücken, die Handelsschiffe müssen die von der Kara See nach dem Barentsmeer führenden Strassen vor dem 15. Oktober passiert haben.

Im einzelnen aber bestehen erhebliche Ausnahmen von diesen mittleren Zuständen. An der Murmanküste kann sich das Eis zuweilen auch westlicher als bis zu den Sem-Inseln ausdehnen, ausnahmsweise sogar bis zur Insel Kildin. In den ruhigen Buchten der Murmanküste ist Eisbildung im Winter die Regel, auch in der Bucht von Alexandrowsk (vergl. 3, Tafel IX). Besonders weit südwärts reichte das Eis im Jahre 1929. Die Eisgrenze war im April nur 80 sm vom Nordkap entfernt, lag also fast 120 sm südlicher als gewöhnlich. Auch im Mai und Juni reichte das Eis erheblich südlicher als im Mittel und im Mai wurden zwischen Vardö und der Kola-Bucht dicht an der Murmanküste Eisberge angetroffen, was bis dahin noch nie beobachtet worden war. Im Juli lag die Eisgrenze östlich 30° Lg. bereits nördlicher als gewöhnlich, aber die Bären Insel war auch im Juli noch von Eis umgeben, erst im August hatte die Eisgrenze annähernd normale Lage, allerdings wurden Eisberge selbst bei der Bären Insel noch angetroffen. Ebenfalls sehr weit, wenn auch nicht gleich extrem weit südlich dehnte sich das Eis im April—Mai 1902, 1912, 1913 und 1917. Ungewöhnlich weit nördlich befand

sich das Eis z. B. im April 1916, wo das Eis erst auf 75° n. Br., also nördlich der Bären Insel auftrat; auf der Länge zwischen Vardö und der Kola-Bucht lag es in $76\frac{1}{2}^\circ$ n. Br., also 270 sm nördlicher als 1929. — Im Spätsommer weicht das Eis nicht selten soweit zurück, dass Franz Josephs Land zu Schiff erreichbar ist. In den Jahren von 1880 bis 1928 wurde, wenn überhaupt der Versuch gemacht wurde nach Franz Josephs Land zu kommen, dies in 18 Jahren erreicht, in den Jahren 1886, 1904, 1910, 1912, 1915, 1924 aber schlugen die Versuche fehl. Ganz ohne Eisschwierigkeiten nach Franz Josephs Land zu kommen, gelang ausser 1873, dem Entdeckungsjahre dieser Inselgruppe, bislang nur wieder 1923 und zwar dem Untersuchungsschiff »Persey« (19, S. 37). Die Verbreitung des Eises im Barentsmeere hängt in erster Linie ab von der Strenge des Winters, also von der Menge des Eises überhaupt, dann von der vorherrschenden Windrichtung und endlich auch von den Meeresströmungen. Das extrem weit nach Süden erfolgte Vordringen des Eises im Frühjahr 1929 steht z. B. in Zusammenhang mit einer lang andauernden Periode von nördlichen und nordöstlichen Winden (24, 35). Die Menge des in den einzelnen Jahren auftretenden Eises ändert sich im allgemeinen nicht sprunghaft von Jahr zu Jahr, es ist vielmehr eine recht erhebliche Erhaltungstendenz vorhanden und eisarme und eisreiche Jahre treten gruppenweise auf. WIESE ist es gelungen, allgemeine Beziehungen zwischen der Grösse der mit Eis bedeckten Fläche und der Luftdruckverteilung über Nordwesteuropa und dem Atlantischen Ozean in den vorhergehenden Monaten sowie der Eismenge des Barentsmeeres im Vorjahre aufzustellen, die recht befriedigende Eisprognosen für die einzelnen Monate von Mai bis August auf einen bis drei Monate voraus ermöglichten. Die Gesamtfläche des vom Eise bedeckten Teiles des Barentsmeeres schwankt nach den bisherigen Feststellungen im April zwischen 1 und $1\frac{1}{3}$ Millionen qkm, im Mai zwischen $\frac{3}{4}$ und $1\frac{1}{4}$ Millionen qkm, im Juni zwischen $\frac{1}{2}$ und 1, im Juli von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{3}{4}$ und im August zwischen $\frac{1}{6}$ und $\frac{1}{2}$ Millionen qkm. Die Zahlen sind stark abgerundet, da die Südgrenze zu ungenau festgelegt ist, um genauere Angaben zu rechtfertigen (33, 34).

Eine recht bemerkenswerte Erscheinung bilden die zahlreichen innerhalb des Meereises auftretenden Eisberge, die während der Eisschmelze, besonders zur Zeit des stärksten Eisrückganges, also von Juni bis August, auch in grosser Zahl weit vor dem Eisrande angetroffen werden (Abb. in 8, Taf. IV). Nach einer von W. WIESE durchgeführten statistischen Untersuchung aller aus den Jahren 1899—1928 vorliegenden Eisbergbeobachtungen lassen sich anscheinend zwei Regionen als besonders eisbergreich feststellen; diese sind das Gebiet nordwärts der Bären Insel

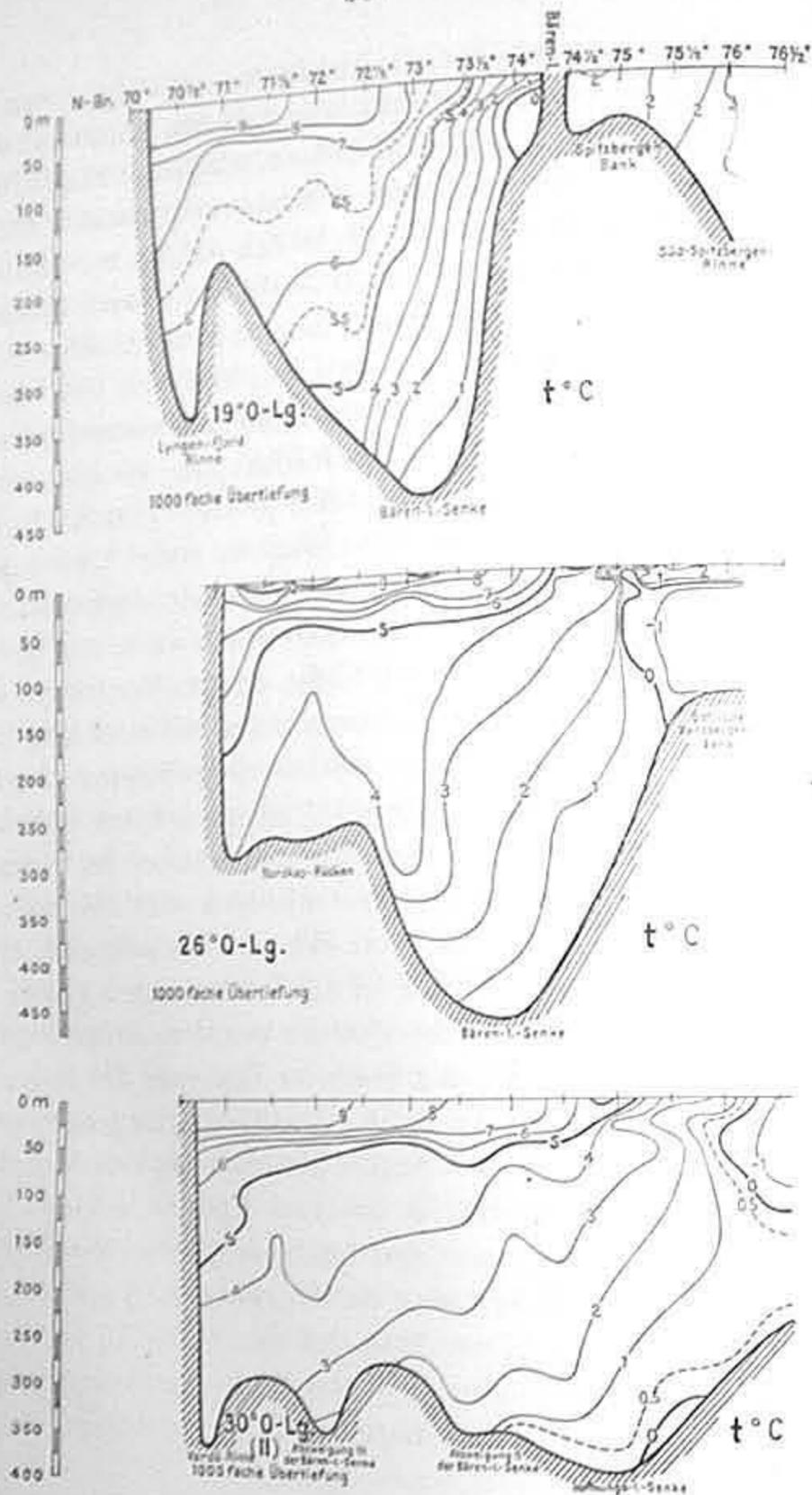


Abb. 7. Temperatur auf 19°, 26°, 30° O-Lg nach Beobachtungen des R.F.D. »Poseidon« im August—September 1927.

