

DEUTSCHER WETTERDIENST

Seewetteramt

---

ISSN 0072-1603

Einzelveröffentlichungen

Nr. 100

Meteorologische Routenempfehlungen  
für Seeschiffe

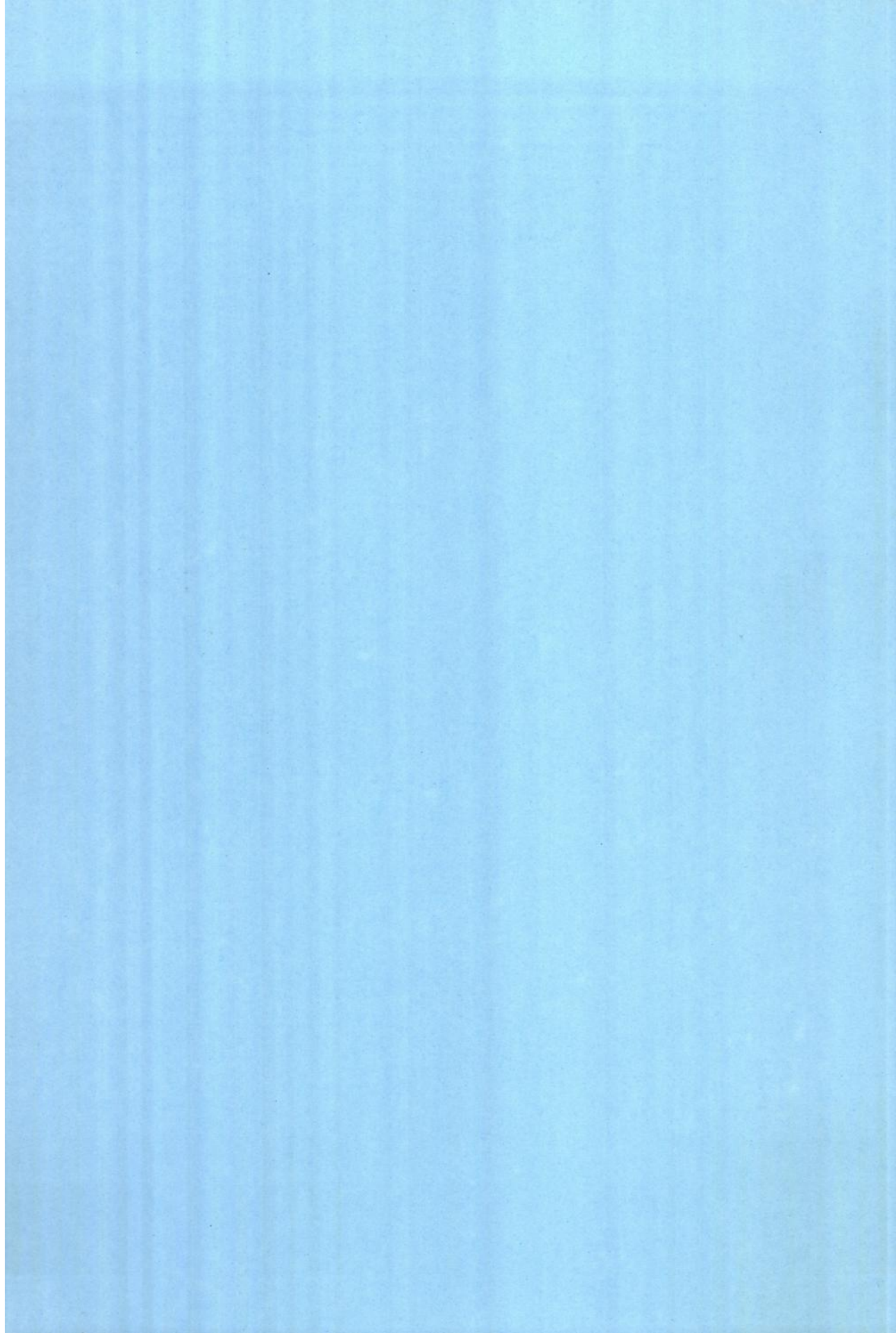
von

Heinrich Kruhl



Hamburg

1981



DEUTSCHER WETTERDIENST

Seewetteramt

---

ISSN 0072-1603

Einzelveröffentlichungen

Nr. 100

