

INTERNATIONALE REVUE DER GESAMTEN HYDROBIOLOGIE^{UND} HYDROGRAPHIE

Band I

Nr. 6, I

Dezember 1908

A. Originalaufsätze.

Die Probleme des Nordpolarbeckens.

Aufgaben und Plan einer neuen „Fram“-Expedition.¹⁾

Von

Kapitän **Roald Amundsen** (Kristiania).

Mit 8 Figuren im Text.

Inhalt: Einleitung. Probleme des Polarbeckens: seine Topographie, insbesondere die Tiefenverhältnisse. — Bodenbeschaffenheit. — Temperaturen und Salzgehalte und ihre wellenartigen Schwankungen. — Strömungen. Flutwelle. Einfluß des Windes. — Chemische und physiologische Fragen. — Meteorologie. Nordlichterscheinungen. — Bedeutung und Aussichten einer zweiten Treibfahrt mit der Polarströmung. — Die „Fram“. — Plan der neuen Expedition.

„Die wichtigste Aufgabe für die geographische Forschung in den arktischen Gegenden, welche noch ihrer Erledigung harret, ist ohne Vergleich die Erforschung der Ausdehnung, der Tiefe und des Charakters des Polarbeckens. Ein großer Teil dieser Arbeit könnte durch ein Treiben durch den unbekanntem Teil des Polarbeckens. — in gleicher Weise wie die „Fram“-Expedition 1893—1896 — nördlich von der Route der „Fram“ ausgeführt werden.“

Diese Worte äußerte Prof. Nansen in seinem Vortrag in der Geographischen Gesellschaft in London am 29. April 1907. Über diese Frage kann kaum eine Meinungsverschiedenheit herrschen. Das große Polarbecken liegt noch immer dort mit seinen vielen ungelösten Rätseln und

¹⁾ Anm.: Nach einem am 10. November 1908 vor der Geographischen Gesellschaft in Kristiania gehaltenen Vortrag.

scheint uns herauszufordern, und wir sind selbst nicht im Zweifel darüber, daß wir nicht ruhen werden, ehe alle diese Rätsel gelöst sein werden. Nansens Treiben mit der „Fram“ war epochemachend in der Geschichte der Nordpolforschungen. Klar und deutlich zeigte es uns die einzige Weise, in welcher die Erforschung des Polarbeckens geschehen könnte — so klar und deutlich, daß ich häufig, häufig erstaunt darüber gewesen bin, daß von den vielen, die später versucht haben, hineinzudringen, um das Geheimnis aufzuklären, nicht ein einziger sich diese Erfahrung nutzbar machte. Aber nicht genug hiermit. Sein Vorgehen enthüllte uns das große Unbekannte und zeigte uns die Mannigfaltigkeit der Ziele, die dort zu erreichen waren. Neben den wichtigen Erfolgen dieses großen Unternehmens — ja vielleicht selbst über den Erfolgen — stehen die Erfahrungen, welche der Leiter der Expedition erntete. Es war während seines Treibens über das Polarmeer, daß Prof. Nansen die vielen und großen Mängel erkannte, die an den bisher gebräuchlichen Observationsmethoden auf dem Gebiet der Meeresforschung hafteten. Und in den seit seiner Heimkehr 1896 verflossenen Jahren ist es ihm gelungen, wesentlich dazu beizutragen, eine Präzisionsmethodik zu schaffen, welche die Meeresforschung von dem mehr oder minder Ungefähr auf einen hohen Grad von Genauigkeit zu erheben.

Wirft man einen flüchtigen Blick auf eine Weltkarte, so wird man sofort von dem Verhältnis zwischen Land und Meer überrascht werden. Während die uns bekannte Ländermasse nur ein Viertel der Erdoberfläche ausmacht, macht das Meer die übrigen drei Viertel aus.

Um dieses Verhältnis noch deutlicher darzustellen, werde ich einige Zahlen anführen.

Die Oberfläche der Erde beträgt insgesamt 509950000 Quadratkilometer, wovon 365500000 auf die Oberfläche der Meere, 144450000 auf die Landoberfläche entfallen. Das unbekannte Gebiet um den Nordpol beträgt 5 Millionen Quadratkilometer. Die Ausdehnung des Polarmeeres ist etwa 15 Millionen Quadratkilometer, das heißt siebenmal so groß als Grönland und zwanzigmal so groß als die skandinavische Halbinsel. Die Nordsee ist eine halbe Million Quadratkilometer oder $\frac{1}{30}$ des Eismeereres. Der höchst vermessene Gebirgsgipfel ist Mount Everest — 8840 m, während die größte beobachtete Tiefe — die Nerotiefe in der Nähe der Insel Guam im Stillen Ozean — 9636 m ist.

Aus diesen Zahlengrößen wird deutlich hervorgehen, wie klein die Landmasse im Verhältnis zum Meere ist. Man muß daher erstaunen darüber, daß die Menschen nicht mehr für die Erforschung des Meeres geopfert haben, als es der Fall gewesen ist. Untersucht man das Verzeichnis über die im Laufe der Jahre veranstalteten Forschungsreisen, so wird man bald darüber ins reine kommen, daß es nur eine verschwindende Zahl derselben ist, welche die Erforschung des Meeres zum Ziel hatten. Es ist

auch bezeichnend, daß, wenn Entdeckungen genannt werden, man immer Land meinte — niemals Meer, und der Erfolg einer Expedition, die nicht Kenntniß neuer Länder brachte, sondern nur neuer Meere, schien man als negativ anzusehen. Es ist leicht erklärlich, daß es mit den früheren Expeditionen so war. Die Hoffnung auf Gewinn und Macht war die Triebkraft, und diese konnte selbstredend nur auf dem festen Lande befriedigt werden. Die Bedeutung des großen Meeres sah niemand. So gelang es, den größten Teil des Landgebietes in verhältnismäßig kurzer Zeit aufzuspüren und bekannt zu machen. Aber — mit dem Fortschreiten der Kultur entstand auch der Gedanke an die Erforschung des Meeres, als eine vielleicht ebenso große Notwendigkeit als die des Landes. Insbesondere steigerte sich das Interesse für die unbekanntes Tiefen des Meeres, als man den Telegraphenkabel über den Atlantischen Ozean legen sollte.

Und seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts sind mehrere sehr bedeutende Expeditionen dieser Art ausgesandt worden. Unter den wichtigsten sind zu nennen:

Die englische „Challenger“-Expedition 1872—1876 unter Sir Wyville Thomson und John Murray.

Die norwegische Expedition nach dem nördlichen Eismeer mit der „Vöringen“ unter den Professoren Mohn und Sars 1876—1878.

Die deutsche Tiefsee-Expedition der „Valdivia“ unter Prof. Chun 1898—1899.

Wie ich vorhin erwähnte, war die „Fram“-Expedition in verschiedenen Beziehungen von außerordentlicher Bedeutung. Wenn es indessen Nansen nicht gelang, alle Rätsel, die das Polarbecken bietet, vollständig zu lösen, so liegt die Ursache in den mangelhaften ozeanographischen Methoden der damaligen Zeit. Nach den Fortschritten, welche die Methodik später gemacht hat, wird dies sich anders gestalten. Eine Expedition mit einer Ausrüstung der jetzigen Zeit wird in das Polarbecken eindringen können mit der Aussicht, vieles von dem aufzuklären, was noch unverständlich für uns ist.

In folgendem werde ich versuchen darzulegen, welche Probleme für eine derartige Expedition vorliegen werden, ihre Bedeutung und die Weise ihrer Lösung.