bis etwa 28° ö. Lg. und das Gebiet südsüdwestlich von Franz Josephs Land von 33° bis 50° ö. Lg. Hierzu stimmt, dass 1927 auf 26° und 30° ö. Lg. keine Eisberge gesichtet wurden, dagegen auf 33½° ö. Lg. von 74½° Br. an insgesamt 19 und auf 38° Lg. von 76° Br. an bis zur Eisgrenze 23 Eisberge, dort wurde ausserdem bei klarer Sicht vom Eis-

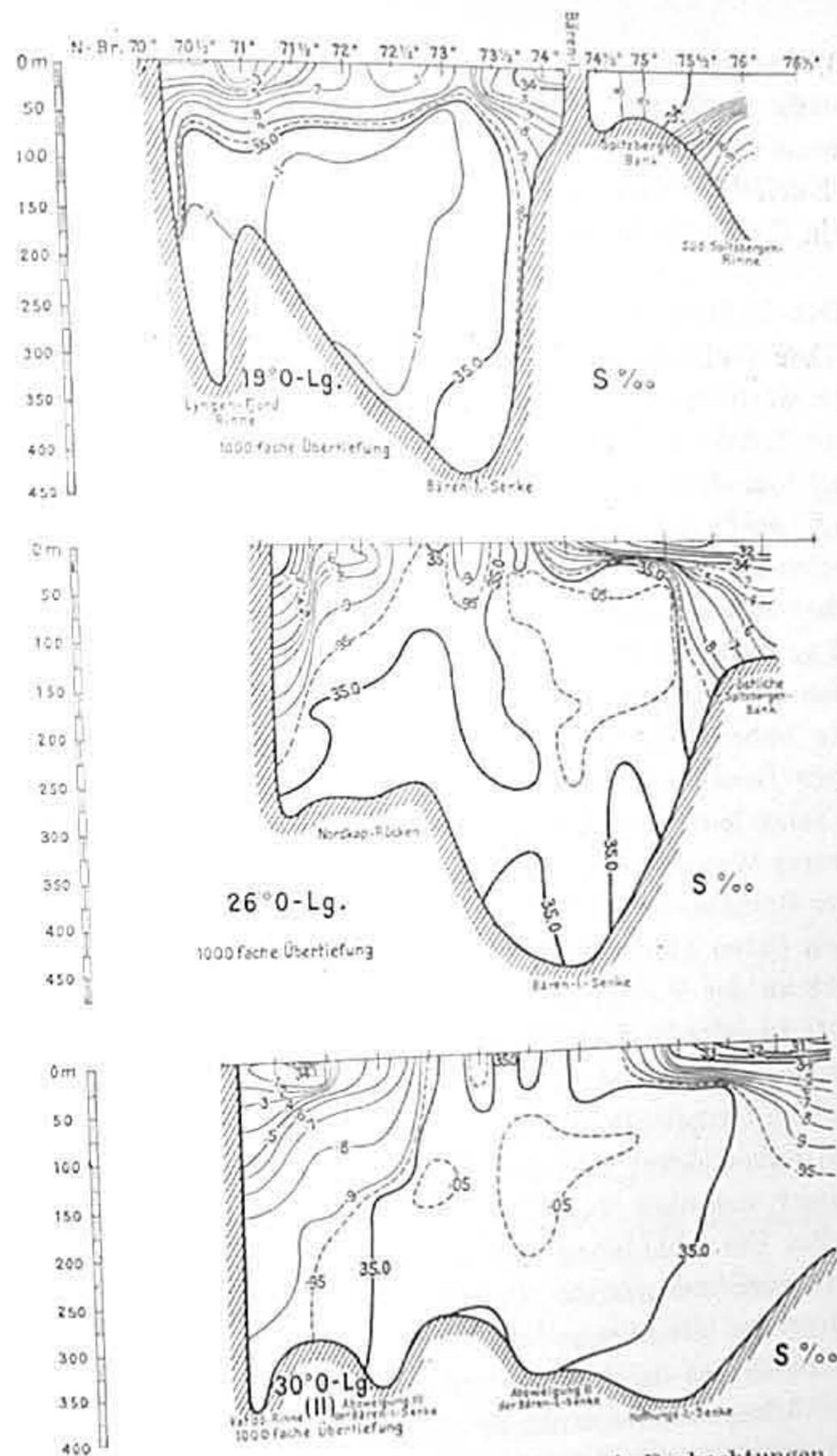


Abb. 8. Salzgehalt auf 19°, 26°, 30° O-Lg nach Beobachtungen des R.F.D. »Poseidon« im August—September 1927.

rande aus festgestellt, dass sich auch innerhalb des dichten Treibeises noch zahlreiche grosse Eisberge befanden. Die Höhe der 1927 angetroffenen Eisberge schwankte zwischen 15 und 33 m, die horizontale Ausdehnung betrug bis zu etwa 100 m. WIESE berichtet, verschiedentlich im Barentsmeere Eisberge bis zu 600 m Länge gesehen zu haben (39,

S. 63). Die Ansicht, dass die Eisberge von Westspitzbergen nach Süden und dann durch die Nordkapströmung in das innere Barentsmeer getrieben werden, dürfte nicht zutreffend sein (20). Als Ursprungsgebiet sind ohne Zweifel die Gletscher von Ostspitzbergen, Franz Josephs Land und Nowaja Semlja anzusehen.

3. Der hydrographische Zustand der tieferen Wasserschichten.

a. Das Gebiet der Bäreninsensenke und der Westmulde.

Der westlich der Mittelschwelle und südlich der Spitzbergenbank gelegene Teil des Barentsmeeres nimmt dadurch eine ausgeprägte Sonderstellung ein, dass das Wasser des Atlantischen Ozeans ungehinderten Zugang hat durch die etwa 240 m breite und bis über 400 m Tiefe hinreichende Bäreninsensenke zwischen der Bäreninsel und der norwegischen Küste. Die im August—September 1927 auf 19°, 26° und 30° ö. Lg. gewonnenen Schnitte (29) zeigen übersichtlich den hier herrschenden hydrographischen Zustand (vergl. Abb. 7 und 8). Alle drei Schnitte haben folgende gemeinsame Züge: küstennahes warmes und salzarmes Bank- oder Küstenwasser, warmes atlantisches Wasser mit einem Salzgehalt von 35 ‰ und darüber, über der Spitzbergenbank salzärmeres Wasser mit negativen Temperaturen und endlich in Bodennähe der Bäreninsensenke verhältnismässig salzreiches und kaltes Wasser mit nach Osten abnehmender Temperatur.