Meteorologische Routenempfehlungen  
für Seeschiffe

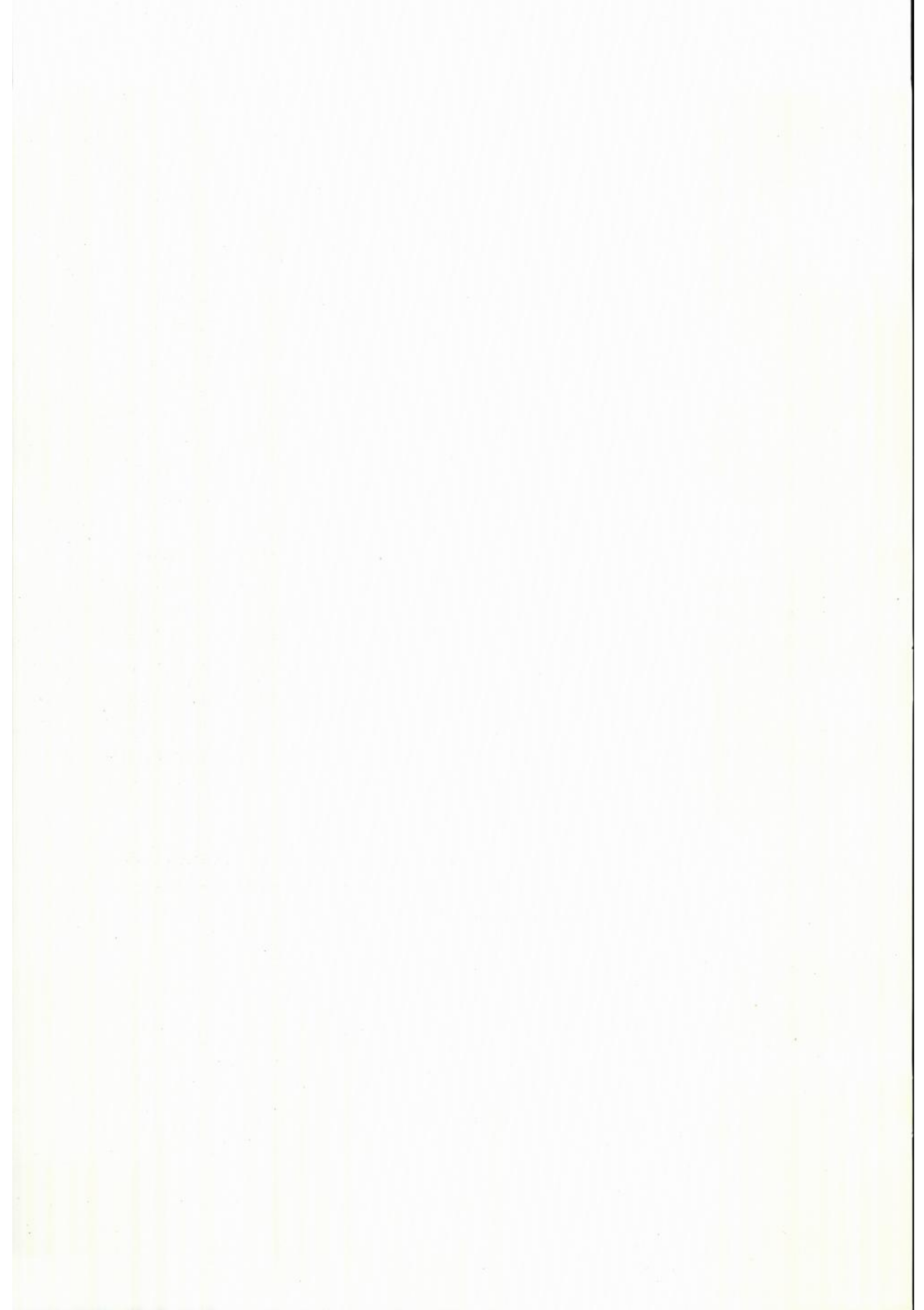
von

Heinrich Kruhl



Hamburg

1981



### Einzelveröffentlichung Nr. 100

Die Nr. 100 der vorliegenden Einzelveröffentlichung gibt Anlaß zu einem sehr gerafften Rückblick auf die bisherigen Themenkreise dieser fast 30 Jahre bestehenden Schriftenreihe.