Als Nansen im Jahre 1893 hinausreiste, nahm er — wie er selbst sagt — an, ein verhältnismäßig seichtes Polarmeer zu finden und war daher nicht mit Lotmaterial für größere Tiefen ausgerüstet. Es zeigte sich indessen, daß diese Annahme nicht zutraf. Anstatt des seichten Polarmeeres fand er ein Meer mit einer Tiefe bis zu 4000 m. Unter diesen Verhältnissen wurde das Loten eine sehr schwierige Sache. Die Anstrengungen, welche die Teilnehmer der „Fram“-Expedition hatten, um sich

die Lotlinien für diese großen ungeahnten Tiefen zu verschaffen, werden uns allen noch Erinnerung sein; aber sie brachten es fertig und konnten eine Anzahl sehr wichtiger Lotungen vornehmen, die uns zeigten, daß hier noch Arbeit genug vorliegt. Aber mit ihren primitiven Geräten konnten

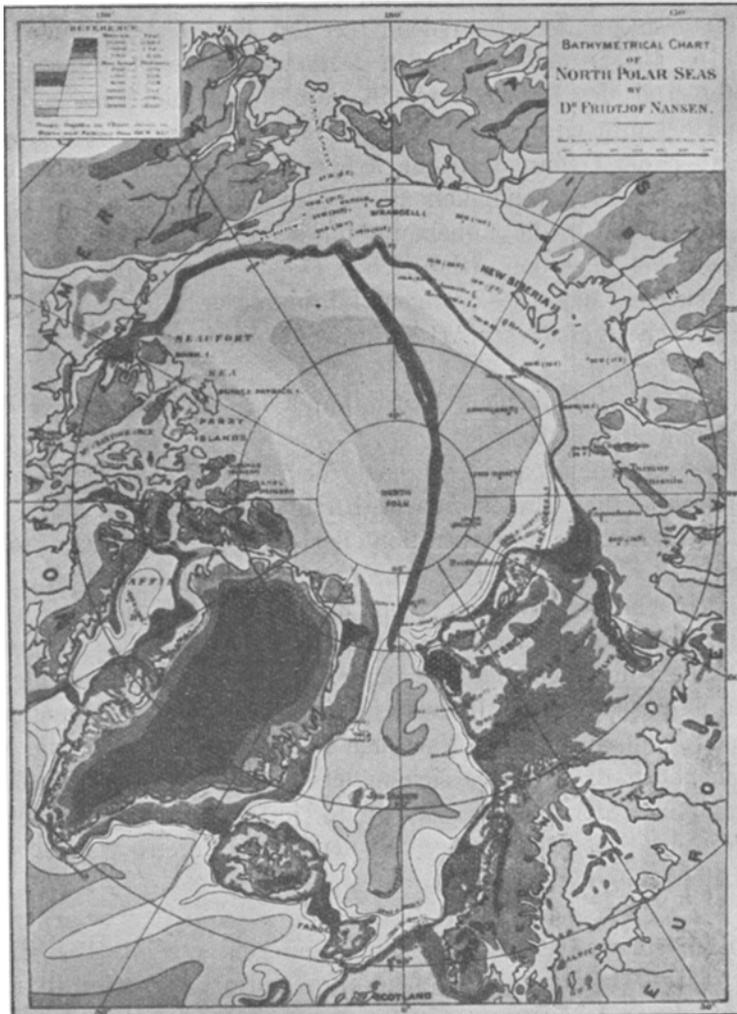


Fig. 1. Bathymetrische Karte des Nordpolarbeckens.

[Der breite schwarze Strich (Richtung: Beringstraße—Norweg. Meer) deutet den projizierten Kurs der neuen Treibfahrt an.]

sie den Forderungen nicht vollständig genügen, welche die moderne Meeresforschung stellt. Auch war die eine Linie, über welche „Fram“ trieb, nicht genügend, um das Aussehen des ganzen Meeres festzustellen. Mit Sicherheit wissen wir daher noch nichts über die Größe, die Form und die

größten Tiefen dieses tiefen Beckens. Die Methoden der Lotung im tiefen Meere sind jetzt sehr gut. Mit Hilfe von Pianosaiten und einer Winde mit Auswechslung kann man nämlich in ganz kurzer Zeit Lotungen bedeutender Tiefen vornehmen, — wo z. B. die „Fram“ — Leute tagelang mit großer Mühe daran arbeiten mußten.

In Fig. 1 haben wir eine Grundkarte des Polarmeeres und der angrenzenden Meergebiete. Die Meerestiefen sind grau getönt; die Grenzen der Kontinentalsockel (400—600 m Wassertiefe) sind schwarz hervorgehoben. Bezüglich des Polarmeeres selbst sind die einzigen sicheren Teile diejenigen, welche längs dem Kurs der „Fram“ liegen. Alles andere sind Mutmaßungen. Der tiefe Teil des Beckens wird in gleicher Weise wie im Norwegischen Meer von verhältnismäßig steilen Bodenerhöhungen begrenzt. Zwischen diesen und dem Lande sind flache Bankpartien von wechselnder Breite.

Auffallend ist der große kontinentale Sockel nördlich von Sibirien, wo diese seichten Partien eine bedeutend größere Ausdehnung haben, als an den anderen Stellen der Erde. Den kontinentalen Sockel nördlich von Amerika kennt man noch nicht.

Nansen hat nach seinen Untersuchungen mit der „Fram“ angenommen, daß zwischen Nordost-Grönland und Spitzbergen ein Rücken vorhanden ist, welcher die tiefen Teile des Norwegischen Meeres von denen des Polarmeeres trennt. Der Anfang dieses Rückens auf der Seite bei Spitzbergen ist durch Lotungen nachgewiesen worden, und die von der „Dänemark“-Expedition gemachte Entdeckung seiner Halbinsel, welche sich auf 81 Grad n. B. nach Osten erstreckt, scheint diese Annahme zu bestärken.

Diese verschiedenen topographischen Fragen: das Aussehen des kontinentalen Sockels, die Ausdehnung des Beckens selbst, seine Form, seine Tiefen und sein Übergang in die angrenzenden tiefen Meere, sind Fragen von bedeutendem Interesse. Man wird selbstredend mit einer einzelnen Expedition, in ähnlicher Weise wie die erste „Fram“ Fahrt, eine vollständige kartographische Aufnahme dieser ungeheuren Beckens nicht erreichen, selbst wenn der Treibkurs von dem der „Fram“ vollständig verschieden wird; aber schon die Beiträge, die durch eine derartige Expedition beschafft werden können, werden für die Aufklärung der Fragen von Bedeutung sein.

Es sind unter anderem von Nansen, in den letzten Jahren Apparate konstruiert worden, welche Proben vom Meeresboden herauf schaffen können in einer solchen Weise, daß nicht allein die obersten Schlick- oder Schlamm-schichten des Bodens untersucht werden können, sondern auch tiefere Schichten bis zu einigen Meter tief im Boden. Infolgedessen kann man die verschiedenen Schichten der Ablagerungen sehen, teils Tier- und Pflanzenreste, teils feinen Sand oder anderes organisches Material. An den meisten Stellen findet man verschiedene derartige Schichten über einander, und

diese können dann erzählen von der Geschichte langer Zeiten in ähnlicher Weise wie die geologische Formation mit ihren Versteinerungen auf dem Landgebiet. Man hat derartige Schichteneinteilungen des Bodensatzmaterials in den letzten Jahren an vielen Stellen gefunden — in den tieferen Teilen der Nordsee, des Skagerak, des Atlantischen Ozeans und der Südsee. Sie können uns erzählen von großem Wechsel, welcher in den Meerbecken stattgefunden hat, von großen Veränderungen in der Temperatur des Meerwassers und vieles andere. Gerade für ein Meer wie das Polarmeer werden derartige Forschungen von größten Interesse sein. Es liegt nahe, daran zu denken, was die Geologen bezüglich der wechselnden klimatischen Verhältnisse in Sibirien, Grönland, auf der skandinavischen Halbinsel und an vielen anderen Stellen gefunden haben. Die früheren Expeditionen haben nicht die erforderlichen Apparate für derartige Untersuchungen gehabt, aber jetzt hat man sie, und es gilt nur, sie zu benutzen.