Dicht an der Westgrenze des Barentsmeeres (auf 19° ö. Lg.) ist der die Küste begleitende Gürtel von Küstenwasser besonders ab 75 m Tiefe nur schmal, aber der steile Anstieg der Dichtelinien lässt den Schluss zu, dass die Ostbewegung hier mit erheblicher Geschwindigkeit erfolgt. Nördlich davon dehnt sich unterhalb von 50 bis 75 m Tiefe ein Gebiet mit Wasser von über 35,1 ‰ sowie geringer Temperaturänderung mit der Breite. Die Abkühlung mit wachsender Tiefe ist der wesentlichste die Dichtezunahme mit der Tiefe bedingende Faktor. In breiter Front dringt hier das atlantische Wasser im sog. Nordkapstrom nach Osten vor. Oberhalb des die Lyngenfjordinne von der Bäreninsensenke trennenden Rückens sind sowohl die Temperatur wie besonders der Salzgehalt erniedrigt, auch der Sauerstoffgehalt ist einwandfrei niedriger als südlich und nördlich davon und zwar ist die Beeinflussung bis etwa 100 m oberhalb des Rückens bemerkbar. Dies lässt darauf schliessen, dass über dem Rücken eine langsamere Wasserbewegung vorhanden ist als über den beiden benachbarten Rinnen. Bereits hier erweist sich die Bodengestaltung als die Wasserbewegung erheblich beeinflussend, dies tritt in den weiter östlich gelegenen Teilen des Barentsmeeres als noch weit bedeutungsvoller hervor.

Die höchsten Salzgehalte mit Werten von über 35,1 ‰ finden sich in der Lyngenfjord-Rinne von etwa 160 m Tiefe ab und im südlichen Teil der Bäreninsensenke. Vor allem dort dringt das atlantische Wasser nach Osten vor. Von Bodennähe an reicht das Wasser mit mehr als 35,1 ‰ bis 100 m Tiefe und noch höher, unter 73° Br. gar bis 50 m Tiefe hinauf. Innerhalb des von der 35,1 ‰-Isohaline umschlossenen Gebietes ist eine schwach, aber unverkennbar ausgebildete Zone maximalen Salzgehaltes mit von Süden nach Norden abnehmender Tiefenlage festzustellen, die sich bei Abnahme des Salzgehaltes bis an die Oberfläche zwischen 73° und 73½° n. Br. verfolgen lässt. Die Isohalinen verlaufen sowohl oberhalb wie unterhalb des Salzgehaltsmaximums den Isothermen annähernd parallel, z. B. fallen die 35,1 ‰-Isohaline und die 6,5° und 5°-Isotherme fast zusammen, ebenso die 35,0- und 34,95-Isohalinen mit den 2°- und 6,7°- bzw. 1°- und 6,8°-Isothermen. Die Beziehungen zwischen Temperatur und Salzgehalt sind also zu beiden Seiten des Salzgehaltsmaximums verschieden (vergl. Abb. 9).

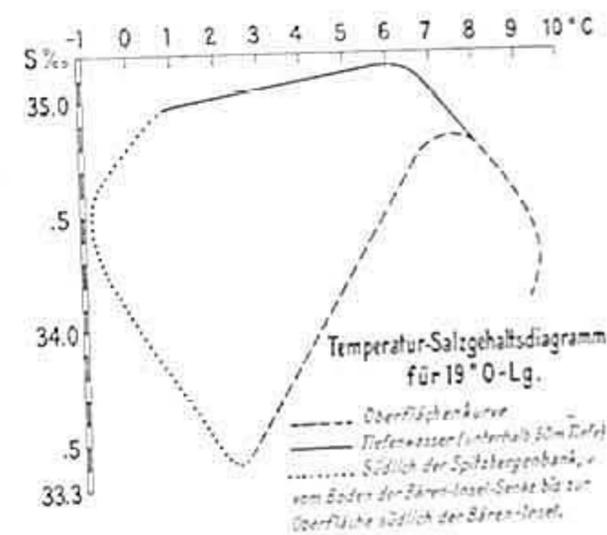


Abb. 9. Temperatur-Salzgehalts-Diagramm für 19° O-Lg. im September 1927.

Am Südabhänge der Spitzbergenbank nimmt der Salzgehalt von unten nach oben zunächst langsam, dann schneller ab bis zu den südlich der Bäreninsel auftretenden, bereits erwähnten niedrigen Werten; hier geht überall Temperatur- und Salzgehaltsabnahme parallel bis auf die oberste 50 m-Schicht, in der infolge zunehmender sommerlicher Erwärmung abnehmender Salzgehalt mit steigender Temperatur verbunden ist. Das in Abb. 9 dargestellte TS-Diagramm stellt in der ausgezogenen Linie die für das Wasser unterhalb 50 m Tiefe bestehenden Beziehungen dar. Das reinste atlantische Wasser, das auf diesem Schnitt nach Osten vordringt, hat einen Salzgehalt von 35,15 ‰ bei 6 bis 6½° Temperatur; es wird mit Annäherung an die norwegische Küste und Tiefenabnahme mit dem etwas wärmeren und erheblich salzärmeren Küsten-

wasser vermischt, die TS-Kurve geht schliesslich in die bereits betrachtete Oberflächenkurve über (Abb. 5). Nach dem Boden der Bäreninsensenke hin tritt Vermischung mit Wasser von $0,8^\circ$ und $34,97\text{‰}$ ein, das östlicher Herkunft ist (vergl. S. 314). Auf dem Abhang der Spitzbergen-Bank vermischt sich dieses mit Wasser von etwa $34,5\text{‰}$ und $-0,7^\circ$, das südlich der Bären-Insel in 50 m Tiefe auftritt; die Kurve geht dann in jene Beziehung über, die für das durch Einstrahlung erwärmte Schmelzwasser an der Oberfläche gültig ist (vergl. Abb. 5 und 9).

Auf 26° ö. Lg. war die Verteilung der hydrographischen Elemente

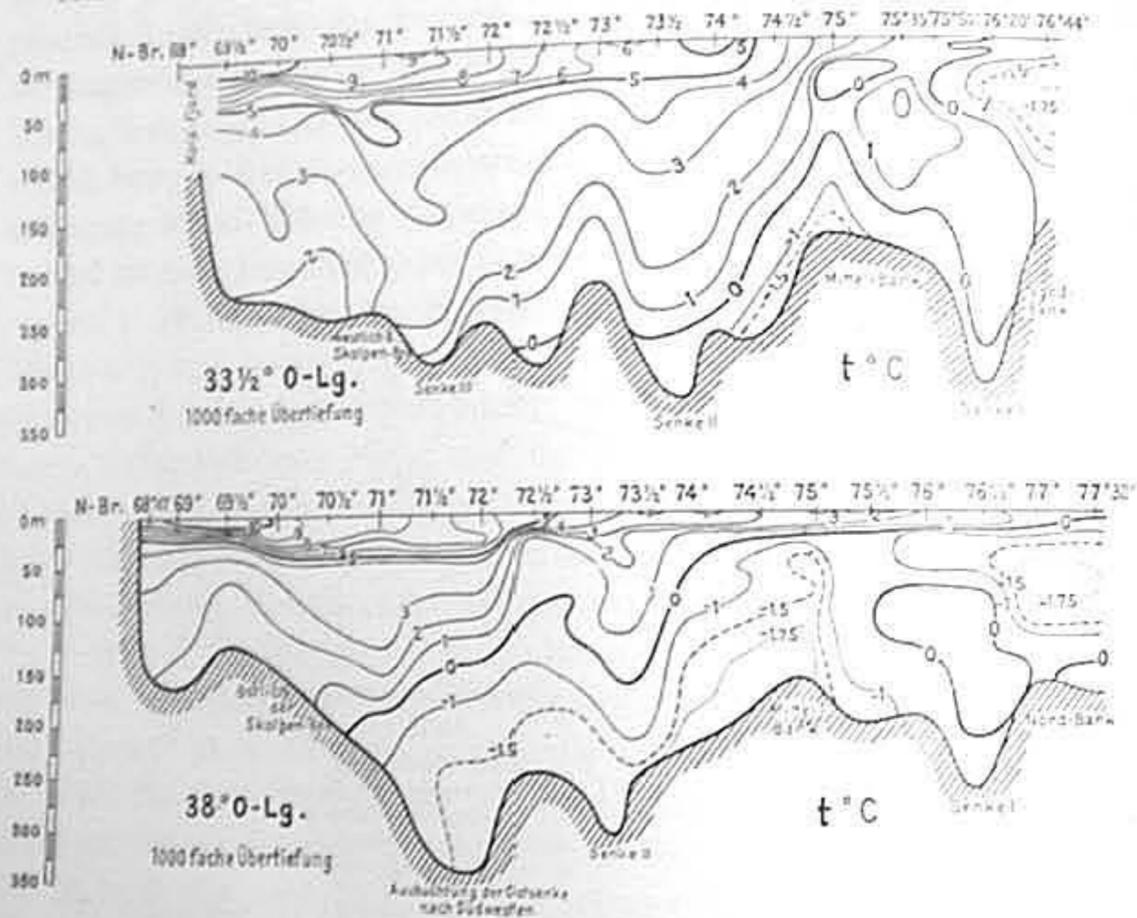


Abb. 10. Temperatur auf $33\frac{1}{2}$ und 38° O-Lg. nach Beobachtungen des R.F.D. «Poseidon» im August 1927.

noch ähnlich wie auf 19° ö. Lg. Das kalte Winterwasser auf der Spitzbergenbank hebt sich hier deutlicher ab als südlich der Bären-Insel mit Salzgehalten von $34,7$ bis $34,3\text{‰}$ und Temperaturen zwischen $-1,1^\circ$ und $-1,5^\circ$. Es ist durch eine etwa 10 bis 20 m mächtige oberflächennahe Schicht von 1 bis 2° und $31\frac{1}{2}$ bis $32\frac{1}{2}\text{‰}$ überlagert.