Bis auf ganz wenige Ausnahmen stammen alle Abhandlungen aus dem Bereich der maritimen Meteorologie. Schon in der Nr. 1 (1953) wird eines der wichtigsten ozeanographischen Probleme behandelt, nämlich "Höhe, Länge und Steilheit der Meereswellen im Nordatlantik". Die Untersuchung des Seeganges bleibt ein bevorzugtes Thema der Reihe.

Gleichgewichtig wird über die maritime Klimatologie mit ihren verschiedenen Elementen berichtet, unter denen der Wind auf See eine besondere Rolle spielt.

Entsprechend den Aufgaben des Seewetteramtes befaßt sich eine größere Anzahl von Publikationen mit meteorologischen Problemen in Übersee, insbesondere aus den tropischen Gebieten der Kontinente.

Allein in 25 Bänden werden jahrgangsweise die "Meteorologischen Beobachtungen von deutschen Feuerschiffen der Nord- und Ostsee" veröffentlicht.

Viele der bisher behandelten Elemente gehen in die vorliegende Arbeit ein. Sie erweist sich als eine Anwendung maritimmeteorologischer Fakten zum praktischen Nutzen der Schifffahrt.

## Inhaltsverzeichnis

Seite

	Zusammenfassung .....	1
	Abstract .....	2
1	Einleitung .....	3
2	Der Begriff der "Routenempfehlungen an die Schifffahrt" .....	4
2.1	Vorbemerkungen .....	4
2.2	Meteorologische Navigation .....	5
2.2.1	Klima-Navigation .....	6
2.2.2	Wetter-Navigation .....	7
2.2.2.1	Bildfunkwetterkarten .....	8
2.2.3	Witterungsnavigation .....	9
2.2.3.1	Beispiel einer Witterungsnavigation .....	12
3	Optimale Routen .....	14
3.1	Optimale Route in der Luftfahrt .....	14
3.2	Optimale Route in der Seeschifffahrt .....	17
3.2.1	Bestimmungsgröße der Schiffsgeschwindigkeit ....	17
3.2.1.1	Vorbemerkungen .....	17
3.2.1.2	Faktorengruppen .....	19
3.2.2	Definition der optimalen Route in der See- schifffahrt .....	22
3.2.2.1	Der Begriff "optimal" .....	22
3.2.2.2	Mathematische Formulierung .....	22
4	Überlegungen und Beispiele zur Routenwahl im Nordatlantik .....	23
4.1	Nord- und Südroute .....	23
4.2	Überlegungen zu Routenempfehlungen im Jahresver- lauf .....	26
5	Über Verfahren zur Ermittlung optimaler Routen ..	29
5.1	Vorbemerkungen .....	29
5.2	Bestimmung des Ablaufes der atmosphärischen Zirkulation .....	30
5.2.1	Großwetterlagen .....	30
5.2.1.1	Umstellung auf Meridionalzirkulation .....	30
5.2.1.2	Nordwestwetterlagen .....	32
5.2.2	Höhenwind-Vorhersagekarten nach numerischen Ver- fahren .....	35

	Seite
5.3	Hilfsmittel, Umwegkarten ..... 36
5.4	Strategisches und taktisches Fahren ..... 37
5.4.1	Genralroute (Strategie) ..... 39
5.4.2	Approximation (Taktik) ..... 39
6	Auswertungen und Ergebnisse ..... 40
6.1	Nachträgliche Bestimmung optimaler Routen ..... 40
6.2	Nachträgliche Bestimmung des Weges kürzester Reisezeit ..... 40
6.2.1	Geschwindigkeitsabnahme im Seegang ..... 40
6.2.2	Routenverlauf im Seegang ..... 41
6.3	Auswertung von Reisen ..... 44
6.3.1	Reise nach Jacksonville, Florida ..... 44
6.3.2	Reise vom MS "Margarethe Bolten" von Emden nach Los Angeles ..... 44
6.4	Erfolge der Routenempfehlungen ..... 46
7	Anforderungen von Routenempfehlungen ..... 52
7.1	Routenempfehlungen des Seewetteramtes ..... 52
7.2	Ausländische Routenberatungsdienste ..... 53
7.3	Unterschiede zwischen den deutschen und den aus- ländischen Routenempfehlungen ..... 54
8	Fortschritte ..... 55

