

Copyright ©

Es gilt deutsches Urheberrecht.

Die Schrift darf zum eigenen Gebrauch kostenfrei heruntergeladen, konsumiert, gespeichert oder ausgedruckt, aber nicht im Internet bereitgestellt oder an Außenstehende weitergegeben werden ohne die schriftliche Einwilligung des Urheberrechtinhabers. Es ist nicht gestattet, Kopien oder gedruckte Fassungen der freien Onlineversion zu veräußern.

German copyright law applies.

The work or content may be downloaded, consumed, stored or printed for your own use but it may not be distributed via the internet or passed on to external parties without the formal permission of the copyright holders. It is prohibited to take money for copies or printed versions of the free online version.

Veränderlichkeit im Ozean

Von GÜNTER DIETRICH¹⁾

Zusammenfassung: Die Betrachtung der Veränderlichkeit im Meer ist in diesem Aufsatz auf physikalische Probleme beschränkt, die Schichtung und Strömung betreffen. An ausgewählten Beispielen wird dargelegt, daß die ozeanographische Forschung gegenwärtig auf die vorrangige Behandlung dieser Probleme zusteuert (Abb. 1—8). Die Erfassung der zeitlichen Veränderlichkeit von Schichtung und Strömung wird erschwert, indem neuerdings starke kleinräumige Unterschiede nachgewiesen wurden: eine Feinstruktur der Schichtung (Abb. 9) und eine lokale Inhomogenität (Abb. 10). Eine systematische Untersuchung der Veränderlichkeit im Nordost-Atlantischen Ozean unter sechs verschiedenen Naturbedingungen wird vorgeschlagen (Abb. 11) und der Plan eines Beitrages hierzu, der mit F. S. „Meteor“ im Jahre 1967 durchgeführt werden soll, angegeben (Abb. 12).

Variability in the ocean (Summary): The consideration of the variability in the ocean in this article is restricted to physical problems with regard to layering and currents. For selected examples it is shown that the present oceanographic research is essentially directed towards these problems (Fig. 1 to 8). The consideration of non-steady variability of layering and currents is complicated as considerable differences in small scale could be investigated recently: a fine-structure of layering (Fig. 9) and a local inhomogeneity (Fig. 10). A systematical investigation of the variability in the NE-Atlantic on six different environmental conditions is proposed (Fig. 11). The plan of a contribution to this proposal is given. It will be carried out with R. V. „Meteor“ in 1967.

Die „Veränderlichkeit im Ozean“ beginnt seit 1965 zu einem zentralen Thema der Meeresforschung zu werden. Internationale Arbeitsgruppen werden gebildet, internationale Symposien finden statt, internationale Organisationen beginnen die Bestrebungen zu koordinieren²⁾. Was verbirgt sich hinter diesem so allgemeinen Begriff „Veränderlichkeit“?

Nichts ist auf der Erde in Ruhe, am wenigsten das Wasser. Das wußten schon die Alten vor Aristoteles. Es geht bei diesem Thema um die Veränderlichkeit von Schichtung und Bewegung im Meere. Nachdem mit Hilfe der modernen Meßtechnik in den letzten Jahren eine starke Veränderlichkeit in allen Tiefen nachgewiesen wurde, richten sich die Bemühungen auf die Klärung der physikalisch-chemischen Prozesse, die dahinter stehen. Erst wenn man diese kennt und quantitativ beherrscht, besteht Aussicht für eine Verbesserung der Vorhersagen, die man von der Ozeanographie bei verschiedenen praktischen Anwendungen erwartet.

Das Thema „Veränderlichkeit im Ozean“ in diesem Sinne, das heute so naheliegend und selbstverständlich erscheint, war auch früheren Generationen von Meeresforschern vertraut. Wie dieses Thema schrittweise in eine systematische Behandlung genommen wurde, sei aus der Sicht der deutschen Beiträge zur Meeresforschung in großen Zügen angedeutet.

Als im Jahre 1889 das zum Forschungsschiff hergerichtete Handelsschiff „National“ unter Viktor Hensen von Kiel aus zur Untersuchung des äquatorialen Atlantischen Ozeans auslief, handelte es sich um ein Abtasten einer fremden untermeerischen Welt.

¹⁾ Eröffnungsvortrag (gekürzt) anlässlich der 27. Jahrestagung der Deutschen Geophysikalischen Gesellschaft in Kiel vom 4.—7. April 1966.

²⁾ Fourth Session of the Intergovernmental Oceanographic Commission, Paris, 3.—12. November 1965.

Eighth General Meeting of the Scientific Committee on Oceanic Research, Rom, 23.—27. Mai 1966.
Second International Oceanographic Congress, Moskau, 30. Mai — 9. Juni 1966.

Unterscheidungen darüber, was veränderlich und was beständig in jener Welt ist, blieben von der Betrachtung ausgeklammert. Wenn man einen unbekanntem dunklen Raum betritt, ist man froh, wenn man sich tastend orientieren kann.

Als 1925/27 die große Deutsche Atlantische Expedition mit der alten „Meteor“ stattfand, stand sie unter der Leitidee, die ihr Alfred Merz mit auf den Weg gab, nämlich die Schichtung und Bewegung eines ganzen Ozeans als eine beständige Erscheinung systematisch zu entsleiern. Die wissenschaftlichen Ergebnisse der Expedition im „Meteor“-Werk zeigen, daß die Leitidee verwirklicht wurde, aber mit einer bestimmten Einschränkung. Ein Beobachtungsmaterial aus $2\frac{1}{2}$ Jahren ließ sich mit allen anderen verfügbaren Messungen zu einem großräumigen Gesamtbild von Schichtung und Zirkulation zusammenfassen, wie G. Wüsr gezeigt hat. „Meteor“ erbrachte aber zugleich mit seinen 10 Ankerstationen von je etwa 3 Tagen den Nachweis, daß die Beständigkeit ihre Grenzen hat. Die Beobachtungen in enger Zeitfolge auf diesen Ankerstationen zeigten eine auffallende zeitliche Veränderlichkeit. Die Ozeanographie als Wissenschaft wurde also vor zwei sich widersprechende Tatsachen gestellt: einmal läßt sich das physikalische Meeresniveau und das großräumige geostrophische Stromfeld ableiten. In den Grenzen der Darstellungsmöglichkeiten erscheint es stationär, also beständig und unveränderlich. Man erkennt z. B. in Abb. 1 einen breiten Nordostatlantischen Strom zwischen Neufundland und Europa. Andererseits deuten die Dauermessungen auf eine starke zeitliche Veränderlichkeit, die A. DEFANT nach einigen Glättungen zum Teil als interne Wellen mit Gezeitenperioden deuten konnte. Man ersieht aus dem Beispiel einer Ankerstation von „Meteor“ auf der Nordatlantischen Expedition 1938 in Abb. 2 riesige Wellenhöhen, etwa 40 m. Wenn trotzdem das Gesamtbild der geostrophischen Bewegungen in Abb. 1 im Atlantischen Ozean nicht in der Veränderlichkeit untergeht, dann deshalb, weil die Schwankungen der großräumigen horizontalen Druckgradienten klein bleiben gegenüber den großräumigen Absolutwerten. Betrachtet man aber ein kleineres Seegebiet, etwa einen Ausschnitt des Nordatlantischen Ozeans wie die Biscaya, die Sargasso-See oder die Labrador-See, dann steht man vor einem verwirrenden Bilde, weil die Veränderlichkeit das Übergewicht gewinnt. Diese Schwierigkeit war allen Ozeanographen seit Jahrzehnten vertraut, sie waren sich auch des Weges zu ihrer Lösung bewußt, aber bei den großen technischen Schwierigkeiten kam man nur langsam schrittweise voran.