Der östlichste durch diese hydrographische Region führende Schnitt auf 30° ö. Lg. weist ebenfalls noch ein breites Gebiet mit über $35,0\text{‰}$ Salzgehalt auf, aber es deutet sich in der Salzgehaltsverteilung und besonders im Isothermenverlauf schon eine Dreiteilung des atlantischen Stromes vor den drei Senken der Mittelschwelle an und zwar in 72° ,

$73\frac{1}{2}^\circ$ und $74\frac{1}{2}^\circ$ n. Br. Ganz im Norden wurde in $76\frac{1}{2}^\circ$ n. Br. über dem Ostabhang der Spitzbergenbank das kalte Bankwasser mit Temperaturen niedriger als -1° bis $-1,6^\circ$ und niedrigen Salzgehalten angetroffen. Durch eine Wiederholung des hydrographischen Schnittes auf 30° ö. Lg. im August—September 1927 in etwa vierwöchigem Zeitabstande liess sich die Veränderung innerhalb dieses Zeitraumes feststellen. Es zeigte sich, dass der Zustrom atlantischen Wassers erheblich zugenommen und seinen Einfluss auch mehr nach der Küste ausgedehnt hatte; parallel damit ging eine allgemeine Erhöhung des Sauerstoffgehaltes.

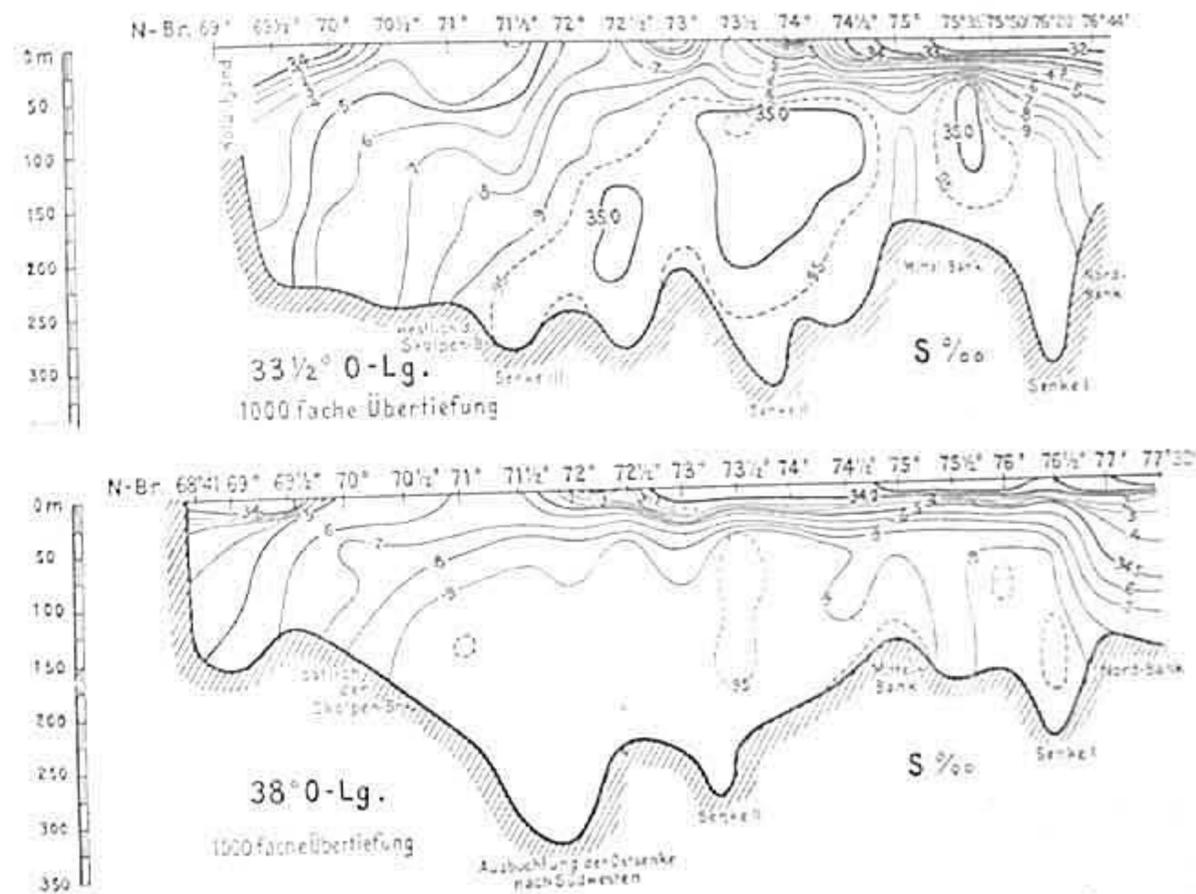


Abb. 11. Salzgehalt auf $33\frac{1}{2}$ und 38° O-Lg. nach Beobachtungen des R.F.D. «Poseidon» im August 1927.

b. Das Gebiet der Mittelschwelle.

Die Region der Mittelschwelle ist das bislang am besten untersuchte Gebiet des Barentsmeeres, da auf dem Kolameridian ($33\frac{1}{2}^\circ$ ö. Lg.) seit 1901 ziemlich regelmässig beobachtet worden ist. Als Grundlage der Betrachtung seien im folgenden insbesondere die im August 1926 und 1927 mit dem Fischereischutzboot «Zieten» und dem R. F. D. «Poseidon» auf $33\frac{1}{2}^\circ$ und 38° ö. Lg. gewonnenen Schnitte benutzt, da sie für gleiche Monate von zwei auf einander folgenden Jahren eine vergleichende Betrachtung des ganzen Gebietes der Mittelschwelle bis sehr weit nördlich ermöglichen (vergl. Abb. 10 und 11). Sie führen in der Längsrichtung

über die Mittelschwelle hinweg und queren die Senken III, II, I (vergl. Abb. 1). Der Schnitt auf 38° ö. Lg. quert in etwa 72° n. Br. einen weit nach Südwesten vorspringenden Ausläufer der Ostsenke, der östlich der Mittelschwelle gelegenen Mulde.