## Zusammenfassung

Die allgemeinverständliche Abhandlung befaßt sich mit den Grundlagen zur Routenermittlung und mit den zu folgernden Begriffsbestimmungen. So wird die "optimale Route" über den Ozean als der Kurs größtmöglicher Wirtschaftlichkeit definiert. Diese Festlegung beinhaltet die Forderung nach kürzester - relativer - Reisezeit, und zwar unter der Voraussetzung von häufig entscheidenden Zusatzbedingungen. Der Gewinn bezieht sich nicht nur auf die Reisedauer sondern auch auf die Vermeidung von Schäden an Schiff und Ladung.

Die verschiedenen Arten maritim-meteorologischer Navigation werden besprochen. Die Routenempfehlungen des Seewetteramtes basieren auf der Witterungsnavigation. Das lokale tägliche Wetter spielt für den geographischen Verlauf einer optimalen Route in der Regel keine entscheidende Rolle. Darum ist die Ermittlung von optimalen Routen auch ohne sichere Vorhersage des Wetters während der ganzen Überfahrtszeit möglich. Überlegungen, die zur Ermittlung optimaler Routen führen, werden an Reisen in den verschiedenen Jahreszeiten demonstriert. Die Ergebnisse der Überfahrten werden u.a. an eindrucksvollen Einzelbeispielen erörtert.

Form und Inhalt der Routenempfehlungen des Seewetteramtes unterscheiden sich - schon geographisch bedingt - erheblich von den Beratungen anderer Länder. Damit die Empfehlungen so vorteilhaft wie möglich genutzt werden, verlangt das deutsche Verfahren vom Schiffsführer eine selbständige Mitarbeit während der Überfahrt.

## Abstract

This paper, which is also suitable for the lay reader, is concerned with the fundamentals of procedure relating to ship routeing and the definitions to be followed in Germany. Thus, the "optimum route" over the ocean is defined as the course which is the most economic. This stipulation covers the requirement that a comparatively least time track be determined, and - indeed - one that fulfills the prerequisites of supplementary conditions which are frequently decisive for the route to be chosen. The advantage is referred not only to the duration of the voyage, but also to the avoidance of damage to ship and cargo.

The different methods of maritime meteorological navigation are discussed. The Seewetteramt's (Maritime Meteorological Office) routeing recommendations are based upon navigation in accordance with anomalies atmospheric circulation ("Witterungsnavigation"). Ordinarily, the actual local weather conditions do not play a decisive rôle for the geographical course of an optimum route. For that reason, it is also possible to ascertain optimum routes without the aid of definite weather forecasts for the whole of the crossing time. Considerations which can be taken into account when choosing optimum routes are demonstrated by examples of voyages made during the different seasons of the year. The results of the crossings are also discussed with reference to outstanding individual instances.

The form and content of the routeing recommendations of the Seewetteramt in Hamburg differ considerably from those of other countries - one evident reason being the geographical position of the ports on the German Bight. In order that the recommendations can be utilized to the best advantage, the German method requires supporting collaboration from the shipmaster during the crossing.

## 1 Einleitung

Das Leben der Menschen hat sich in den letzten 200 Jahren durch die Fülle der naturwissenschaftlichen Erkenntnisse und deren Anwendungen mehr geändert als in vielen Jahrtausenden zuvor. Die resultierende rasche Entwicklung unserer Zivilisation wurde nachhaltig auf zwei Wegen durch die Naturwissenschaft beeinflusst:

- 1) Sie erzeugte die Technik, die meist verhältnismäßig leicht gehandhabt werden kann und die die Bequemlichkeit des Menschen außerordentlich erhöht. Die Bedienung von Knöpfen und Schaltern genügt in der Regel, um eine bekannte Wirkung zu erzielen. Darum ist die Technik von einer breiten Öffentlichkeit willig angenommen worden; Vorbehalte wurden und werden nur gelegentlich laut.
  