Ich habe versucht, in Kürze einige Probleme darzulegen, deren Erforschung, soweit es den Boden des Polarbeckens selbst betrifft, von Interesse wäre. Von noch größerer Wichtigkeit würde es sein, die ungeheuren Wassermassen, welche dieses Becken füllen, mit den jetzt zugänglichen guten Hilfsmitteln zu untersuchen.

Mit den neuerdings konstruierten Kippthermometern kann man jetzt die Temperatur überall im Meer und in allen Tiefen mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{100}^{\circ}$ C bestimmen. Mit einer so großen Genauigkeit sind z. B. die neuesten Untersuchungen im Norwegischen Meer gemacht. Dort hat man unter anderem gefunden, daß die Temperatur in der Schichte zwischen 1000 und 1500 m Tiefe zwischen $+1$ und $+1,3^{\circ}$ C ist. In den tiefsten Schichten ist sie gleichartig und ganz konstant. Im Bodenwasser des Polarmeres fand Nansen eine etwas höhere Temperatur, etwa $+0,9^{\circ}$ C. Dies war einer der Umstände, welche ihn dazu brachten, die Hypothese über einen Rücken zwischen Grönland und Spitzbergen aufzustellen. Weiter scheinen seine Observationen darauf hinzudeuten, daß die Temperaturen in den größten Tiefen abwärts nach dem Boden zu etwas höher wurden. Wenn zwischen Spitzbergen und Grönland nicht ein solcher Rücken wäre, wie von Nansen angenommen, so würde der Unterschied in der Temperatur zwischen dem Bodenwasser im Norwegischen Meer und im Polarbecken als eine Wirkung der Erdwärme erklärt werden können, aber da — nach den Feststellungen — die Salzgehalte im Polarbecken höher sind, als im Norwegischen Meer, so scheint es nicht die gleiche Art Bodenwasser zu sein; — und das deutet wieder darauf hin, daß ein Rücken vorhanden sein muß.

Diese Fragen stehen noch offen, aber sie werden jetzt entschieden werden können, nachdem die Instrumente einen so hohen Grad von Genauigkeit erreicht haben.

Die Temperaturmessungen im Verein mit der Bestimmung des Salzgehalts sind das wichtigste Mittel zur Bestimmung der Mächtigkeit und des Ursprungs der verschiedenen Wasserschichten. Die Bestimmungen des Salzgehaltes lassen sich jetzt mit sehr großer Genauigkeit für Wasser aus jeder beliebigen Tiefe ausführen.

In Fig. 2 sehen wir ein Paar der modernen Apparate zum Heraufholen von Wasser, die im Laufe der letzten Jahre konstruiert worden sind. Sie schaffen absolut zuverlässige Wasserproben aus allen möglichen Tiefen herauf, und sie arbeiten sicher und leicht. Die Bestimmung des Salzgehalts von Wasserproben kann jetzt mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{100}$ pro mille gemacht werden. Früher mußte man sich mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{10}$ pro mille begnügen oder häufig kaum dies. Die Variationen in den Salzgehalten des Polarmeeres von einigen Hundert Metern unter der Oberfläche bis zum Boden sind sehr klein und geringer als die Ungenauigkeiten in den Bestimmungen nach den älteren Methoden. Aber selbst wenn sie klein sind, so sind sie doch von entschiedener Bedeutung, um den verschiedenen Ursprung der einzelnen Wasserschichten zu verstehen.

In Fig. 3 sehen wir einen Querschnitt von den Neusibirischen Inseln durch das Polarmeer in der Richtung nach Spitzbergen und ins Norwegische Meer hinein. Derselbe ist nach Nansen's Forschungen gezeichnet. Rechts sieht man die flachen seichten Bankpartien, welche beim Rücken des Polarmeeres abschließen. Links hat man das tiefe Polarbecken. Zu oberst in der Oberfläche ist Wasser mit geringen Salzgehalten und mit Temperaturen zwischen 0° und $+1,9^{\circ}$ C. Dieses bildet den eigentlichen Polarstrom — mit dem die „Fram“ trieb. Derselbe hat im Wesentlichen seinen Ursprung in dem Niederschlagwasser aus Asien. Diese Wasserschichte ist etwa 200 m mächtig. Unter ihr kommt eine andere wärmere Schichte. Die Maximumtemperatur dieser Schichte nimmt von Spitzbergen nach den Neusibirischen Inseln hin gleichmäßig ab. Diese Schichte erstreckt sich von 200 m bis 800 m in die Tiefe. Dann kommt schließlich — zu unterst — die mächtige kalte Bodenwasserschichte. Diese

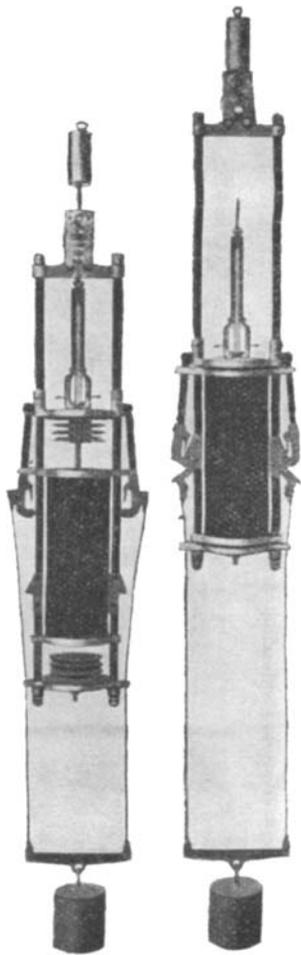


Fig. 2. Pettersson-Nansen's isolierender Wasserschöpfer (links offen, rechts geschlossen).

drei verschiedenen Wasserschichten bilden mindestens ebenso viele verschiedene Stromsysteme. Aberum ein volles Verständnis derselben zu erlangen, sind eingehende Untersuchungen mit anderen neusten Instrumenten erforderlich.

Ehe wir weiter gehen, will ich mit ein paar Worten einige merkwürdige Beobachtungen berühren, die bei der „Fram“-Expedition im Polarmeer und den „Michael Sars“-Fahrten im Norwegischen Meer gemacht worden sind. Es hat sich gezeigt, daß der Salzgehalt und die Temperatur in einer bestimmten Tiefe im Laufe ganz kurzer Zeit variieren können. Der Salzgehalt und die Temperatur, welche in einem Augenblick z. B. in einer Tiefe von 20 m gefunden wurden, waren kurze Zeit darauf in 15 m. Im Norwegischen Meer hat es sich ferner gezeigt, daß man auf einer Station genau dieselben Verhältnisse in einer oder der andern Tiefe finden kann, wie sie auf den Nebestationen — zu beiden Seiten — in ganz anderen Tiefen gefunden werden. Der Unterschied in der Tiefe kann 50 m oder vielleicht 200 m sein. Diese Phänomene können möglicherweise auf zweierlei Art ihre Erklärung finden. Zum Teil sind diese anscheinenden Unregelmäßigkeiten oder Abwechslungen in den Tiefen der Schichten auf unterseeische oder intermediäre Wellen