Die westlich der Mittelschwelle von Westen nach Osten langsam zunehmende Unruhe des Verlaufes der Isothermen steigert sich über ihr erheblich und die auf 30° ö. Lg. sich bereits abzeichnenden Verzweigungen des Nordkapstromes sind hier klar entwickelt. KNIPOWITSCH (17, 18) hat nach den älteren Beobachtungen auf dem Kolameridian die folgenden vier Zweige unterschieden: 1) Die erste Abzweigung — die Murmanströmung —, sie verläuft parallel der Murmanküste und

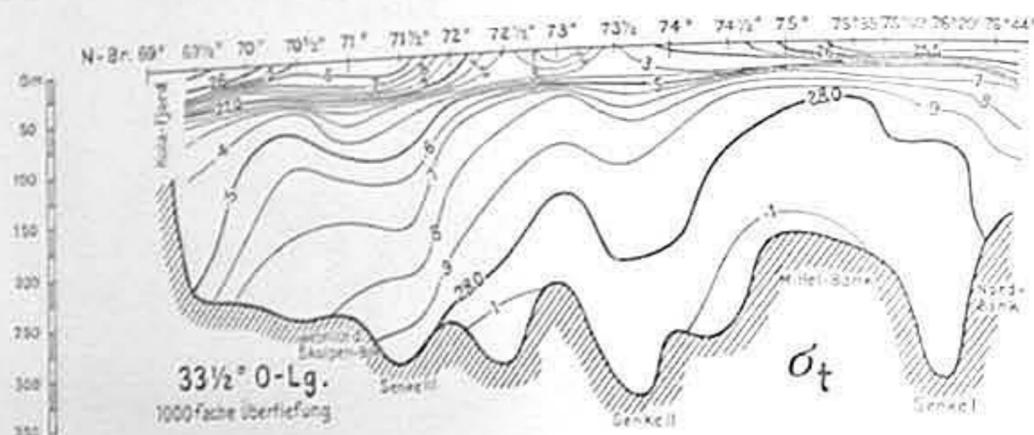


Abb. 12. Dichteverteilung auf $33\frac{1}{2}^\circ$ 0-Lg. nach Beobachtungen des R.F.D. »Poseidon« im August 1927.

das Temperaturmaximum wird gewöhnlich in $71\frac{1}{2}^\circ$ n. Br. angetroffen; 2) die zweite Abzweigung tritt unter $72\frac{1}{2}^\circ$ n. Br. auf nach einer kalten Zwischenschicht in 72° n. Br.; 3) die dritte Abzweigung unter $73\frac{1}{2}^\circ$ bis 74° Br., die von der zweiten durch eine kalte Zwischenschicht unter 73° Br. getrennt wird; 4) die vierte Abzweigung — die Franz Josephs Strömung — beginnt unter 75° Br. und wird von der dritten durch eine scharf bezeichnete kalte Zwischenschicht unter $74\frac{1}{2}^\circ$ n. Br. abgesondert. Diese Feststellungen sind durch die späteren Beobachtungen immer bestätigt worden, auch die von 1926 und 1927 tun dies, nur für die Franz Josephs Strömung scheint sich eine etwas nördlichere Lage zu ergeben. Auf 38° ö. Lg. sind diese Zweige der Nordkapströmung ebenfalls nachweisbar, sie treten in 71° , 72° , $73\frac{1}{2}^\circ$ und 76° bis $76\frac{1}{2}^\circ$ n. Br. auf.

Die Murmanströmung geht am Nordrande der Skolpen Bank entlang. Die südlich der Skolpen Bank auf $33\frac{1}{2}^\circ$ ö. Lg. in 70° Br. und auf 38° ö. Lg. in $68\frac{3}{4}^\circ$ Br. angetroffene verhältnismässig hohe Temperatur lässt auf eine südliche Abzweigung der Murmanströmung schliessen, die der tiefen Rinne an der Murmanküste, der sog. Südrinne, folgt. Diese Abzweigung wurde von RUPPIN auch 1913 festgestellt, 1925 wurden

bis 35° ö. Lg. Anzeichen gefunden, auf 37° und 39° ö. Lg. dagegen nicht mehr (21, S. 117). Die zweite Abzweigung war über der ganzen Schwelle schwächer als gewöhnlich ausgebildet und war 1927 nur an einem verlangsamt anstehenden Ansteigen der Isothermen kenntlich, während sie sich 1926 auf $33\frac{1}{2}^\circ$ ö. Lg. kräftiger heraushob, auf 38° Lg. aber weniger als 1927 ausgebildet war. Die dritte und vierte Abzweigung heben sich im Isothermenbild in normaler Lage kräftig heraus. Nach KNIPOWITSCH soll die Franz Josephs Strömung auf $33\frac{1}{2}^\circ$ Lg. bereits unter 75° Br. beginnen, aber sowohl 1926 wie 1927 wurde in dieser Breite eine kalte Zwischenströmung angetroffen und die Franz Josephs Strömung begann erst in $75\frac{1}{2}^\circ$ n. Br. Da diese nördlichere Lage auch nach der Bodengestaltung wahrscheinlicher ist und die übrigen Zweige der Nordkapströmung in diesen Jahren keine ungewöhnliche Lage haben, ist die Lage der Franz Josephs Strömung in Abb. 10 u. 11 als normal anzusehen. Die Franz Josephs Strömung wurde 1927 sowohl auf $33\frac{1}{2}^\circ$ wie 38° ö. Lg. zum ersten Male völlig gequert und es wurde das nördlich befindliche kalte und salzärmere Wasser der Nordbank erreicht.

Die Salzgehaltsschnitte zeigen, dass das Wasser der Murmanströmung nicht rein atlantisch ist, es ist offenbar mit Bankwasser vermischt, der Salzgehalt beträgt 34,6 bis 34,8 ‰. Die drei nördlicheren Abzweigungen aber führten 1927 auf $33\frac{1}{2}^\circ$ ö. Lg. Wasser mit über 35 ‰ und auf 38° ö. Lg. mit über 34,95 ‰. Die Höhe des Salzgehalts schwankt offenbar von Jahr zu Jahr stark, denn die dritte, die mächtigste Abzweigung wies 1926 auf 38° ö. Lg. den erheblich höheren Salzgehalt von 35,07 ‰ auf. Die Veränderungen, die 1927 auf 30° ö. Lg. innerhalb eines Monats festgestellt werden konnten, lassen vermuten, dass solche Schwankungen innerhalb kürzerer Zeiträume auch oberhalb der Mittelschwelle auftreten können, doch fehlt es an dem näheren Nachweis, da in kurzen Zeitabständen wiederholte Schnitte hier bisher nicht vorliegen. Ausser diesen unperiodischen Schwankungen des atlantischen Zustromes sind auch solche periodischer Natur vorhanden. Auf drei Dauerstationen (in $75^\circ 7'$ Br., 26° Lg.; $73^\circ 30'$ Br., 30° Lg.; $75^\circ 35'$ Br., $33\frac{1}{2}^\circ$ Lg.) wurde im August 1927 festgestellt, dass das atlantische Wasser an den untersuchten Punkten in Salzgehalt und Temperatur Schwankungen von $\frac{1}{8}$ - und besonders $\frac{1}{2}$ -tägiger Periode besitzt (29).

c. Das Gebiet der Spitzbergen- und Nordbank.

Die auf den nördlichsten Stationen auf $33\frac{1}{2}^\circ$ und 38° ö. Lg. gewonnenen Beobachtungen ergaben, dass auf dem südlichen Teile der Nordbank die niedrigsten Temperaturen in 50 bis 75 m Tiefe vorhanden sind bei Salzgehalten von 34,4 bis 34,6 ‰. Es ist dies winterkaltes Wasser, das während der Eisbedeckung absinkt; unterlagert ist es sowohl auf $33\frac{1}{2}^\circ$

wie 38° ö. Lg. durch wärmeres mit höherem Salzgehalte, das der über die Senke I hinweggehenden Franz Josephs Strömung entstammt. Dies wurde am 21. Juli 1928 ebenfalls durch die »Malygin«-Beobachtungen festgestellt, die auf dem südöstlichen Abhänge der Spitzbergenbank in 22° bis 25° ö. Lg. erfolgten. Wir dürfen annehmen, dass diese Unterlagerung durch wärmeres Wasser mit höherem Salzgehalte ausserhalb des Einflussbereiches der Franz Josephs Strömung nicht stattfindet und dort das kalte salzärmere Wasser bis auf den Boden reicht. Die 1927 auf 26° ö. Lg. auf der Spitzbergenbank gewonnenen Beobachtungen zeigen negative Temperaturen bis auf den Boden hin (Abb. 7), ebenfalls die von W. BRENECKE (28) aus dem Juni 1923. Danach bilden die lange Zeit des Jahres vom Eise bedeckten flachen Meeresgebiete im Norden des Barentsmeeres in ausgesprochener Weise ein Kältereservoir. Der auf dem Schnitt in 19° ö. Lg. nördlich der Bäreninsel gequerte Teil der Spitzbergenbank liegt bereits auf deren atlantischer Abdachung und ist beeinflusst von dem Südspitzbergenstrom; negative Temperaturen wurden hier nicht festgestellt.