- 2) Der andere Weg wird erst jetzt häufiger begangen. Er führt meist unmittelbar von naturwissenschaftlichen Fakten zur Anwendung in menschlichen Bereichen. Zu den naturbedingten Größen kommen andere hinzu, so daß ein komplexes Gebilde entsteht, dem die Zwangsläufigkeit der Veränderung fehlt, wie sie die Technik besitzt. An die Stelle einer gesetzmäßigen Änderung treten Wahrscheinlichkeiten und Risiken. Naturwissenschaftliche Daten dienen als Voraussetzungen und als Entscheidungshilfen.

Der Umgang mit solch einer komplexen Struktur, die aus einer Vielzahl sich gegenseitig mehr oder minder beeinflussender Größen besteht, ist nicht so einfach zu bewerkstelligen wie in der Technik. Die Handhabung eines komplexen Systems, dessen Veränderung von naturgegebenen Größen entscheidend mitbestimmt wird, verlangt vom Bearbeiter naturwissenschaftliches Verständnis. Das besteht weniger in fundiertem Wissen, als in der Fähigkeit, naturgegebene Zusammenhänge und Abläufe zu erkennen. Dieser Durchblick ist nicht immer vorhanden. Fehlentscheidungen werden getroffen, die dann zu Vorbehalten gegenüber den Naturwissenschaften und ihren Anwendungen führen.

Solche Vorbehalte behindern noch die Nutzung meteorologischer Routenempfehlungen an Schiffe zur Ozeanüberquerung. Denn die zur Bestimmung der Route erforderlichen naturbedingten Erwartungswerte werden heute in den meisten Fällen mit ausreichender Genauigkeit ermittelt. So sollte man meinen, daß fast alle Schiffe, die einen Ozean überqueren wollen, Routenempfehlungen verwenden. Wenn das nicht geschieht, so sind die erwähnten Vorbehalte verantwortlich zu machen. Diese abzubauen, soll ein Ziel der folgenden Ausführungen sein.

## 2 Der Begriff der "Routenempfehlungen an die Schifffahrt"

### 2.1 Vorbemerkungen

Die maritim-meteorologischen Institutionen der Welt, die sich mit der Erstellung solcher Routenempfehlungen befassen, haben im Laufe von zwei Jahrzehnten Entwicklungsarbeit im Prinzip übereinstimmende Definitionen angenommen. So beziehen sich "Routenempfehlungen an die Schifffahrt" ausschließlich auf Reisen, die über den Ozean von Kontinent zu Kontinent führen. Ferner erfolgt die Bestimmung der Routen nicht nur unter Berücksichtigung der meteorologischen Bedingungen, sondern auch aller anderen für den Kurs entscheidenden Größen. Schließlich soll die Route "optimal" sein - eine Forderung, die noch erklärt werden wird (vgl. Abschnitt 3).

Es ist verständlich, daß in der Schifffahrt der Begriff "Routenempfehlungen" nicht so eindeutig gebraucht wird, wie hier dargestellt wurde. Daraus ergeben sich immer wieder Mißverständnisse und demzufolge kritische Diskussionen, die sich bei Berücksichtigung der Definitionen überwiegend als gegenstandslos erweisen.

So wird häufig auch bei Fahrten über Randmeere von "Routenempfehlungen" gesprochen, also z.B. bei Nord- und Ostseereisen. Die Kleinräumigkeit dieser Seegebiete, die Kürze der Reisezeit sowie manche Schifffahrtswege lassen aber kaum noch alternative Routen zu, die die Auswahl eines optimalen Kurses gestatten. An Stelle einer meteorologischen Routenempfehlung tritt die "Wetterberatung" des zuständigen Seewetterdienstes, die vor

allem - aufgrund der Wetter- und Seegangsbedingungen - die Durchführbarkeit der Fahrt und die Zeit des Auslaufens behandelt.