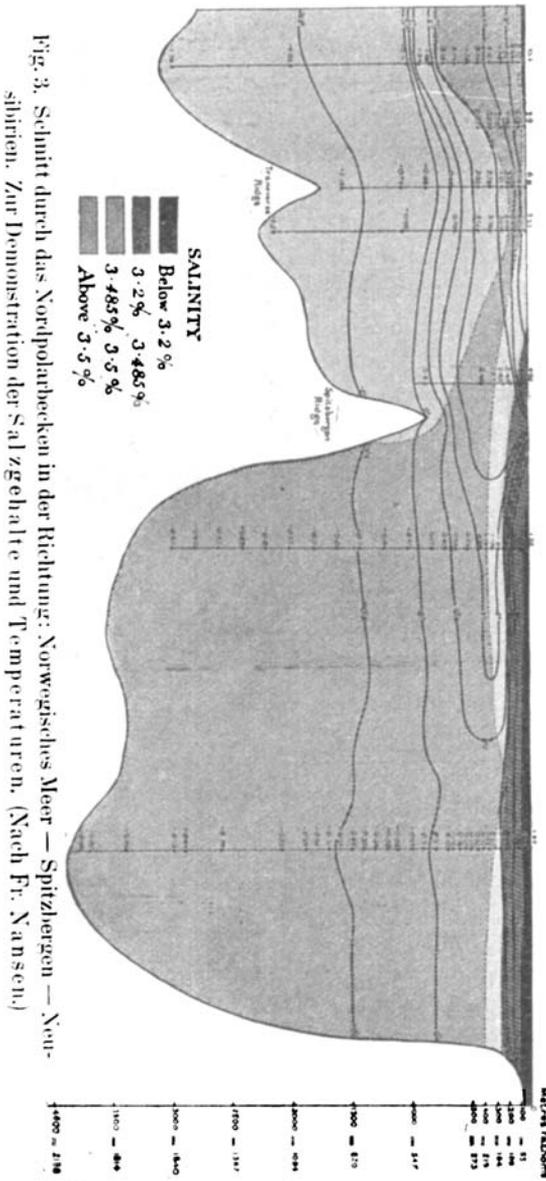


Fig. 3. Schnitt durch das Nordpolarmeer in der Richtung: Norwegisches Meer — Spitzbergen — Neusibirien. Zur Demonstration der Salzgehalte und Temperaturen. (Nach Fr. Nansen.)

zurückzuführen, welche auf der Grenze zwischen zwei Wasserschichten vorkommen und viel größere Dimensionen annehmen können als die Wellen, welche wir von der Oberfläche des Meeres auf der Grenze zwischen dem Wasser

und der Luft kennen -- und zum Teil können sie herrühren von Wirbelbewegungen auf der Grenze zwischen zwei Wassermassen, die sich mit ungleicher Geschwindigkeit oder in verschiedenen Richtungen bewegen. Diese letztere Erklärung wird wahrscheinlich die richtige für die großen Unregelmäßigkeiten sein. Bewegungen dieser Art kommen sicherlich stets im Meere vor und spielen eine sehr große Rolle. Sie werden vom Eise im Polar-meere leichter studiert werden können als von irgend einer anderen Stelle aus, sowohl weil man dort einen festen Punkt für die Observationen erhalten kann, als auch weil die ausgeprägte Schichtenteilung der Wassermassen es leicht macht, alle Variationen auf dem Übergang zwischen den Schichten zu verfolgen.

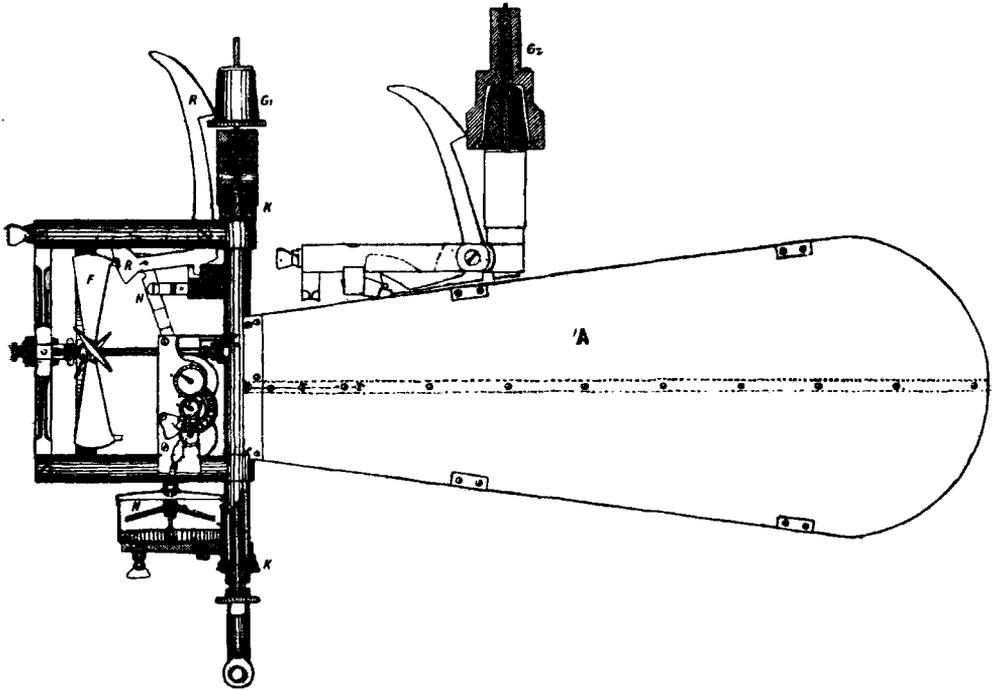


Fig. 4. Ekman's registrierender Propeller-Strommesser.¹⁾

Die Strömungen in den tiefen Meeren sind niemals durch direkte Bestimmungen untersucht worden. Die Ursache hierzu war teils, daß man früher keine gute und genügend genaue Strommesser hatte, aber insbesondere, daß man in den Meeren im allgemeinen keinen festen Punkt erhalten kann, um von demselben aus Observationen vorzunehmen. Ein Fahrzeug im offenen Meer wird nämlich in der Regel so viele zufällige Bewegungen haben, daß ein Strommesser in hohem Grade davon be-

¹⁾ Anmerk. der Red. Über diesen und die übrigen abgebildeten oder erwähnten Apparate soll in einer der nächsten Nummern ein zusammenfassender Bericht erscheinen.

einflußt wird und daher nicht die eigenen Bewegungen des Wassers allein angeben wird. Im Polarmeer werden die Schwierigkeiten weit geringer sein. Das Eis ist selbstredend keiner Wellenbewegung ausgesetzt und sein langsames Treiben ist längere Zeit hindurch gleichmäßig und wird daher leicht einigermaßen genau bestimmt werden können, z. B. mit Hilfe von Strommessern, welche so weit in die Tiefe gesenkt werden, daß sie in die verhältnismäßig ruhige Schichte des Bodenwassers kommen. Die Strommesser (Fig. 5) werden in dieser Weise als Log benutzt werden können. Von einer solchen Eisscholle, deren Bewegung festgestellt wird, kann man dann die Strömungen in den verschiedenen Tiefen messen und die wirklichen Bewegungen der Wasserschichten bestimmen. Von den Strommessern, die in den letzten 4—5 Jahren konstruiert worden sind, will ich nur erwähnen Nansens's Pendelstrommesser und Ekman's Propeller-Strommesser. Beide sind bei dem internationalen Zentrallaboratorium für die Meeresforschung in Kristiania konstruiert worden.

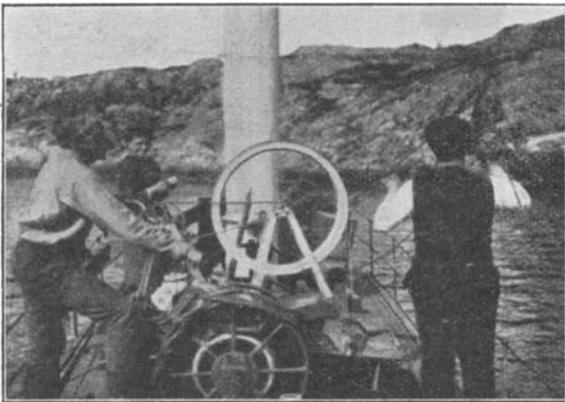


Fig. 5. Eine Lotmaschine nach dem Fahrrad-Prinzip.