Der erste Schritt zielte darauf, der wichtigsten langperiodischen Veränderlichkeit, nämlich dem jährlichen Gang, Herr zu werden. Es geschah durch quasisynoptische Untersuchungen, „synoptisch“, indem man viele Forschungsschiffe einsetzte, „quasi“,

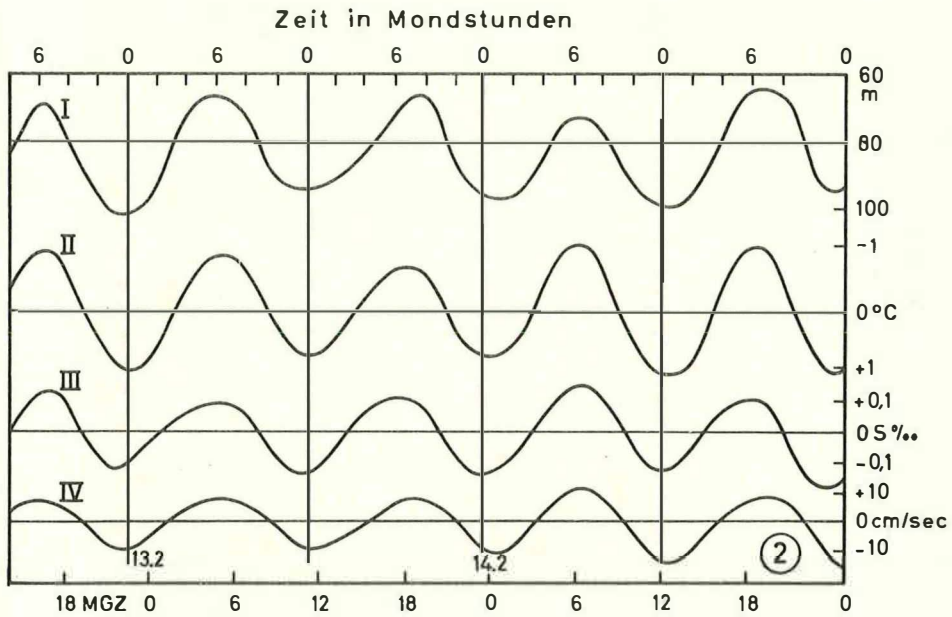
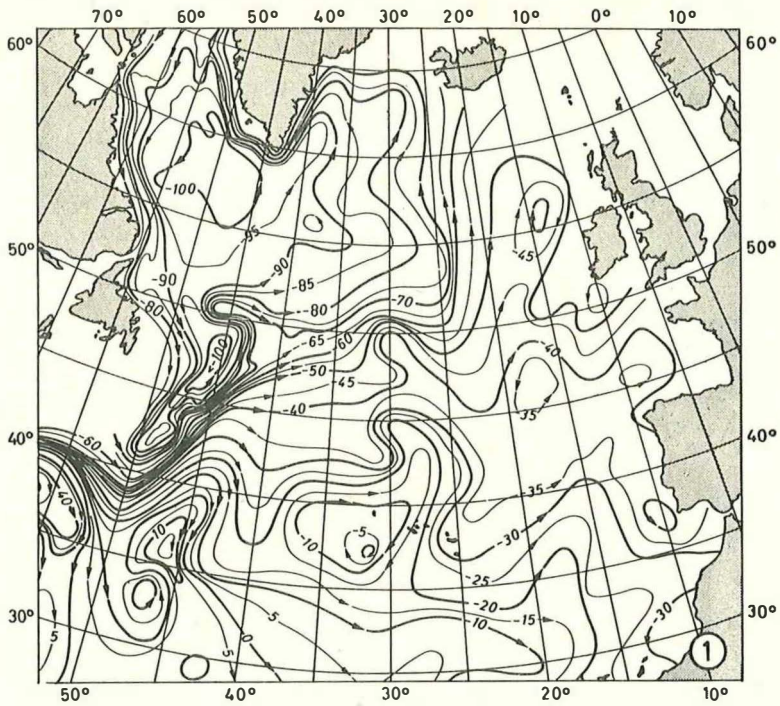
Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 1)

Abb. 1: Geostrophische Oberflächenströmungen im nördlichen Nordatlantischen Ozean (nach A. DEFANT, 1941). Dargestellt ist die Topographie des physikalischen Meeresniveaus in Abweichungen vom idealen Meeresniveau in dyn. cm.