Eine meteorologische Routenempfehlung braucht auch keine Schönwetterreise zu garantieren, wie manchmal angenommen wird. Wenn Sturmtiefs im Winter den Ozean über große Entfernungen aufwühlen, ist kaum ein Kurs anzugeben, auf dem kein schweres Wetter angetroffen wird. In anderen Fällen kann es bei erheblichen Umwegen Routen geben, auf denen überwiegend ruhiges Wetter herrscht. Jedoch könnte der Weg unnötig lang und daher nicht realistisch sein.

Eine meteorologische Routenempfehlung ist auch nicht gleichbedeutend mit einer Wettervorhersage für die ganze Überfahrtszeit, also auf dem Nordatlantik für 5 bis 10 Tage. Andernfalls könnten zuverlässige Routenempfehlungen grundsätzlich nicht ermittelt werden - wie auch gelegentlich behauptet wird -, da eine ausreichend detaillierte Seewettervorhersage heute in der Regel nur für 1 bis 2 Tage möglich ist. Tatsächlich ist der Verlauf einer optimalen Route aber kaum an das Tageswetter gebunden, sondern an die Großwetterlage (vgl. Abschnitt 2.2.3).

## 2.2 Meteorologische Navigation

Außer nautischen und anderen Faktoren beeinflussen naturbedingte Größen - vor allem meteorologische Zustände und Entwicklungen - den Verlauf optimaler Routen. Dementsprechend gehen in diese Kursbestimmungen Verfahren der meteorologischen Navigation ein. Die Fortschritte in der maritim-meteorologischen Wissenschaft führten zu drei verschiedenen zeitlichen Größenordnungen meteorologischer Elemente, die zur Navigation herangezogen werden können:

- 1) das Klima,
- 2) das Wetter,
- 3) die Witterung.

Im folgenden sollen die Anwendungen meteorologischer Daten auf die maritime Navigation in einem historischen Rückblick und nach dem derzeitigen Stand kurz besprochen werden.

### 2.2.1 Klima-Navigation

Sicherlich haben schon vor Jahrtausenden Seefahrer bewußt ihre Reisen nach räumlich und jahreszeitlich wechselnden Windsystemen und Meeresströmungen durchgeführt. Wohlbekannt sind die Reisen der Araber, die mit dem sommerlichen Südwest-Monsun von Afrika nach Indien segelten und im Winter mit dem Nordost-Monsun zurückkehrten. Ebenso nutzten die Dschunken im Chinesischen Meer die verschiedenen Windsysteme. Beide Beispiele sind glänzende Zeugnisse klimatologischer Navigation. Diese stieß in den gemäßigten Breiten der Ozeane auf größere Schwierigkeiten. Zwar hatte Kolumbus noch Glück. Ihm kamen die östlichen Komponenten der Passatwinde zugute, weil er seine vermeintliche Reise nach Indien von den Kanarischen Inseln aus antrat. Die herrschenden Windsysteme blieben im großen aber noch unbekannt. Erst im 16. Jahrhundert war der Golfstrom in groben Zügen entdeckt. So fuhren die spanischen Schiffe in südlichen Breiten der Nordhalbkugel nach Amerika und segelten auf der Rückkehr durch die Florida-Straße mit dem Golfstrom bis Kap Hatteras und von dort nach Spanien. Ähnlich begründet wurden noch im 18. Jahrhundert die Kurse von Postschiffen der amerikanischen Kolonien. Sie fuhren auf nördlichen Kursen nach England und kehrten in südlicheren Breiten zurück.