Der erstere ist vorzüglich geeignet, um die Geschwindigkeit und die Richtung der Grundströmungen zu bestimmen, selbst wenn sie schwach sind. Der letztere ist in der letzten Zeit vielfach benutzt worden, um die Strömungen intermediär und in den höheren Wasserschichten an Stellen zu messen, wo die Tiefe bis zum Boden

500 bis 600 m betrug. An tieferen Stellen sind noch keine zuverlässigen Strommessungen ausgeführt worden, gerade infolge der Schwierigkeiten, einen zuverlässigen Observationspunkt in einem offenen Meer zu erhalten.

Diese Strommessungen der letzten Jahre haben eine Reihe Resultate von großem Interesse ergeben. Ich werde einige derselben erwähnen, hauptsächlich als Beispiel der Probleme, welche zur Lösung vorliegen, wenn von den Bewegungen im Meere die Rede ist. In Fig. 6 sehen wir eine Kurve, welche die Geschwindigkeiten wiedergibt, die im vergangenen Sommer bei einigen Untersuchungen in einem der Fjorde bei Bergen gemessen wurden. In einer Tiefe von 1 m unter der Oberfläche wurden viele Stunden hindurch ununterbrochen Strommessungen vorgenommen; es verliefen nur wenige Minuten zwischen jeder Observation. Die bei dieser Gelegenheit vermessenen Geschwindigkeiten sind auf der Zeichnung so dargestellt, daß

die Geschwindigkeiten nach dem vertikalen Maßstab gefunden werden können, während der horizontale die Zeit der Observation angibt. Es ist auffallend, wie unregelmäßig die Kurve ist. Sie geht unaufhörlich auf und ab in starken Schwingungen. In einem Augenblick war die Geschwindigkeit z. B. 30 cm in der Sekunde, einige Minuten später 45 cm und wieder einige Minuten später 25 cm. Die Strömung wechselt also unaufhörlich mit ganz kurzen Zwischenräumen. Was die Ursachen hierzu sein können, ist noch nicht aufgeklärt worden, aber für das Verständnis dessen, was das Meer ist, ist es augenscheinlich von größtem Interesse, hierüber ins Reine zu kommen. Und derartige Fragen werden vom Treibeis im Polarmeer

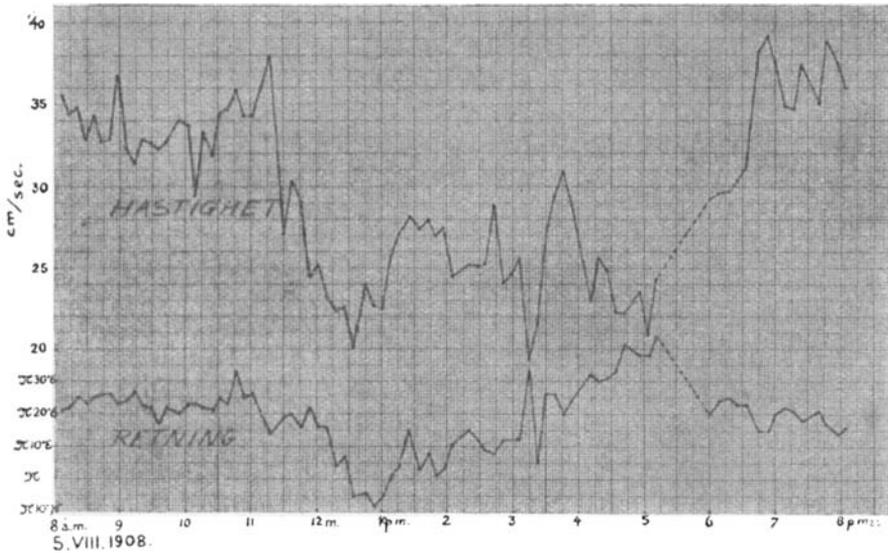


Fig. 6. Strömungskurven: Geschwindigkeit [obere] und Richtung [untere Kurve] vom Nyfjord bei Bergen, in 1 m Tiefe.

aus eingehend studiert werden können. Durch Massenmaterial von Strommessungen werden die allgemeinen Bewegungen in den verschiedenen Tiefen des Polarmeeres festgestellt werden können.

Es liegen auch einige Probleme vor, die eine eingehendere Erwähnung verdienen. Von diesen nenne ich in erster Linie die Phänomene der Flutwelle, welche in ihrer sichtbaren Wirkung durch das Steigen und Sinken des Meeres so wohlbekannt sind, die aber mit Bezug auf viele wichtige Verhältnisse noch unaufgeklärt sind. Die Flut wird bekanntlich durch die Anziehungskraft des Mondes und der Sonne auf die Wassermassen bewirkt. Wie eine große Welle wird die Flut sich über das Meer fortpflanzen, und diese Flutwelle wird Gezeitenströmungen verursachen. Die Gezeitenströmungen sind in den Küstenfahrwassern studiert worden, aber über dieselben in den tiefen Meergebieten, wo sie nicht mit genügender Sicherheit

beobachtet worden sind, weiß man noch nichts. Es ist zweifelhaft gewesen, ob in einem tiefen Meer Gezeitenströmungen bestehen, die stark genug sind, um selbst mit feinzeichnenden Instrumenten beobachtet werden zu können, aber die Erfahrungen mit der „Fram“, wo mit den Gezeiten regelmäßige Eispressungen hervorgerufen wurden, deuten darauf hin, daß es der Fall sein wird. Die vorliegenden Beobachtungen sind indessen zu wenige, umdanach auf ein Vorrücken der Flutwelle schließen zu können. Bei dem Treiben der „Fram“ mit dem Strome fand Nansen, daß die Eispressungen mit regelmäßigen Zwischenräumen auftraten. Zuweilen traten

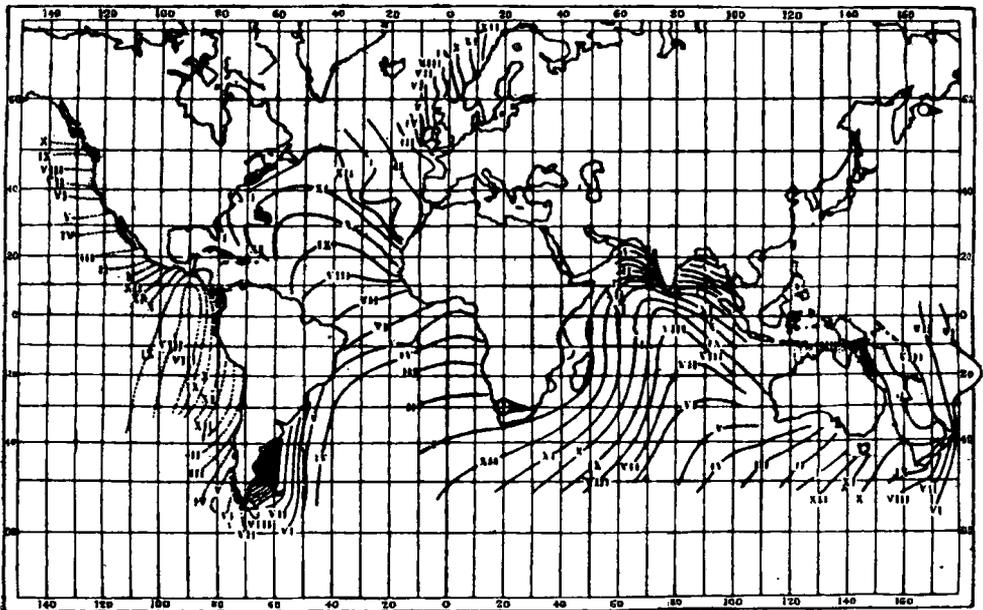


Fig. 7. Das Fortschreiten der Gezeitenwelle.