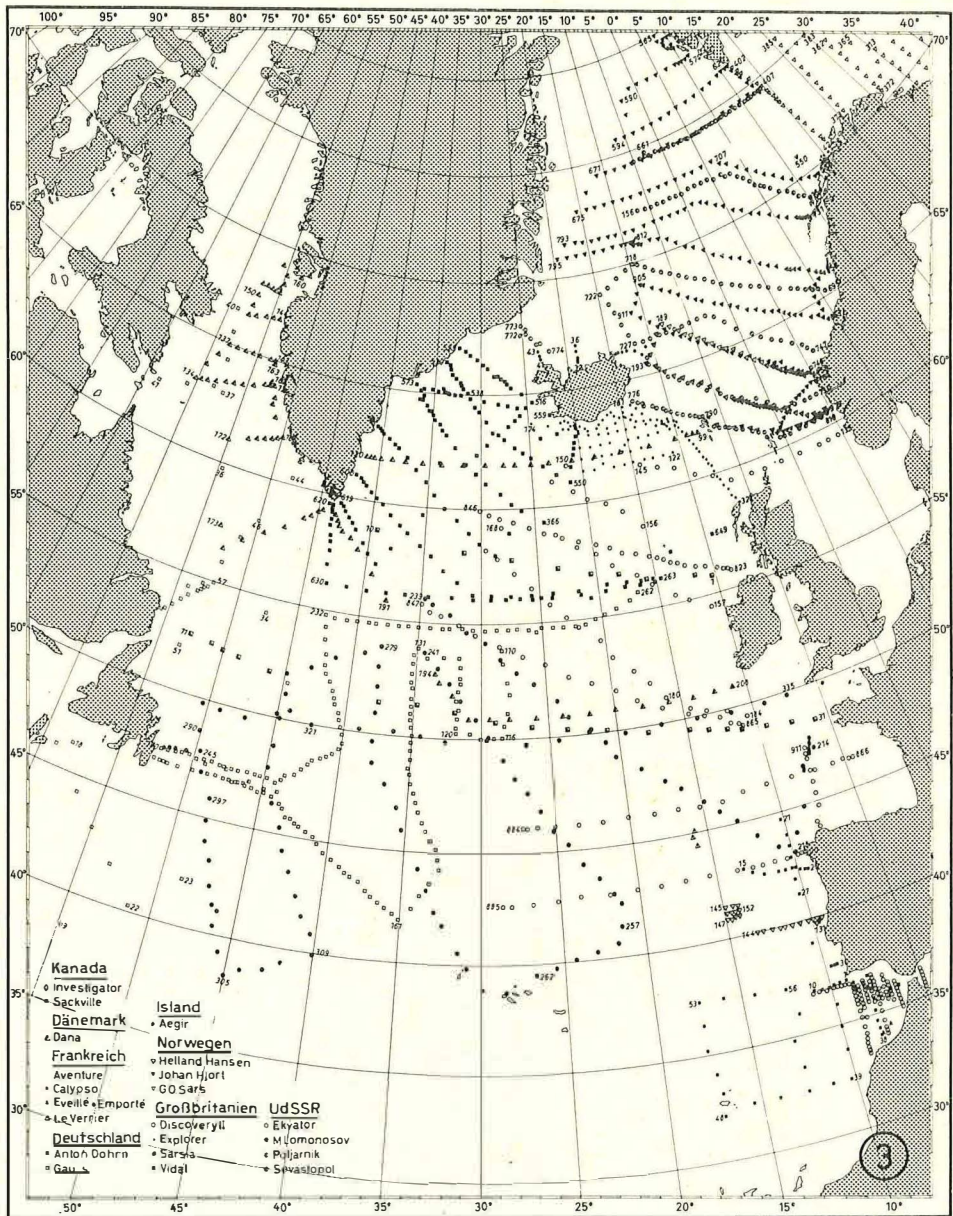
Abb. 2: Interne Gezeitenwellen nach Beobachtungen auf der „Meteor“-Station 385 im Nordatlantischen Ozean auf $16^{\circ}48' N$ und $46^{\circ}17' W$ am 12. bis 14. Februar 1938. Zeitliche Gänge der: I. Tiefenlage der 24° -Isotherme; II. Abweichungen der Mitteltemperatur der Schicht 70 bis 120 m Tiefe vom mittleren Verlauf; III. Abweichungen des Salzgehaltes in 80 m Tiefe vom mittleren Verlauf; IV. Abweichungen der Stromgeschwindigkeit der Nordkomponente in 50 m Tiefe vom mittleren Verlauf (nach G. DIETRICH, 1957).

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 2)

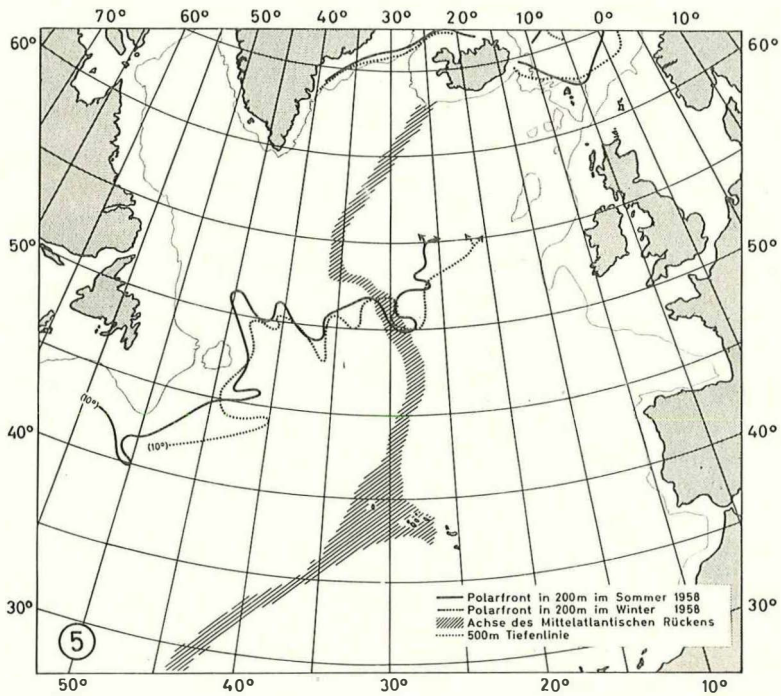
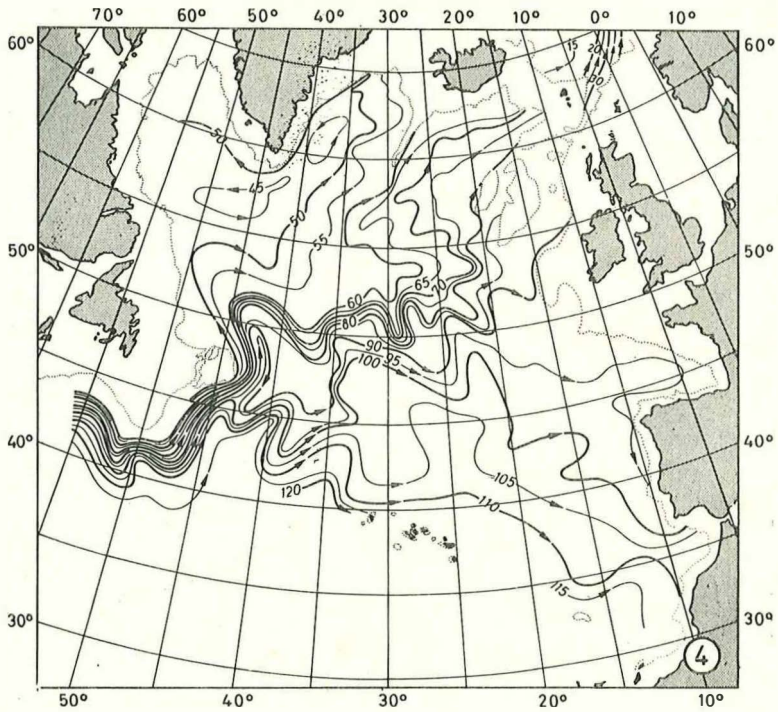
Abb. 3: Stationskarte des Polarfront-Unternehmens im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1958. Gilt für den Sommer 1958 (nach G. DIETRICH, 1964).