Der Durchbruch zur allgemeinen klimatologischen Navigation auf See begann erst vor der Mitte des 19. Jahrhunderts. Die Entwicklung ist eng an Matthew F. Maury geknüpft, einen Marine-Offizier, der später Professor der Meteorologie in Virginia (USA) wurde. Er entwickelte Instrumente, rüstete die Schiffe aus und führte allgemeine Beobachtungsverfahren und -richtlinien ein. Andere Schifffahrtsnationen wie England, die Niederlande und später Deutschland folgten nach. Das anfallende ungeheure Datenmaterial wurde in maritimen Atlanten, Monatskarten, Seehandbüchern u.a. verarbeitet. Man erkannte erstmalig die weltweiten Meeresströmungen und die großen Windsysteme der Erde wie Westwindgürtel, Passate, Monsune und die subtropischen Hochdruckzellen mit den mittleren jahreszeitlichen Veränderungen.

Dieses Wissen fand in den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts seine Anwendung in einer fast schon routinemäßigen Er-

stellung von "Segelanweisungen" für Reisen mit Segelschiffen nach allen Kontinenten. In Deutschland wurde diese Aufgabe seit 1868 von der Norddeutschen Seewarte, später Deutschen Seewarte in Hamburg wahrgenommen. Die Erfolge waren nach heutigen Maßstäben erstaunlich. So wurden auf dem Weg von Europa nach Nordamerika fast 8 Tage Reisezeit eingespart. Von England nach Australien betrug der Gewinn sogar 120 Tage.

### 2.2.2 Wetter-Navigation

Eine derartige Effektivität - wie die Segelanweisungen - haben meteorologische Routenempfehlungen bis heute nicht erreicht. Das liegt vor allem an der Technisierung und der damit verringerten Abhängigkeit der Schifffahrt von naturgegebenen Bedingungen. Die Kurswahl der Dampfschiffe, deren Zahl um die Jahrhundertwende rasch zunahm, war vom Wetter weitgehend unabhängig. Im Gegensatz zu den Seglern, die den Wind noch als Antriebskraft benötigten, brachten für maschinengetriebene Schiffe windschwache Verhältnisse die günstigsten Fahrtbedingungen. Die Funktion des Windes bei Seglern darf aber heutzutage nicht übersehen werden, wenn z.B. Routenempfehlungen an Hochsee-Yachten für Atlantik-Regatten erteilt werden.

Mit dem Verschwinden der großen Segler von den Weltmeeren und dem Anwachsen der Zahl der maschinengetriebenen Schiffe änderten sich die Anforderungen an die meteorologische Navigation. Die Klima-Navigation war nicht mehr gefragt, eine Wetter-Navigation konnte zunächst nicht praktiziert werden, weil die technischen Voraussetzungen fehlten. Erst die Einführung des Seefunkdienstes nach dem 1. Weltkrieg ermöglichte die sofortige Übermittlung der aktuellen Wetterbeobachtungen und -messungen von Bord über eine Küstenfunkstelle zu den meteorologischen Zentralen. Diese verfügten nun über das notwendige Material, um Ozean-Wetterkarten zu erstellen und Berichte und Warnungen für die Seegebiete ausstrahlen zu lassen. Damit war eine Wetter-Navigation von Bord aus prinzipiell möglich geworden.

Ziel dieser Navigation ist es, Gefahren durch das Wetter - und den Seegang - für Schiff, Besatzung und Ladung herabzusetzen und die Fahrt zu erhöhen. Zu diesem Zweck versucht der Schiffs-

führer, Tiefdruckgebiete so anzusteuern, daß er schwache bzw. achterliche Winde für seine Fahrt nutzen kann. Er bemüht sich, die Starkwindfelder in den Trögen der Zyklonen zu vermeiden, Nebelgebieten auszuweichen, Behinderungen an Wetterfronten auf möglichst kurze Zeit zu beschränken, tropischen Wirbelstürmen sachkundig zu begegnen u.a. mehr.

Wetter-Navigation wurde zunächst nur in beschränktem Umfang betrieben. Erst nach dem 2. Weltkrieg nahm an Bord die praktische Anwendung meteorologischer Unterlagen zu. Die über Telegrafie von Land aus verbreiteten kodifizierten Berichte und Wetterkarten konnten häufig nicht störungsfrei empfangen werden. Die entschlüsselten Texte und das an Bord entworfene Kartenmaterial erwiesen sich oft als sehr fehlerhaft und daher wenig brauchbar. Außerdem nahm die Reproduktion des Materials gerade dann, wenn es dringend gebraucht wurde - nämlich bei schwerem Wetter -, über Gebühr lange Zeit in Anspruch.