Ebenso wie das auf der Spitzbergenbank lagernde kalte vergleichsweise salzarme Wasser an deren südöstlichem Rande durch das warme Wasser der nördlichsten Abzweigung des Nordkapstromes unterlagert wird, ist es in entsprechender Weise auf der Nordabdachung der Bank nach dem Nordpolarbecken hin der Fall durch das warme salzreiche Wasser, das die tieferen Schichten des Nordpolarbeckens ausfüllt. Dies geht hervor aus einem mit dem Eisbrecher »Malygin« im Juli 1928 gewonnenen hydrographischen Schnitt von 79°0' n. Br. 33°0' ö. Lg. nach 77°32' n. Br. 34°35' ö. Lg. (38, S. 23). Die folgende, aus zwei nahe benachbarten Stationen kombinierte Beobachtungsreihe sei als Beleg angeführt.

Eisbrecher »Malygin« 13./14. Juli 1928.

78°47'/79°00' n. Br. 33°35'/33°0' ö. Lg.

Tiefe	t°C	S‰
0	—0,8	..
5	—1,57	33,86
10	—1,59	..
25	—1,70	..
50	—1,77	34,22
75	—1,69	..
100	—0,88	34,49
140	0,02	34,74
200	0,82	34,81
240	0,70	34,83

d. Die Ostmulde.

In der Ostmulde ist zur Zeit der Murman-Expedition wie auch in neuerer Zeit vom Wissenschaftlichen Meeresinstitut in Moskau vielfach gearbeitet worden (vgl. 19, Tafel), doch sind die neueren Beobachtungen erst unvollständig veröffentlicht, so dass wir im wesentlichen noch auf die älteren Beobachtungen angewiesen sind. Für das südöstlichste flache Gebiet liegt dagegen eine neuere Bearbeitung vor (22).

Danach kann man die Ostmulde und auch den flachen Südosten als ein Kältereservoir des Barentsmeeres bezeichnen. Unterhalb einer oberen Schicht von 25 m Mächtigkeit mit sommerlich erwärmtem Wasser herrschen negative Temperaturen vor, die bis zum Boden auf unter —1,5° abnehmen, wie es auch der auf 38° ö. Lg. gequerte südöstliche Zipfel der Ostmulde erkennen lässt (Abb. 10). Der Salzgehalt dieses Wassers ist etwa 34,9 ‰. 1902 wurde unter 75° Br. am Boden der Mulde eine dünne Schicht mit über 35,0 ‰ festgestellt. In dieses kalte Wasser sind in 100 bis 200 m Tiefe einzelne Gebiete wärmeren Wassers mit Temperaturen über 0,0° und gegen die Umgebung etwas erhöhtem Salzgehalt eingeschaltet (vergl. z. B. 18, Tafel VI; 8, Tafel XX, XXI). Dies sind Fortsetzungen der über der Mittelschwelle festgestellten Verzweigungen des Nordkapstromes. KNIPOWITSCH hat von diesen festgestellt: eine südliche Abzweigung der Murmanströmung, die nördlich von Kap Kanin in Richtung auf Kolgudjew vorbeiführt und deren Verlauf anscheinend durch die Ausbuchtung der 200 und 100 m-Linie nach Osten stark beeinflusst ist (vergl. Abb. 1), einen nördlichen an der 200 m-Linie entlang führenden Zweig, der sich weiterhin abermals teilt in einen ost-südöstlichen Arm, die Kolgudjew Nowaja Semlja-Strömung, und einen zunächst nordöstlichen, dann nördlichen Arm, die warme Nowaja Semlja-Strömung. Weiterhin weisen auch die übrigen Zweige der Nordkapströmung in dem Gebiet der Ostmulde nach Norden umbiegende Fortsetzungen auf.

Das kalte Wasser der Ostmulde mit vergleichsweise hohen Salzgehalten von 34,9 bis 35,0 ‰ ist ohne Zweifel eine winterliche Bildung und entsteht zur Zeit der weit nach Süden reichenden Eisbedeckung durch Abkühlung des aus dem Westen vordringenden atlantischen Wassers. Dies geschieht vielleicht oder wahrscheinlich garnicht einmal direkt über der Ostmulde, sondern in der östlichen Westmulde und über der Mittelschwelle, bis wohin das Wasser mit diesen hohen Salzgehalten auch oberflächlich gelangt. Es wäre denkbar, dass in Jahren weit reichender Eisbedeckung Wasser mit höherem Salzgehalt bis nahe dem Gefrierpunkt abgekühlt wird und nach Osten absinkt als in extrem milden Jahren. Dann könnte sich eine Schichtung kalter Wassermassen mit verschieden hohen Salzgehalten herausbilden, deren Durchlüftungs-

zustand einen Schluss auf die seit dem Absinken verflossene Zeit gestatten würde. Es sind aber bislang keine Beobachtungen nach dieser Richtung bekannt. Da die Schicht kalten salzreichen Wassers sich bis über das Niveau der Mittelschwelle erhebt, gelangt es, wie die Beobachtungen über der Mittelschwelle und in der Westmulde zeigen, über diese Schwelle hinweg nach Westen und bildet die Ursache für die dort am Boden und

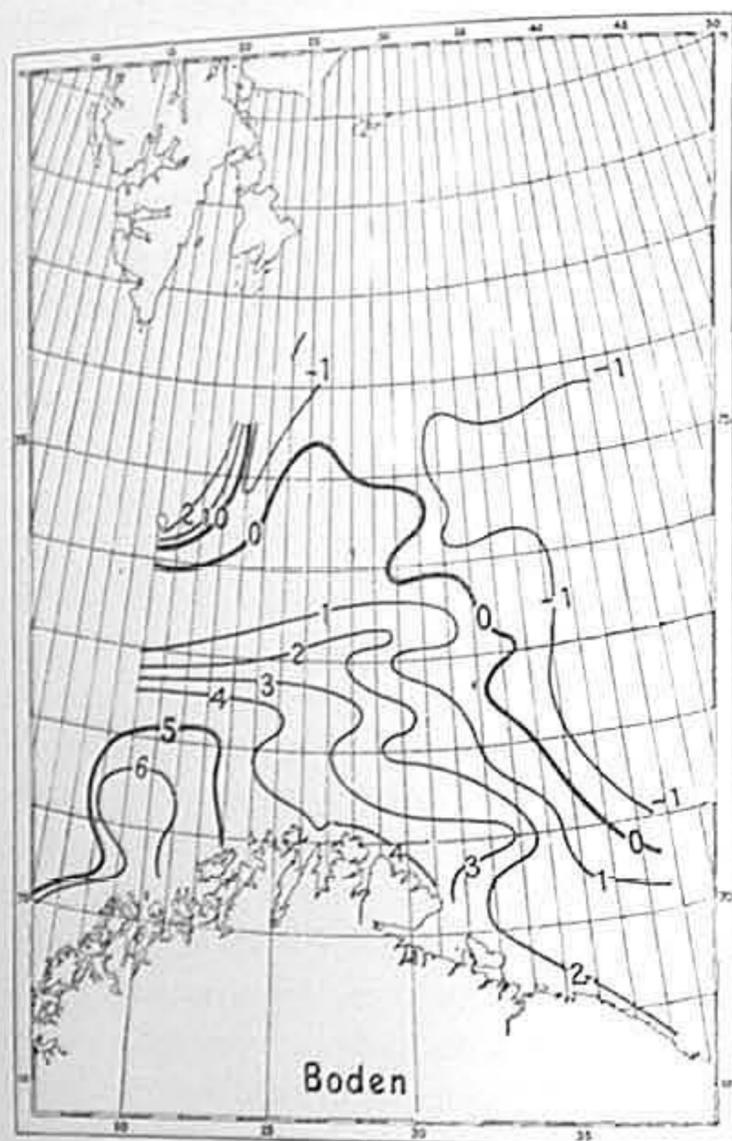


Abb. 13. Temperatur des Bodenwassers im westlichen Barentsmeere im August—September 1927.

zwischen den Armen der Nordkapströmung festgestellten niedrigen Temperaturen. Nach Westen steigen die Temperaturen, aber auch die Salzgehalte nehmen zu (vergl. Abb. 7, 8, 10, 11 sowie 13 und 14).

e. Der flache Südosten und das Weisse Meer.