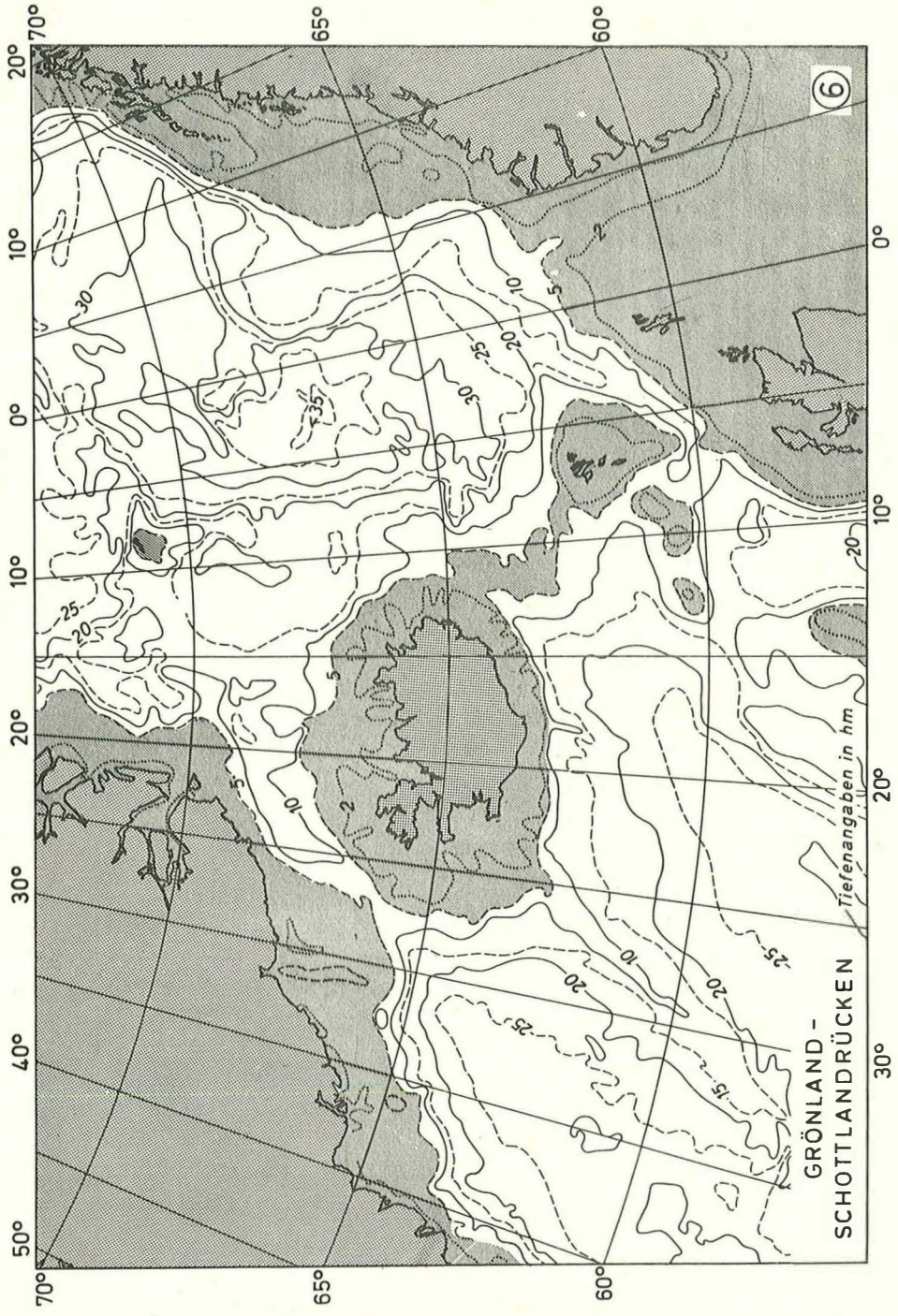
Tafel 1 (zu G. Dietrich)



Tafel 2 (zu G. Dietrich)



Tafel 3 (zu G. Dietrich)



Tafel 4 (zu G. Dietrich)

weil diese Vielzahl für den offenen Ozean klein bleiben mußte und man als quasisynoptisch auch noch Beobachtungen aufzufassen hatte, die Wochen auseinander lagen.

Ein typisches Beispiel für eine quasisynoptische Untersuchung war das sogenannte Polarfront-Unternehmen im Internationalen Geophysikalischen Jahr 1958. Einmal im Sommer und einmal im Winter fanden sich 12 Nationen mit 20 Forschungsschiffen, darunter die Bundesrepublik Deutschland mit „Anton Dohrn“ und „Gauß“, zu dieser Untersuchung im nördlichen Nordatlantischen Ozean zusammen. Die Stationskarte für den Sommer 1958 gibt Abb. 3 wieder, die für den Winter 1958 sieht nicht viel anders aus. Wenn man das mittlere Bild der geostrophischen Oberflächenströmungen von A. DEFANT in Abb. 1 mit den Ergebnissen der quasisynoptischen Untersuchung in Abb. 4 aus dem Sommer 1958 vergleicht, dann stößt man auf markante Unterschiede. Der Golfstrom bleibt auf seinem Wege vom Westatlantischen Ozean in Richtung Europa bis 30° W erhalten. Auf diesem Wege mäandriert er. In ca. 30° W, 50° N, d. h. über dem Mittelatlantischen Rücken, splittert er auf. Vergleicht man die Lage des Strombandes im Sommer 1958 mit der im Winter 1958 (Abb. 5), dann erkennt man, daß die Strommäander nicht ortsfest sind. Man hat das Phänomen fortschreitender planetarischer Wellen vor sich, wie sie C. G. ROSSBY 1939 für die rotierende Erde beschrieb und die seinen Namen tragen.

Es ist offensichtlich, daß quasisynoptische Aufnahmen selbst mit vielen Schiffen keine brauchbare Methode zur Klärung des Phänomens der Rossby-Wellen im Meere darstellen. Dazu benötigt man verankerte Dauermeßgeräte im Ozean. Im Flachwasser der Nord- und Ostsee haben wir sie von deutscher Seite seit über 30 Jahren verwendet. Im Ozean sind große technische und auch finanzielle Hürden zu nehmen, was erst in den letzten Jahren zum Teil gelang.

Der zweite Schritt, der von deutscher Seite zur Lösung des Phänomens der Veränderlichkeit unternommen wurde, war ein Kompromiß. Es war die Kombination quasisynoptischer Aufnahmen mit der Verankerung der ersten wenigen Dauermeßgeräte im Raum des Island-Färöer-Rückens durch die Zusammenarbeit in dem Internationalen Überströmungs-Unternehmen 1960.