sie zweimal im Laufe von 24 Stunden auf, zuweilen nur einmal. Es hat den Anschein, als wenn diese Eispressungen mit den Gezeiten in Verbindung stehen. Eine nähere Erforschung dieser Frage hat ein besonderes Interesse — einmal um Gewissheit darüber zu erhalten, ob in einem tiefen Meergebiet wesentliche Gezeitenströmungen bestehen — etwas, dessen Feststellung von praktischer Bedeutung für die Schifffahrt sein kann und ferner, weil man nach Helland-Hansen's Untersuchungen die Hoffnung hegen kann, das Vorrücken der Flutwelle mit Hilfe von Strommessungen zu bestimmen. In Fig. 7 sehen wir das Vorrücken der Flutwelle längs den Küsten der Südsee, des Indischen Ozeans. In der Südsee folgt die Flutwelle dem Monde; sie ist dort unbehindert von Land, weil das Meer zirkumpolar ist. Indem die Welle die südliche Öffnung des Atlantischen

Ozeans passiert, fließt sie dort hinein und verpflanzt sich nordwärts ganz bis zu den nordeuropäischen Küsten. Im Atlantischen Ozean selbst werden allerdings der Mond und die Sonne eine entsprechende Welle von Osten nach Westen hervorbringen; aber Europa und Afrika auf der einen Seite und Amerika auf der anderen Seite werden verhindern, daß die Welle eine solche Größe und Entwicklung erreichen kann, wie in einem zirkumpolaren Meer. Man ist daher der Meinung, daß ein wesentlicher Teil des Wasserstandwechsels in Nordeuropa von der Welle herrührt, die in der Südsee entwickelt ist, während ein geringerer Teil auf die Wirkung des Mondes und der Sonne auf die eigenen Wassermassen des Atlantischen Ozeans und des Norwegischen Meeres zurückzuführen ist. Aber wie steht es nun hiermit im Polarmeer? Wenn es ganz zirkumpolar ist, ohne von unbekanntem Ländermassen in der Nähe des Poles gestört zu werden, wird sich dort wahrscheinlich eine ähnliche Flutwelle entwickeln, wie man eine solche in der Sidssee als vorhanden annimmt. Diese Welle wird Hebungen und Senkungen des Wasserstandes hervorrufen und wahrscheinlich Strömungen verursachen. Es kann wohl angenommen werden, daß diese Fragen mit Hilfe von Strommessungen beleuchtet werden können. Dadurch würde viel für die Kenntnis der Gezeiten im allgemeinen erreicht werden.

Das andere Problem, welches ich besonders hervorheben möchte, ist die Frage über die Bedeutung des Windes für die Strömungen im Meere. Im offenen Meer wird der Wind leicht Wellen hervorbringen; dadurch erhält er eine Angriffsfläche, gegen die er schiebt und eine häufig starke Oberflächenströmung hervorbringt. Die Wirkung verpflanzt sich weiter abwärts; aber die Stärke und die Art dieser Wirkung des Windes ist eine in der Ozeanographie vielfach umstrittene Frage. Während einzelne Forscher der Meinung sind, daß der Wind so große Wirkungen hat, daß die großen allgemeinen Meeresströmungen selbst in bedeutenden Tiefen von dem durchschnittlichen Wind längs der Oberfläche des Meeres herrühren, meinen andere, daß der Wind in der Regel nichts oder wenig mit solchen großen Strömungen zu tun hat, sondern daß er nur mehr oder minder vorübergehende Verschiebungen der allerobersten Wasserschichten hervorruft. Es ist äußerst schwierig, um nicht zu sagen unmöglich, die Windströmungen im offenen Meer zu beobachten; der Wind wird nämlich dem Fahrzeug so große Eigenbewegungen geben, daß es noch schwieriger als sonst wird, den festen Observationspunkt zu schaffen, welcher zu jeder Strommessung erforderlich ist. Aber in dieser Beziehung bietet das Polarmeer besonders günstige Bedingungen. Unter keinerlei Windverhältnissen entstehen die Wellen. Das Eis liegt und beschützt die Wassermassen; aber das Eis selbst wird vom Winde mit größerer oder geringerer Geschwindigkeit getrieben. Dieses Treiben kann durch die modernen Methoden

gemessen werden, und man kann das Verhältnis zwischen der Stärke des Windes und den Bewegungen des Eises studieren. Ein besonders interessantes Resultat der ersten „Fram“-Fahrt war, daß Nansen fand, daß das Eis 30 bis 35° nach rechts von der durchschnittlichen Windrichtung fortgetrieben wurde. Dieses Abbiegen schrieb er der Erdrotation zu und zog daraus weiter die Schlußfolgerung, daß, wenn das Eis ein derartiges Abbiegen im Verhältnis zu den Strömungen in der Luft erhielt, so seinerseits das Eis eine Strömung in der darunterliegenden Wasserschicht hervorbringen müßte, welche infolge derselben Erdrotation nach mehr abgebogen wird. Und so, meint er, muß es weiter abwärts im offenen Meer sich fortsetzen; — in irgend einer Tiefe ist die Windströmung so viel abgebogen werden, daß sie gerade in entgegengesetzter Richtung geht, wie die Windrichtung, durch welche sie hervorgerufen wurde. Dr. Eckman hat die Frage theoretisch untersucht und hat Nansens Schlußfolgerungen bestätigt. Hiergegen haben die Professoren Mohn und Schiötz vor kurzem theoretische Einwendungen erhoben. Es liegen indessen keine direkten Observationen über die Größe der Windströmungen und über ihre Verpflanzung abwärts von der einen Wasserschicht auf die andere vor. Nansen hatte keine Gelegenheit, diese Ströme zu messen, da die Methoden damals nicht genügend entwickelt waren. Aber jetzt kann es geschehen, und es wird möglich sein, die Wirkung des Windes auf das Meer von den Eismassen des Polarmeeres aus besser als an einer anderen Stelle zu studieren.

Ehe ich die Besprechung der Probleme abschließe, welche sich zur Lösung im Polarmeer für eine Expedition darbieten, die mit den besten wissenschaftlichen Hilfsmitteln der Gegenwart ausgerüstet ist, will ich noch einige wichtige Punkte erwähnen. Es ist Ihnen allen bekannt, daß das Meer verschiedene Mengen aufgelöster Gasarten enthält. Ein Studium dieser aufgelösten Gasarten im Meerwasser gibt viel Arbeitsstoff, aber ich werde mich hier nur auf eine einzelne Sache beschränken. Bekanntlich gebrauchen alle Tiere Sauerstoff, um leben zu können; beim Atmen wird der Sauerstoff verbraucht und Kohlensäure ausgeschieden. Das gleiche ist der Fall mit den Pflanzen im Dunkeln. Im Licht dagegen ist es entgegengesetzt: dort verbrauchen die Pflanzen Kohlensäure und produzieren Sauerstoff. Mit bezug auf das Meerwasser sind verschiedene interessante Beobachtungen über die Wechselwirkung zwischen Tieren und Pflanzen, zwischen Hell und Dunkel gemacht worden. Das Polarmeer bietet für ein Studium dieser Fragen sehr günstige Bedingungen — der Sommer ein langer heller Tag und der Winter eine gleich lange dunkle Nacht. Es würde äußerst interessant sein, diese Wechselwirkung unter so charakteristischen Verhältnissen zu studieren. Als Hilfsmittel für diese Studien hat man jetzt Apparate, mit denen die Lichtstärke in den verschiedenen Tiefen des Wassers unter dem Eise sowohl als im offenen Fahr-

wasser gemessen werden kann. Und die Menge der kleinen Pflanzen und Tiere, die sich im Meer befinden, kann ebenfalls gemessen werden. Damit kann eine der wichtigsten Fragen der Physiologie des Meeres und der Kreislauf der Organismen eingehend studiert werden.