In dem ausgedehnten flachen Südosten des Barentsmeeres lagert unter einer salzärmeren, sommerlich erwärmten Deckschicht winterkaltes Wasser mit Temperaturen bis $-1,8^{\circ}$ und nach Südosten, parallel

mit der Verflachung des Meeres abnehmenden Salzgehalten zwischen 35 und 34 ‰ . Die Deckschicht reicht in Nähe der Insel Kolgudjew etwa bis 75 m Tiefe und vor der Karischen Strasse nur bis etwa 25 m. Zu der im ganzen Gebiet wirksamen oberflächlichen Aussüßung durch das Schmelzwasser kommt im Südosten noch die Wirkung des Süßwasserabflusses der Petschora hinzu und in der Nähe der Zugänge zur Kara

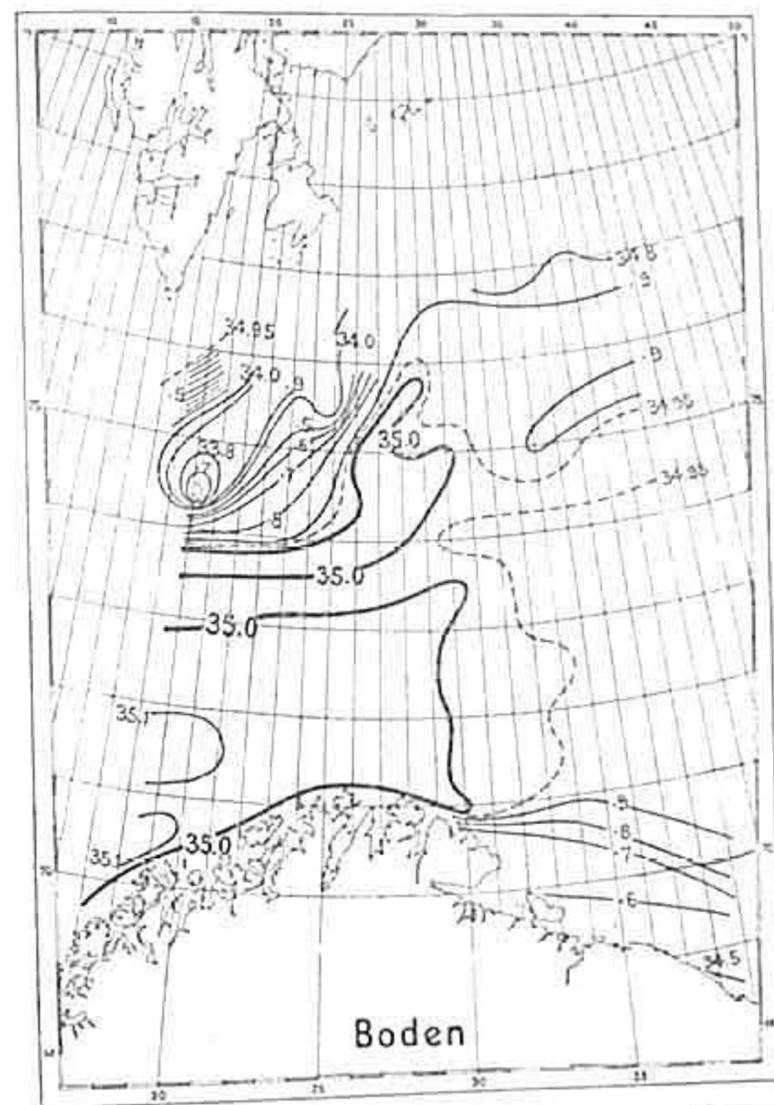


Abb. 14. Salzgehalt des Bodenwassers im westlichen Barentsmeere im August—September 1927.

See der Zufluss kalten Wassers aus der Kara See (22, 8 Tafel XXIII). Im Südwesten, vor dem Eingang zum Weissen Meere treten negative Temperaturen im Sommer nicht mehr auf. In der mit der Linie Swatoi—Kap Kanin beginnenden und nach dem Weissen Meere hin führenden südwestlichen Bucht des Barentsmeeres, der sog. Woronka, und noch mehr im Gorlo selbst, ist das Wasser infolge der Vorgänge des Wasseraustausches stark durchmischt und bis auf den Boden durchwärmt (14 a, 14 b, 31). Im Gorlo wurde im August 1922 von der Ober-

fläche bis zum Boden auf $7,5^{\circ}$ bis $8,0^{\circ}$ erwärmtes Wasser angetroffen mit geringen Salzgehaltsunterschieden. Im Weissen Meere selbst lagert unter einer 25 bis 50 m mächtigen sommerwarmen Deckschicht mit 20 bis 27‰ Salzgehalt kaltes und salzreicherer Wasser. Bis nach dem Boden hin nimmt die Temperatur bis $-1,4^{\circ}$ ab, der Salzgehalt beträgt dort $29\frac{1}{2}$ bis $30\frac{1}{2}\text{‰}$. Dieses Wasser ist gut durchlüftet, sodass es offenbar häufiger erneuert wird. Die Zufuhr frischen Wassers in die Tiefenregion des Weissen Meeres kann in anbetracht der niedrigen Oberflächen-salzgehalte nicht im Weissen Meere selbst erfolgen, sondern geschieht über die vom Barentsmeer trennende Schwelle hinweg, wenn im Winter in der Woronka Abkühlung bis auf den Gefrierpunkt erfolgt. Dieser Vorgang ist ähnlich der Erneuerung des Tiefenwassers im Bottnischen Meerbusen aus den westlicher gelegenen Gebieten mit höheren Oberflächen-salzgehalten.

f. Die Rinne zwischen Franz Josephs Land und Nowaja Semlja.

Die tiefe Ostmulde ist durch eine sich erheblich über 300 m erhebende Schwelle von der mehr als 300 m tiefen Rinne zwischen Franz Josephs Land und Nowaja Semlja abgetrennt. Ein Austausch mit dem Nordpolarbecken kann also erst oberhalb dieser Schwelle stattfinden. Wir besitzen nur wenig Beobachtungen aus diesem Gebiete. Drei Schnitte sind im August 1901 gewonnen worden (18, Tafel VI), die neueren Beobachtungen vom Institut zur Erforschung des Nordens in Leningrad sind noch nicht veröffentlicht (15). Die obere Wasserschicht wird im Sommer z. T. bis über 0° erwärmt. Von etwa 25 bis 150 m Tiefe aber herrschen niedrige Temperaturen vor von unter $-1,5^{\circ}$ und Salzgehalten von etwa $34,6\text{‰}$. In grösserer Tiefe, von etwa 250 m Tiefe ab, lagert Wasser mit höheren Temperaturen und $34,9\text{‰}$ Salzgehalt. Hier herrscht also bereits der Typus vor, der für das Nordpolarbecken charakteristisch ist. Am reinsten ist dies bei dem östlichsten der drei Schnitte der Fall, so dass also die tiefe Rinne zwischen Franz Josephs Land und Nowaja Semlja in ihrem Verlaufe überleitet zu den hydrographischen Verhältnissen des Nordpolarbeckens.

Literatur.

1. AVERINZEW, S. W. Results of Hydrological Work conducted in the Region of Cape Kanin (Barentz Sea) in connection with Fisheries. Annals and Magazine of Natural History. Ser. 9. Vol. XVII. p. 117 ff. January 1926.
2. BJELOV, F. E. u. CHALAPSKIN, N. W. Resultate der Reise nach dem 75° n. Br.