Zunächst sei die geographische Situation angedeutet (Abb. 6), aus der die wissenschaftliche Fragestellung dieses Unternehmens zu verstehen ist. Der Grönland-Schottland-Rücken bildet eine Brücke zwischen Grönland und Europa, allerdings eine untergetauchte. Die Wassermassen der Ausläufer des Golfstromes, die diesen Riegel, der überwiegend flacher als 500 m ist, in Richtung Europäisches Nordmeer überqueren, müssen irgendwo wieder zurück; denn Nordmeer und Nordpolarmeer sind im großen gesehen eine einseitig offene Bucht des Atlantischen Ozeans. Beringstraße und Kanadische Straßen-See sind zu flach und schmal, um nennenswert für den Ausstrom ins Gewicht zu fallen. Auch der Wassertransport des Ostgrönlandstromes ist zu gering, um den Einstrom durch die Golfstromausläufer zu kompensieren. Der Hauptteil des Rück-

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 3)

Abb. 4: Geostrophische Oberflächenströmungen und dynamische Topographie der Meeresoberfläche (bezogen auf 1000 dbar) im nördlichen Nordatlantischen Ozean im Spätsommer 1958 (nach G. DIETRICH, 1964).

Abb. 5: Lage der Golfstromachse im Nordatlantischen Ozean im Winter und Sommer 1958, dargestellt an der Lage der 10°-Isotherme (nach G. DIETRICH, 1964).

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 4)

Abb. 6: Der Grönland-Schottland Rücken.

transportes erfolgt als Bodenstrom über den Rücken, und zwar in drei Gebieten: durch die Querrinne zwischen Grönland und Island, durch die Rinne südlich der Färöer und über den Rücken zwischen Island und Färöer. Neun europäische Forschungsschiffe fanden sich 1960 bei den Färöer zusammen, darunter die beiden deutschen „Anton Dohrn“ und „Gauß“, ferner englische, schottische, isländische, norwegische und sowjetische. Sie vereinten sich zu der bisher wohl intensivsten systematischen Zusammenarbeit im Ozean, dem Internationalen Overflow-Programm 1960 (Abb. 7).

Dreimal wurden die Kurse in wöchentlichen Abständen abgelaufen, 2 Tage wurden für jeden Überlauf benötigt. In der Zwischenzeit wurden Dauermessungen, und zwar mit verankerten Geräten und mit verankerten Schiffen, durchgeführt. Aus den Messungen war eine außerordentliche Veränderlichkeit ersichtlich, wobei, wie so häufig, wenn man mit neuen Methoden an die Untersuchung der Naturphänomene herangeht, eine Reihe von Überraschungen sich andeuteten.

Es gab interne Gezeitenwellen großer Amplitude, interne Wellen anderer Frequenzen und Pulsationen ohne erkennbare Perioden. Besondere Überraschung boten die Gezeitenströme (Abb. 8), dazu kamen die hohen Geschwindigkeiten in offener See, die bis 100 cm/sec an der Oberfläche erreichten, die starke Abnahme der Geschwindigkeit zum Boden, ferner die Phasendifferenz von oben gegen unten. Die starke Überströmung hindert den periodischen Umlauf des Gezeitenstromes. Diese Messungen gehören zu den ersten Dauerstrommessungen im offenen Ozean. Sie wurden mit Behelfsmitteln durchgeführt, zeigten aber, daß die jahrzehntelange Mühe zur Bewältigung der technischen Schwierigkeiten nicht vergeblich gewesen war.

Der letzte Schritt in der Untersuchung der Veränderlichkeit zielte auf die gleichzeitige Dauermessung in mehreren ausgewählten Horizonten hin, also auf die Verankerung von Meßketten. Erst dann ist es möglich, die zeitliche Veränderlichkeit über längere Zeiträume zu erfassen und gesicherte Aussagen zu machen.

So zwingend dieser Weg erscheint, er ist nicht der einzige, der zur Lösung des Phänomens Veränderlichkeit führt. Dafür sind die Naturvorgänge viel zu kompliziert. An zwei Beispielen (Abb. 9, 10) sei verdeutlicht, daß es nicht nur eine Feinstruktur, sondern auch eine lokale Inhomogenität im Ozean gibt. Eine geeignete Meßtechnik wurde im Institut für Meereskunde in Kiel entwickelt, die eine kontinuierliche Registrierung der Vertikalverteilung von Temperatur, Salzgehalt, Sauerstoff und Strömung im Meere zuläßt. Hinsichtlich von Temperatur und Salzgehalt geschah es in enger Zusammenarbeit

Legende zu den nebenstehenden Abbildungen (Tafel 5)

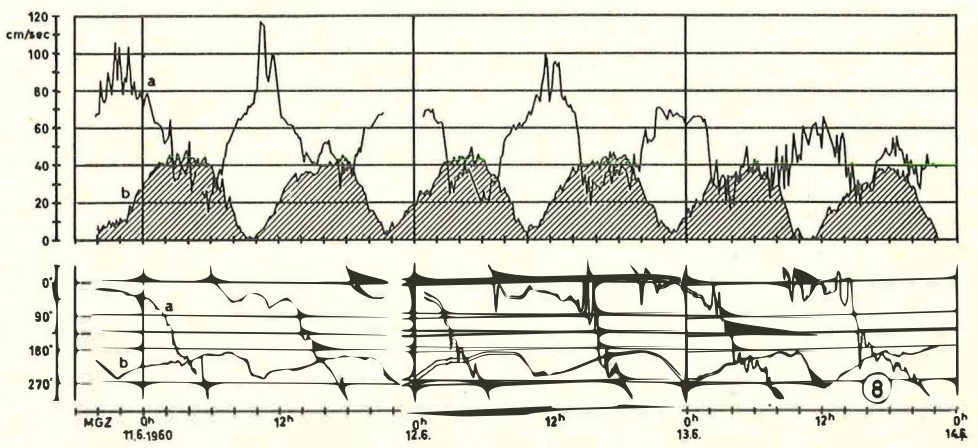
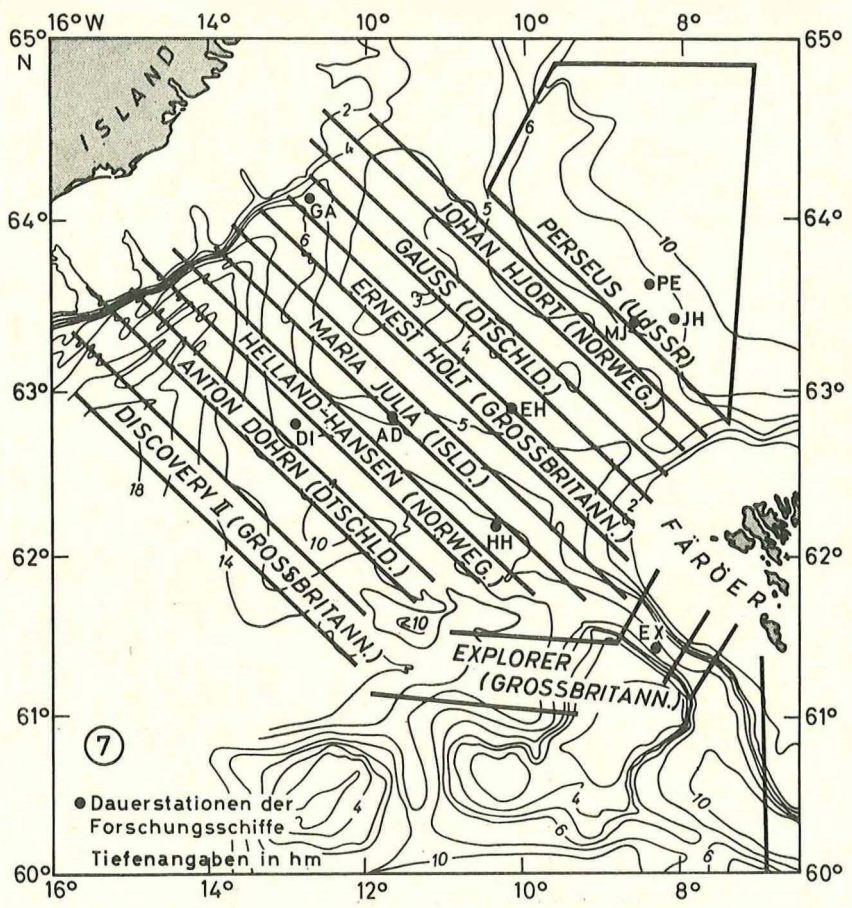
Abb. 7: Lage der Schnitte (dreimal abgelaufen) und der Dauerstationen in dem internationalen Überströmungs-Unternehmen 1960 (nach G. DIETRICH, 1967).