Außer den hier besprochenen ozeanographischen Aufgaben, deren Lösung meine in Aussicht genommene Expedition sich als Hauptzwecke stellen wird, gibt es noch eine Menge anderer Fragen, von fast ebenso großer Wichtigkeit. In naher Verbindung mit den ozeanographischen Observationen stehen die meteorologischen. Allerdings wurde bei Nansens Treiben mit der „Fram“ ein eingehendes Studium der meteorologischen Phänomene gemacht; aber das hindert nicht, daß eine neue Reihe von großer Bedeutung sein wird. Ich meine nicht, daß ich neuen merkwürdigen, bis jetzt ungekannten Phänomenen begegnen werde, dazu sind die meteorologischen Verhältnisse über dem Polarbecken wahrscheinlich zu gleichartig; aber schon als Kontrolle und Vergleichung mit den früher gemachten werden sie von großem Interesse sein. Ich beabsichtige daher eine vollständige meteorologische Ausrüstung von den neuesten Instrumenten mitzunehmen. Von geringerer Bedeutung, aber doch von Interesse, werden die Untersuchungen der erdmagnetischen Verhältnisse sein — von geringerer Bedeutung, weil das bewegliche Treibeis nur eine schlechte Grundlage für Observationen bietet, welche einen so hohen Grad von Genauigkeit erfordern, wie die magnetischen, aber doch von Interesse, als ein Supplement der auf der ersten „Fram“-Expedition von Kapitän S. Hansen ausgeführten magnetischen Beobachtungen.

In Verbindung mit den magnetischen Observationen werden die Nordlichtbeobachtungen großes Interesse haben. Wir kennen ja alle die prachtvollen Nordlichter dort oben in der tiefsten düsteren Polarnacht aus Nansens vorzüglicher Beschreibung — wir kennen sie alle, diese seltsamen, flammenden, jagenden Bewegungen über das Himmelsgewölbe hin in einer stillen Winternacht — wir kennen sie alle so gut und haben dieses rätselhafte Schauspiel so häufig bewundert. Es zweifelt wohl niemand daran, daß hier eine merkwürdige Kraft als Ursache vorhanden sein muß, eine Kraft, die uns Menschen nicht Ruhe läßt, ehe wir sie gefunden, gebunden und uns zu Nutzen gemacht haben.

Und die Polargegenden sind gerade der rechte Ort für das Studium dieser Phänomene, die hier häufiger und prächvoller vorkommen, als an irgend einer anderen Stelle. Bekanntlich haben die Professoren Birkeland und Störmer außerordentlich wichtige Untersuchungen auf diesem Gebiet vorgenommen, welche eine Lösung dieser schwierigen Probleme zu versprechen scheinen, aber durch Untersuchungen, welche eine so lange Zeit hindurch fortgesetzt werden, dürften sicher wertvollere Beiträge zum Studium derselben erreicht werden.

Ich habe jetzt versucht, einige der Probleme darzulegen, an denen die Polargegenden so reich sind. Ich habe indessen nur eine Auswahl getroffen, indem ich vorwiegend das Polarbecken vor Augen gehabt habe. Es ist besonders die Erforschung dieses letzteren — dem Kern der Polargegend — an die wir jetzt alle unsere Kraft setzen müssen. Es gibt viele Menschen, welche glauben, daß eine Polarexpedition nur unnützer Verlust an Geld und Leben ist. Mit dem Begriff Polarexpedition verbinden sie in der Regel einen Gedanken an einen Rekord, zum Polpunkt oder am weitesten gegen Norden zu kommen, — und in diesem Falle muß ich mich einig mit ihnen erklären. Aber ich will auf das bestimmteste erklären, daß diese — der Sturmlauf gegen den Pol — nicht das Ziel dieser Expedition sein wird. Der Hauptzweck ist ein wissenschaftliches Studium des Polarmeeres selbst oder genauer eine Untersuchung der Bodenverhältnisse und der ozeanographischen Verhältnisse dieses großen Beckens. Eine Arbeit mit diesem Ziel vor Augen wird nach meiner Meinung aus verschiedenen Gründen von der größten wissenschaftlichen Bedeutung werden können.

Erstens wird es ja sein großes Interesse in geographischer Beziehung haben, die Verhältnisse in jenen unbekanntem Gegenden in der Nähe eines der Polpunkte der Erde näher kennen zu lernen. Und zweitens wird es von Wichtigkeit sein, diese nördlichen Fahrwasser in ihrem Verhältnis zu den angrenzenden Meeresgebieten zu kennen, z. B. die Wechselwirkung zwischen dem Atlantischen Ozean oder dem Norwegischen Meer und dem Polarmeer. Es besteht eine stete Wechselwirkung zwischen diesen Meeresgebieten, welche man nicht eher vollständig verstehen kann, ehe jedes derselben erforscht worden ist.

Und dann schließlich — und dieses ist der Punkt, welcher schwerer als alles andere ins Gewicht fallen wird zum Vorteil einer Expedition nach jenen Gegenden: Das Polarmeer bietet in wesentlichen Beziehungen eine weit günstigere Arbeitsgelegenheit zum Studium der allgemeinen Verhältnisse im Meer als irgend ein anderer Ort. Es sind die eigentümlichen Verhältnisse dort oben, welche dies mit sich bringen — ein 4000 m tiefes, ja vielleicht noch tieferes Meer, auf dessen Oberfläche man sich fast wie auf festem Lande bewegen kann. Man kann auf dem Eise leben und bauen, man kann von dort alle seine Instrumente ins Meer hinuntersenken und die größten Tiefen erreichen ohne alle die Schwierigkeiten, mit denen man in Unwetter und bei hoher See auf dem offenen Meer zu kämpfen hat. Einen idealeren Platz für Meeresforschungen gibt es nicht. — Ich wünsche recht sehr, daß es mir gelungen sein möge, meinen Lesern meine Anschauungen so darzulegen, daß ich nicht der einzige bin, der eine neue Fahrt über das Polarmeer erforderlich findet. Ich werde jetzt in aller

Kürze andeuten, in welcher Weise ich mir gedacht habe, das Polarbecken zu erforschen.

Die Weise ist nicht neu, wir kennen sie alle von früher her. Ich bin darauf bedacht, das gleiche Verfahren zu benutzen, wie Prof. Nansen mit der „Fram“, aber wohl zu beachten: in Verbindung mit den vorzüglichen Erfahrungen, die er mir zur Verfügung gestellt hat. Ich kann mir eine Wiederholung aller der Beweise, die Prof. Nansens Theorie bezüglich der Polarströmung zugrunde lagen, ersparen. Sie sind uns alle wohlbekannt. Wir haben jetzt einen Beweis, welcher weit sicherer und besser ist, als alle diese kleinen — anscheinend unbedeutenden Dinge, welche Nansen