- im Mai 1924. Travaux de la Station Biologique de Murman de la Société des Naturalistes de Leningrad. Vol. I. 1925. Leningrad 1925.
3. KNIPOWITSCH, N. Expedition für wissenschaftlich-praktische Untersuchungen an der Murman-Küste. Band I. St. Petersburg 1902. (Vergl. auch 17 u. 18).
 4. BREITFUSS, L. L. Expedition für wissenschaftlich-praktische Untersuchungen an der Murman-Küste. Bericht über die Tätigkeit pro 1902. St. Petersburg 1903.
 5. BREITFUSS, L. L. dsgl. Bericht über die Tätigkeit pro 1903. St. Petersburg 1906.
 6. BREITFUSS, L. L. dsgl. Bericht über die Tätigkeit pro 1904. St. Petersburg 1908.
 7. BREITFUSS, L. L. dsgl. Bericht über die Tätigkeit pro 1905. St. Petersburg 1912.
 8. BREITFUSS, L. L. L'expédition scientifique pour l'exploration des pêcheries de la côte de Mourmane. Résumés des résultats acquis pendant l'année 1906. Petrograd 1915.
 9. BREITFUSS, L. Die Erforschung der Polargebiete Russisch-Eurasiens, See- und Landreisen während der Jahre 1912—1924. Pet. Geogr. Mitt. Erg. Heft 188. Gotha 1925.
 10. BREITFUSS, L. Die Erschliessung des eurasiatischen Nordens. Pet. Geogr. Mitt. Erg. Heft 207. Gotha 1930.
 11. DERJUGIN, K. État thermique de la mer de Barents le long du méridien de Kola 7.—10. décembre 1924. Bulletin de l'Institut Hydrologique de Russie Nr. 13. Leningrad 1925.
 12. DERJUGIN, K. M. The Barents Sea in the Region of the Kola Meridian. Scientific Technical Department of the Supreme Council of National Economy. Nr. 34. Transactions of the Northern Scientific and Economic Expedition Nr. 19. Moskau 1924.
 13. DERJUGIN, K. Vergleichende Schätzung der Resultate der hydrologischen Schnitte längs dem Kola-Meridian. Travaux de la Station Biologique de Murman etc. Vol. I. 1925. Leningrad 1925.
 14. DERJUGIN, K. Das Barentsmeer längs dem Kola-Meridian. Intern. Revue der ges. Hydrobiologie u. Hydrographie XII. 1924. Leipzig 1924. 145—174.
 - 14a. DERJUGIN, K. Fauna des Weissen Meeres und ihre Existenzbedingungen. Institut Hydrologique. Explorations des mers d'U.S.S.R. Fasc. 7—8. Leningrad 1928.
 - 14b. DERJUGIN, K. Ozeanographische Forschungen im Weissen Meere. Arktis 2. 1929. Gotha 1929. S. 101—110.
 15. GORBUNOW, G. P. u. HAKEN, N. N. Bericht über die Sowjet-Deutschen Forschungen in der Barents-See und über andere marine Arbeiten 1927. Transact. of the Instit. for Exploration of the North. Nr. 40. 1929. »Nowaja Zemlya«.
 16. KLUGE, H. Sur la température de l'eau de la mer de Barents le long du méridien de Kola. Bulletin de l'Institut Hydrologique de Russie Nr. 6. Petrograd 1923.
 17. KNIPOWITSCH, N. Hydrologische Untersuchungen im Europäischen Eismeer. Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1905. (S. auch unter 3).
 18. KNIPOWITSCH, N. Grundzüge der Hydrologie des Europäischen Eismees. Verhandlungen d. K. Russischen Gesellschaft Bd. XLII. St. Petersburg 1906.

19. MESSJAZEW, I. I. Dritte Expedition des Wissenschaftlichen Meeresinstituts (1923), in Berichte des Wissensch. Meeresinst. Bd. I. Lieferung 1. Moskau 1926.
20. MESSJAZEW, I. I. Die Verteilung des Eises im Barentsmeer im Jahre 1926. *Peł. Geogr. Mitt.* 73. Gotha 1927. S. 277.
21. MALININA, W. S. Zur Hydrographie des Barentsmeeres. Berichte des Wissenschaftlichen Meeresinstituts. Bd. IV. Lief. 2. Moskau 1929.
22. ROSSOLIMO, A. I. On the Hydrography of the Sea of Barents. Petchora Sea. Berichte d. Wissensch. Meeresinst. Bd. III. Lief. 1. Moskau 1928.
23. SPEERSCHNEIDER, C. I. H. Isforholdene i de arktiske Have. Almindelig Oversigt, Gennemsnitsgrænser. Dansk Meteorologisk Institut, Nautisk Meteorologisk Aarbog 1916. Kopenhagen 1917 (mit mittleren Eisgrenzen für 1898 bis 1913; in Nautisk Meteorologisk Aarbog ab 1925 sind mittlere Eisgrenzen für den 25jährigen Zeitraum 1898—1922 gegeben).
24. Isforholdene i de arktiske Have 1900—1929. Nautisk Meteorologisk Aarbog 1900—1929. Kopenhagen.
25. The State of Ice on the Seas of the U. S. S. R. Fasc. I—IV. The Winter 1924/25—1927/28. Hydrographic Department. Hydro-Meteorological Section. Leningrad 1926—1929.
26. RUPPIN, E. Die Hydrographie des Barentsmeeres im Sommer 1913. Wissensch. Meeresuntersuchungen. N. F. XIII. Bd. Abt. Helgoland. Kiel 1919. Vgl. auch die Karte ebenda S. 252.
27. SCHULZ, BRUNO und WULFF, ALFRED. Hydrographische und planktologische Ergebnisse der Fahrt des Fischereischutzbootes »Zieten« in das Barentsmeer im August—September 1926. Berichte der Deutschen Wiss. Komm. f. Meeresforschung. N. F. Band III. Heft 3. Berlin 1927.
28. SCHULZ, BRUNO. Bericht über die Reise von Wilhelm Brennecke (†) in das Barentsmeer im Frühsommer 1923. *Annalen der Hydrographie u. s. w.* 55. 1927. S. 186—193.
29. SCHULZ, BRUNO und WULFF, ALFRED. Hydrographie und Oberflächenplankton des westlichen Barentsmeeres im Sommer 1927. *Ber. d. Deutsch. Wiss. Komm. f. Meeresf.* N. F. Bd. IV. Heft 5. Berlin 1929.
30. SCHULZ, BRUNO. Die Barentsmeerfahrt des R. F. D. »Poseidon« im Jahre 1927. *Annalen der Hydrographie u. s. w.* 57. 1929. S. 294—303.
31. TIMONOFF, V. V. Zur Frage über das hydrologische Regime der Strasse zwischen dem Weissen und dem Barents-See. Institut hydrologique de Russie. *Explorations des mers russes.* Fasc. 1. Leningrad 1925. Ref. in *Annalen der Hydrographie u. mar. Met.* 55. 1927. S. 122—123.
32. WASNETZOW, W. A. Hydrographische Beschreibung der Tscherskaja Bai u. s. w. Berichte d. Wissensch. Meeresinstituts Bd. IV. Lief. 2. Moskau 1929.
33. WIESE, W. Polareis und atmosphärische Schwankungen. *Geografiska Annaler* 1924. Heft 3/4.
34. WIESE, W. Die Vorhersage der Eisverhältnisse im Barentsmeer. *Arktis* I. 1928. Gotha 1928. S. 81 ff.
35. WIESE, W. Eisberge an der Murmanschen Küste. *Annalen der Hydrographie* 57. 1929. S. 233.
36. WIESE, W. Isothermen des Oberflächenwassers im Barentsmeer. Institut hydrologique. *Explorations des mers d'U. S. S. R.* Nr. 9. Leningrad 1929.
37. WIESE, W. Über die Anomalien der Temperatur des Oberflächenwassers im Barentsmeer. Ebenda.

38. WIESE, W. Scientific Results of the Expedition with "Malygin" in the Barents Sea, 1928. Scientific-Technical Department of the Supreme Council of National Economy Nr. 318. *Transactions of the Inst. for the Scientific Explorations of the North.* Nr. 45. Moskau 1929.
39. WIESE, W. Conditions of Sailing to Franz Joseph Land. in *Scient. Techn. Dep. of the Supr. Coun. of Nat. Ec.* Nr. 352. *Transact. of the Inst. for the Scient. Expl. of the North.* Nr. 47. Moskau 1930.