Abb. 8: Ausschnitt aus den Strommessungen von F. S. „Gauß“ während des internationalen Überströmungs-Unternehmens 1960 zwischen Island und den Färöer (nach J. JOSEPH, 1960). a) Geschwindigkeit und Richtung des Stromes in 20 m; b) in 470 m (6 m über dem Boden). $\varphi = 64^{\circ}07'N$, $\lambda = 12^{\circ}45'W$.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 6)

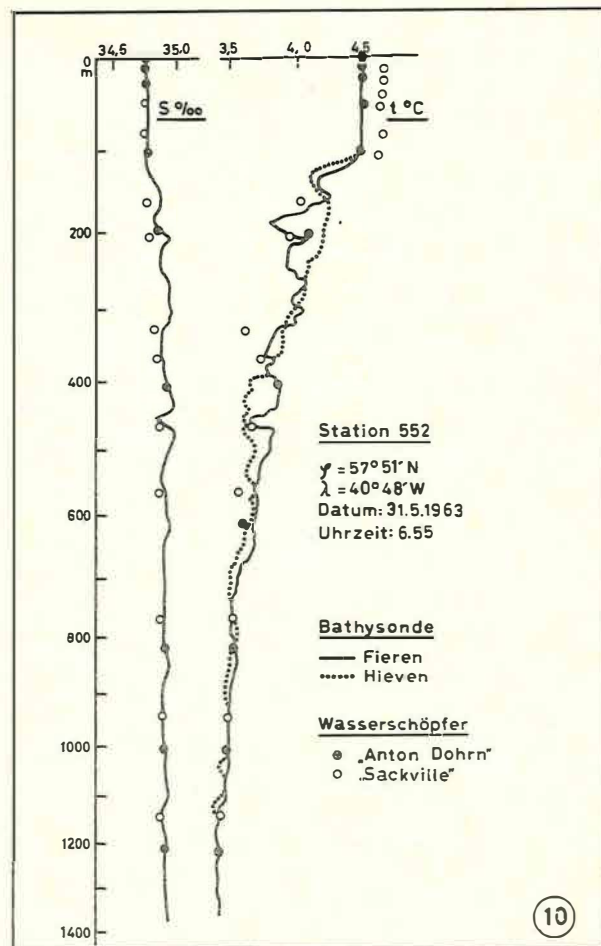
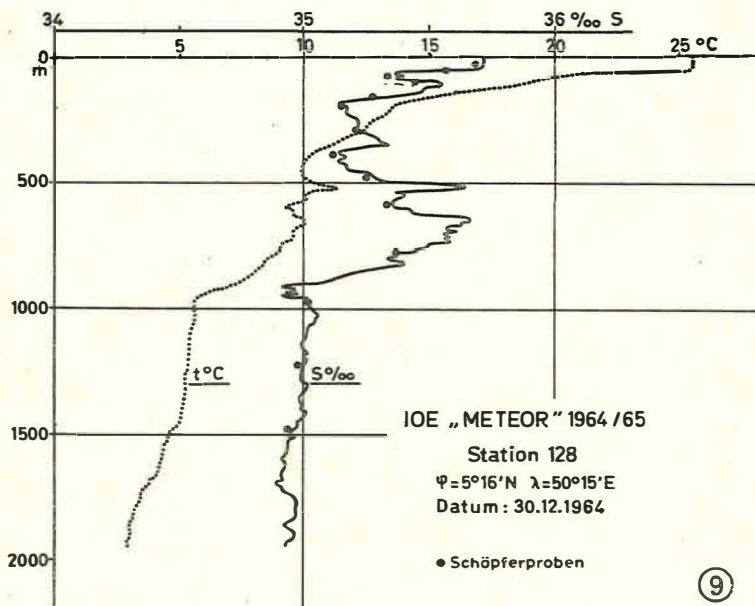
Abb. 9. Feinstruktur der Schichtung von Temperatur und Salzgehalt im westlichen Arabischen Meer (nach G. KRAUSE, 1967). Bathysondenregistrierung auf „Meteor“-Station 128, $\varphi = 5^{\circ}16'N$, $\lambda = 50^{\circ}15'E$ am 30. 12. 1964.