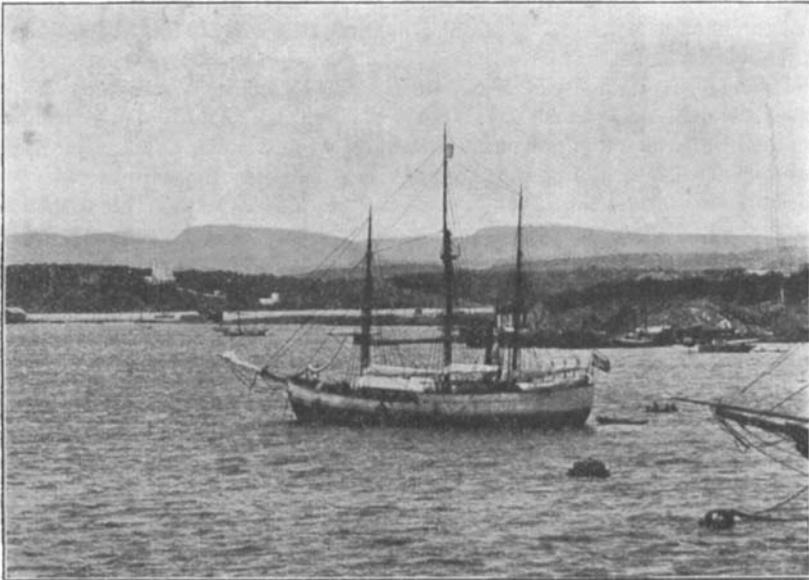


Fig. 8. Die „Fram“.

mit großer Mühe und Arbeit aus den verschiedenen Gegenden des Polar-meeres geholt hat, und aus denen er seine geniale Theorie bezüglich der Polarströmung hergeleitet hat, und worauf er seine glänzende Tat ausführte — ich wiederhole, wir haben einen weit sicheren Beweis — wir haben Nansen selbst. Indem ich mich auf seine Erfahrungen stütze, habe ich mich entschlossen, meinen Ausgangspunkt weit entfernt von der Stelle zu nehmen, wo Nansen sich genötigt sah, sein Treiben mit der „Fram“ zu beginnen.

Fig. 8 zeigt das Fahrzeug, welches ich den norwegischen Staat bitten werde, mir zu meiner in Aussicht genommenen Forschungsreise zu leihen. „Fram“ wurde in den Jahren 1890 bis 1893 auf Colin Archers Werft in Laurving gebaut und zwar derart, daß es nicht allein den gewaltigen Eis-

pressungen widerstand, denen es ausgesetzt war, sondern sogar ohne eine einzige Schramme zurückkehrte nach seinem langen ernsten Kampf mit den gewaltigen Eismassen. Es ist erzählt worden, „Fram“ wäre in den langen Jahren, die seitdem verflossen sind, verfault und zu weiterer Arbeit im Polarmeer unbrauchbar geworden. Daß dies nicht der Fall ist, kann ich persönlich bezeugen, indem ich nämlich das Schiff im verflossenen Juni in Horten einer sehr sorgfältigen Besichtigung unterzog. Colin Archer, „Frams“ Baumeister, welcher mir liebenswürdigerweise bei dieser Besichtigung behilflich war, sandte mir kurz darauf folgenden Brief:

„Auf Wunsch erlaube ich mir, Ihnen meine Meinung über den Zustand des Polarschiffes „Fram“ mit Hinblick auf eine weitere Benutzung des Fahrzeuges mitzuteilen, nachdem ich es gestern gemeinschaftlich mit Ihnen im Hafen von Horten besichtigt habe.

Bei der Besichtigung zeigte es sich, daß der Oberzimmermann der Werft, Johannsen, welcher die ganze Zeit zugegen war, das Schiff schon früher einer eingehenden Untersuchung sowohl auswendig als inwendig unterzogen hatte und die vorhandenen Mängel angeben konnte. Ein Teil der Einrichtung war entfernt worden, um die Untersuchung zu erleichtern, die Masten waren herausgenommen, und an einigen Stellen, wo sich Zeichen von Fäulnis zeigten, war die Garnierung entfernt. Die nachgewiesenen Mängel wurden untersucht und besichtigt, außerdem wurden mehrere Bohrungen auch an anderen Stellen in Balken, Garnierung und Zimmerholz vorgenommen, sowohl im Zwischendeck als auf Deck, ohne daß ein weiterer Schaden sichtbar wurde.

Nach meinem besten Ermessen zeigten sich keine Spuren, daß das Schiff in den Zusammenfügungen oder Verbindungen nachgegeben hat; insofern ist keine Veränderung zu spüren, seit das Schiff gebaut wurde, und die Stärke desselben und Fähigkeit, einem Druck zu widerstehen, kann demnach, praktisch genommen, als ungeschwächt bezeichnet werden.

Die vorhandenen Mängel sind eigentlich lokale und derartig, wie sie bei jedem aus Holz gebauten Schiff nach Verlauf von Jahren leicht eintreten, insbesondere wenn es, wie „Fram“, einen großen Teil der Zeit aufgelegt worden war. Infolge seiner besonderen Konstruktion für einen speziellen Zweck haben außerdem beim Bau dieses Schiffes nicht die gleichen Rücksichten auf reichlichen Zugang und Zirkulation frischer Luft genommen werden können, wie bei einem gewöhnlichen hölzernen Schiff, weshalb zu erwarten war, daß einzelne eingebaute Teile infolge der unvollkommenen Ventilation leiden würden. Der Schaden ist indessen nicht von der Beschaffenheit, daß man sagen könnte, daß das Schiff nach erfolgter Ausbesserung des Schadens wesentlich in seiner Solidität verringert ist. Ich kann daher als meine bestimmte Meinung aussprechen, daß „Fram“ nach einer Reparatur, nach dem von der Werft zu Horten entworfenen Plan, in durchaus tüchtigem Stand sein wird, um eine Expedition nach dem arktischen Fahrwasser anzutreten.

Ehrerbietigst
Colin Archer.“

Hieraus geht klar und deutlich genug hervor, daß die alte „Fram“ noch nicht so ganz unbrauchbar ist, wie es nach den vielen Äußerungen der letzten Zeit scheinen sollte. Jedes Fahrzeug, welches mehrere Jahre

aufgelegt gewesen ist, wird unumgänglich darunter leiden. Man hat die Leute, deren Hände „Fram“ anvertraut wurde, wegen schlechter Instandhaltung tadeln wollen, aber diese Kritik scheint mir unberechtigt zu sein. Mit den Mitteln, die zu Verfügung standen, ist für eine Instandhaltung gesorgt worden, welche auf Anerkennung anstatt unzeitiger Kritik Anspruch machen kann.

Mein Plan ist folgender:

Mit der „Fram“, ausgerüstet für sieben Jahre und mit einer tüchtigen Besatzung verlasse ich Norwegen Anfang 1910. Der Kurs wird um Kap Horn für San Francisco gesetzt, wo Kohlen und Proviant eingenommen werden. Von hier wird der Kurs nach Point Barrow, der Nordspitze von Amerika gesetzt, wo ich im Juli bis August zu sein hoffe. Von hier wird dann die letzte Nachricht in die Heimat gesandt werden, ehe die eigentliche Reise beginnt. Von Point Barrow beabsichtige ich die Reise mit möglichst kleiner Mannschaft fortzusetzen: Der Kurs wird in N—N_W-Richtung von hier gegen das Treibeis gesetzt, wo wir dann die günstigste Stelle aufsuchen, um weiter gegen Norden vorzudringen. Wenn diese gefunden sein wird, suchen wir so weit als möglich hineinzukommen und machen uns klar für vier- bis fünfjähriges Treiben über das Polarmeer. Auf unserer ganzen Reise dorthin gedenke ich ozeanographische Observationen auszuführen, und von dem Augenblick an, wo das Fahrzeug im Eise festsetzt, beginnt die Reise von Beobachtungen, womit ich einige der bisher ungelösten Rätsel zu lösen hoffe. Was ich in den unbekanntem Strichen des Polarmeeres zu finden gedenke, will ich bis auf weiteres dahingestellt sein lassen. Einige haben Theorien über große Ländermassen aufgestellt, andere über kleine. Und ich sollte wohl auch eine Theorie aufgestellt haben, aber ich finde es vernünftiger, damit zu warten, bis ich die Verhältnisse mehr in der Nähe untersucht habe.