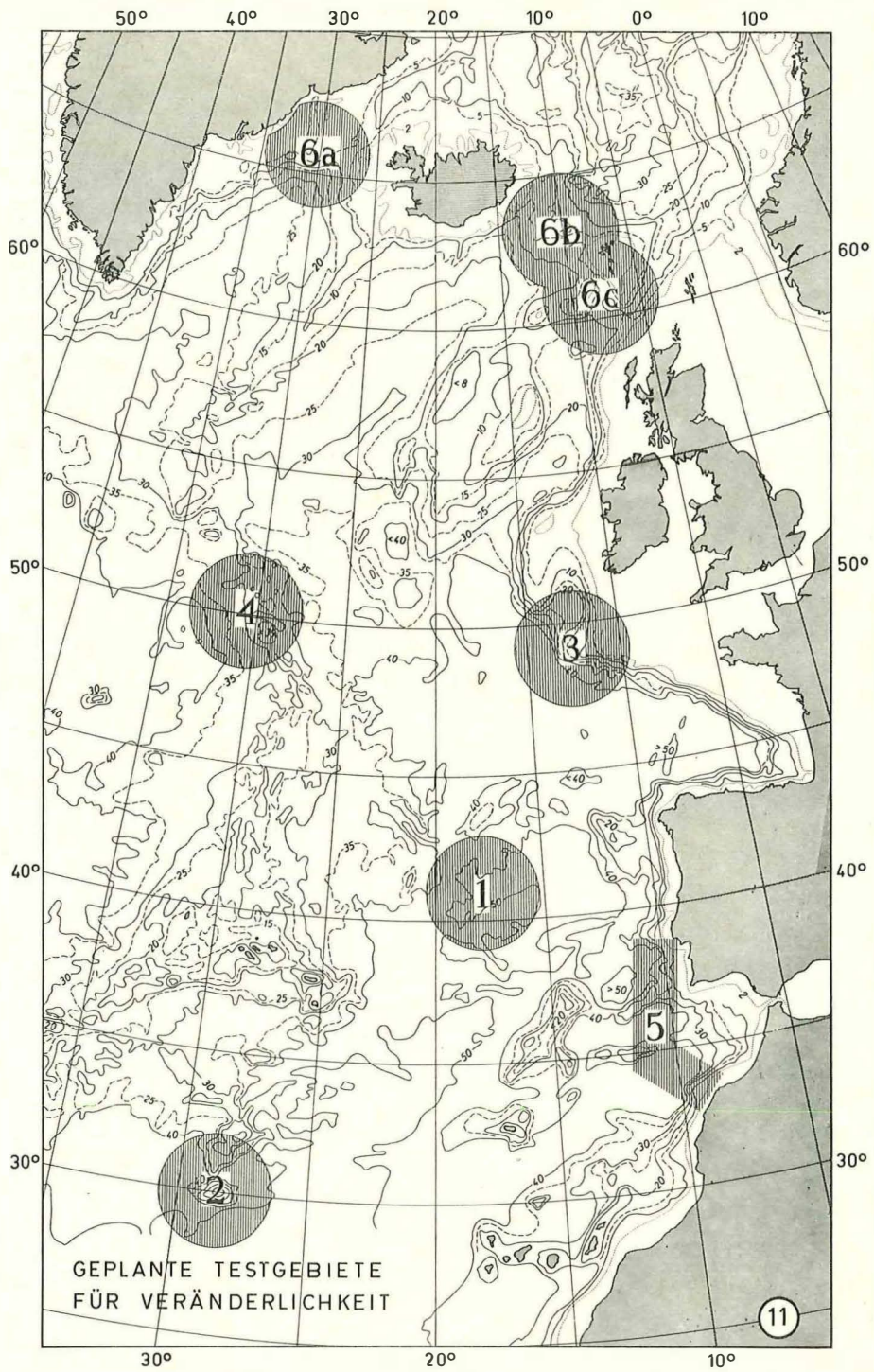
Abb. 10: Lokale Unterschiede der Schichtung im offenen Ozean. Bathysondenregistrierung von Fieren und Hieven in der Irminger-See auf „Anton Dohrn“-Station 550, $\varphi = 57^{\circ}05'N$, $\lambda = 39^{\circ}33'W$ am 1. 6. 1963 (nach F. HOLZKAMM, G. KRAUSE, G. SIEDLER, 1964).



Tafel 5 (zu G. Dietrich)

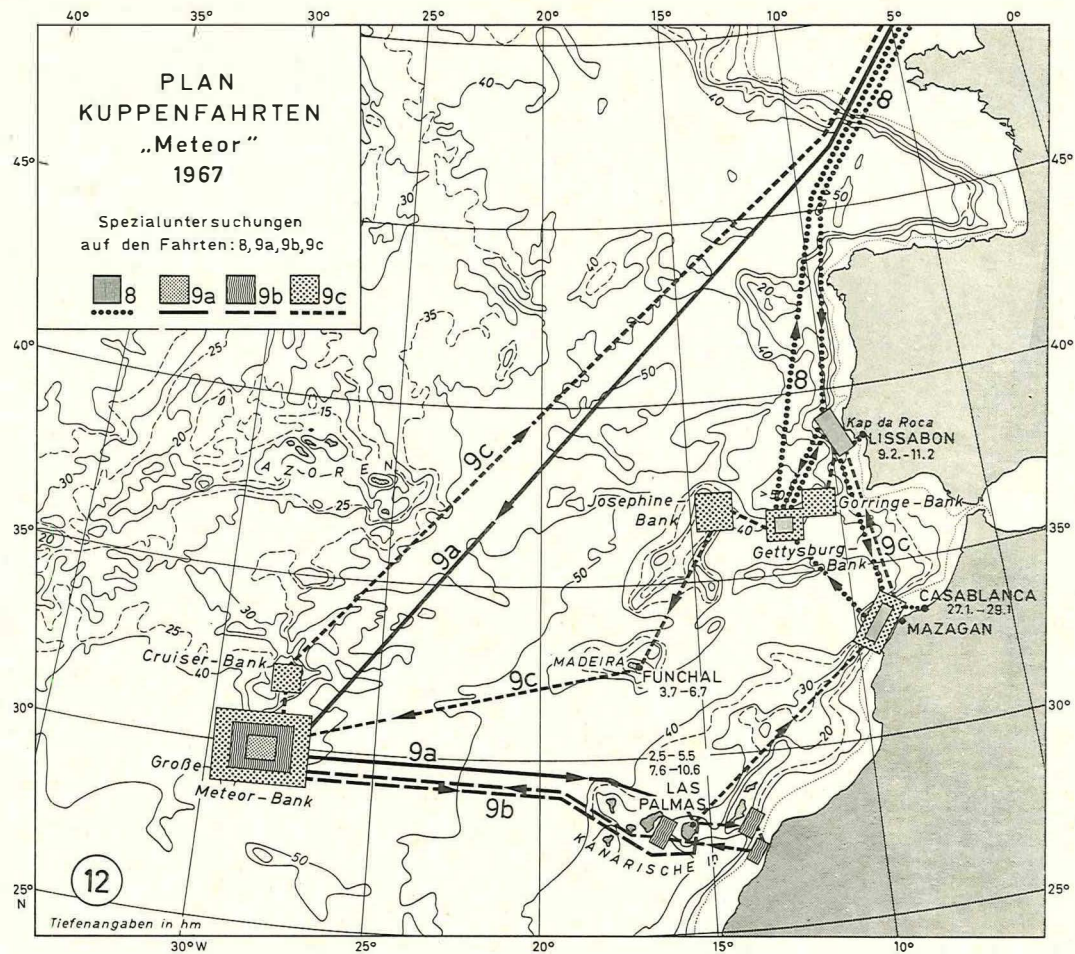
Tafel 6 (zu G. Dietrich)





Tafel 7 (zu G. Dietrich)

Tafel 8 (zu G. Dietrich)



mit dem Institut für Angewandte Physik (Prof. Kröbel). Das Instrument trägt den Namen Bathysonde. Die Ergebnisse, die es liefert, lassen sich u. a. unter zwei Erscheinungen einordnen: Feinstruktur der Schichtung und lokale Inhomogenität.

Ein Beispiel (Abb. 9) für die Feinstruktur stellt die Vertikalverteilung von Temperatur und Salzgehalt auf Grund einer Registrierung dar. Es ist eine von einigen hundert, die G. KRAUSE auf der Indischen Ozean Expedition mit „Meteor“ im Arabischen Meer 1964/65 erzielte. Der überraschende Einblick in die Feinstruktur der Schichtung ist offensichtlich, wenn man die Registrierung und die Werte der konventionellen Einzelmessungen vergleicht, die in die Abb. 9 zusätzlich eingetragen sind. Es sei bemerkt, daß dieses Beispiel aus dem Seegebiet östlich der Somalikküste stammt, aus dem Bereich des Einschubes des Roten Meerwassers. Die Frage ist naheliegend, ob die Aussagen der Ozeanographie der letzten hundert Jahre, die ausschließlich auf Einzelmessungen beruhen, nicht in Frage gestellt sind. Eine nähere Nachprüfung anderer Beispiele lehrt, daß dies nur in wenigen kleinen Ozeangebieten, wie vor Ostafrika oder westlich von Gibraltar, tatsächlich der Fall ist. Im allgemeinen ist die Feinstruktur der Schichtung im Ozean nicht so beherrschend wie in diesem Beispiel. Wo eine Feinstruktur auftritt, muß man auch mit einer zeitlichen Veränderlichkeit rechnen.

Das zweite Beispiel einer Bathysondenregistrierung veranschaulicht die lokale Inhomogenität des Ozeans, die nicht weniger überraschend ist als die Feinstruktur. Auf einer winterlichen Untersuchung mit FFS „Anton Dohrn“ 1963 in der Irminger-See wurde die Bathysonde wiederholt eingesetzt. Es geschah in einem Gebiet, in der winterliche Vollkonvektion bis in große Tiefe (> 2000 m) zu erwarten war. Während der Registrierung liegt das Schiff gestoppt, das Gerät registriert beim Fieren und Hieven. Vom Aussetzen bis zum Einnehmen vergehen etwa 2 Stunden. Zur Überraschung mußte man feststellen, daß die Fierkurve nicht mit der Hievkurve übereinstimmt. Interne Wellen können diese Unterschiede nur zu einem Teil erklären, andere lassen sich nur aus kleinräumigen Inhomogenitäten im offenen Ozean deuten.

Diesen Erscheinungen der Feinstruktur und Inhomogenität, die gerade erst gefunden sind, muß man Rechnung tragen, wenn man das Phänomen der Veränderlichkeit klären will. Im Sommer 1965 wurde bereits ein entsprechendes Meßprogramm für die Forschungsfahrten mit „Meteor“ im ersten Halbjahr 1967 eingeplant, und zwar unter dem Titel „Veränderlichkeit im Meere“. Es war kein Zufall, wenn in USA gleichzeitig an ähnliche Programme gedacht wurde, sondern es ist ein Hinweis dafür, daß sich die Probleme der Veränderlichkeit aufdrängen. Im November 1965 wurde von der IOC/UNESCO ein internationales Programm eingeleitet. Es heißt CIVO, „Cooperative Investigations of Variability in the Ocean“.

Der deutsche Beitrag zum Studium der Veränderlichkeit sieht in den nächsten Jahren Untersuchungen unter 6 grundsätzlich verschiedenen Naturbedingungen vor (Abb. 11). Die Gebiete 1—3 zeichnen sich durch schwache Strömungen aus, stehen aber unter verschiedenen topographischen Einflüssen.

Feld 1: im Iberischen Becken, liegt fern von Störungen durch die Bodentopographie.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 7)

Abb. 11: Vorschlag für das Studium der Veränderlichkeit unter sechs verschiedenen Naturbedingungen.

Legende zu der nebenstehenden Abbildung (Tafel 8)

Abb. 12: Plan für die Kuppenfahrten „Meteor“ 1967 unter Einschluß des Studiums der Veränderlichkeit.

Feld 2: die Große Meteor-Bank, bedeutet die Störung von Schichtung und Bewegung durch eine große untermeerische Kuppe, die von über 4000 m bis auf 280 m unter der Meeresoberfläche aufragt. Sie wurde 1938 von der alten „Meteor“ auf der Nordatlantischen Expedition entdeckt.

Feld 3: der Biscaya-Rand, liegt im Bereich der Störung durch einen Kontinentalabhang. Die Gebiete 4—6 sind durch markante Strömungen gestört und zwar:

Feld 4: durch starke oberflächennahe Strömungen (Golfstrom über dem Mittelatlantischen Rücken)

Feld 5: durch Strömungen in mittleren Tiefen (Mittelmeerwasser in etwa 1000 m)

Feld 6: durch starke Bodenströmungen (Überströmung des Grönland-Schottland-Rückens).

Von Januar—Juli 1967 soll der Veränderlichkeit in den Feldern 2 und 5 von der meeresphysikalischen und meereschemischen Seite nachgegangen werden. Es geschieht in dem Gesamtprogramm, das zugleich besondere meeresgeologische, geophysikalische und meeresbiologische Probleme verfolgt. Dieses Gesamtprogramm steht unter dem Titel „Kuppenfahrten 1967“ (Abb. 12), das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (1966) veröffentlicht wurde.

Literaturverzeichnis

- DEFANT, A. (1941): Quantitative Untersuchungen zur Statik und Dynamik des Atlantischen Ozeans. *Wiss. Erg. Dtsch. Atlant. Exp. „Meteor“ 1925—27*, 6, 2. Teil, 5. Liefg. Berlin. — DEUTSCHE FORSCHUNGSGEMEINSCHAFT (1966): Atlantische Kuppenfahrten 1967 des Forschungsschiffes „Meteor“. Bad Godesberg. — DIETRICH, G. (1957): Allgemeine Meereskunde. Berlin. — DIETRICH, G. (1964): Oceanic Polar Front Survey in the North Atlantic. *Research in Geophysics*, 2: Solid earth and interface phenomena. Cambridge, Mass. — DIETRICH, G. (1967): The International „Overflow“-Expedition (ICES) of the Iceland-Faroe Ridge. May/June 1960. A Review. *Rapp. et Proc. Verb.* — HOLZKAMM, F., G. KRAUSE, G. SIEDLER (1964): On the processes of renewal of the North Atlantic deep-water in the Irminger Sea. *Deep-Sea Research* 11. — JOSEPH, J. (1960): Current measurements carried out in the course of the international overflow programme of the Iceland-Färøe Ridge during June/July 1960 at the anchoring station of „Gauß“. Report No. 11, ICES Meeting in Moscow. — KRAUSE, G. (1967): Untersuchungen zur Feinstruktur der Schichtung im Arabischen Meer. „Meteor“-Forschungsergebnisse, Reihe A. Berlin (im Druck).