#### 2.2.2.1 Bildfunkwetterkarten (Faksimile-)

Die Situation änderte sich schlagartig, als die Faksimile-Übertragung von meteorologischen Unterlagen technisch realisiert worden war und Schiffe entsprechend ausgerüstet werden konnten. Der Deutsche Wetterdienst nahm sehr bald die Verbreitung von Karten unterschiedlichsten Inhaltes auf. Heute wird weltweit eine Fülle von Material übermittelt, so daß die Schwierigkeit für den Nautiker jetzt darin besteht, rasch und zuverlässig diejenigen Unterlagen herauszusortieren, die den Seefahrer und nicht nur den Fachmeteorologen und Flugkapitän interessieren (siehe Anlage 1, Seefax).

Mittels Knopfdrucks kann der Schiffsführer auf der Brücke in wenigen Minuten Kopien der Original-Unterlagen der meteorologischen Dienste empfangen und schnell und sicher seine Kursänderungen zur Wetter-Navigation vornehmen. Die Handhabung der Karten, die zur Ausbildung des Nautikers gehört, mag diesem nicht immer gegenwärtig sein. Darum hat M. Rodewald in einer "Fax-Fibel" (herausgegeben von der Fa. Dr. Ing. Rudolf Hell, Kiel) einfach und sehr anschaulich an einer Fülle von Abbildungen die Auswertung der Karten für die Wetter-Navigation gezeigt.

(Faksimile-Ausrüstung, Routenempfehlungen und Wetter-Navigation, vgl. Abschnitt 5.4.2).

### 2.2.3 Witterungsnavigation

Das Klima ist durch den Mittelwert bestimmter meteorologischer Größen gekennzeichnet; die aktuelle Einzelbeobachtung weicht aber meist von ihm ab. Deswegen sind Klimadaten zur Navigation nur beschränkt brauchbar (vgl. Abschnitt 2.2.1). Anders verhält es sich mit den Wettermeldungen, deren Verarbeitung in Wetterkarten die räumliche Verteilung der Wetterbedingungen veranschaulicht. Dadurch ist eine erfolgreiche Wetter-Navigation möglich. Allerdings wird eine Kursentscheidung durch die Unsicherheiten in der Wittervorhersage jeweils auf ein bis zwei Tage begrenzt.

Die Wetterabläufe folgen aber nicht regellos aufeinander, vielmehr zeigen sie eine gewisse Tendenz, die über Land und See zu Kälte- oder Hitze-, zu Regen-, Trocken- oder Sturmperioden führen können. Es handelt sich um Zeiträume, die sich über 5 bis 7 Tage, manchmal aber auch über Wochen erstrecken. Während das Tageswetter im wesentlichen von der Wetterlage bestimmt wird, werden die genannten Perioden durch eine häufige Wiederholung ähnlicher Wetterlagen oder einen bestimmten Wetterlagenablauf verursacht. Die Gesamtheit dieser zusammengehörigen Wetterlagen wird als Großwetterlage bezeichnet und die Auswirkung als Witterung.

Da solch eine Großwetterlage eine typische Zirkulationsform der Atmosphäre charakterisiert, die in der Regel nicht der mittleren entspricht, erscheint sie als Abweichung vom klimatologischen Wert, die als Anomalie bezeichnet wird. So zeigt sich häufig das sogenannte Islandtief, das im Mittel zwischen Südost-Grönland und Island liegt, weit südwärts verschoben (Abb. 1). Im Dezember 1978 wurde diese Tiefdruckzone sogar bis in die Breite von Irland verlagert; dementsprechend wanderten die nordatlantischen Weststurmfelder ebenfalls weit südwärts, nämlich in die Seegebiete zwischen Azoren und etwa 50° Nord (Abb. 2). Diese Dezember-Anomalie dauerte ungewöhnlich lange; sie stellte sich im Januar und Februar 1979 nach kurzen Unterbrechungen immer wieder ein.

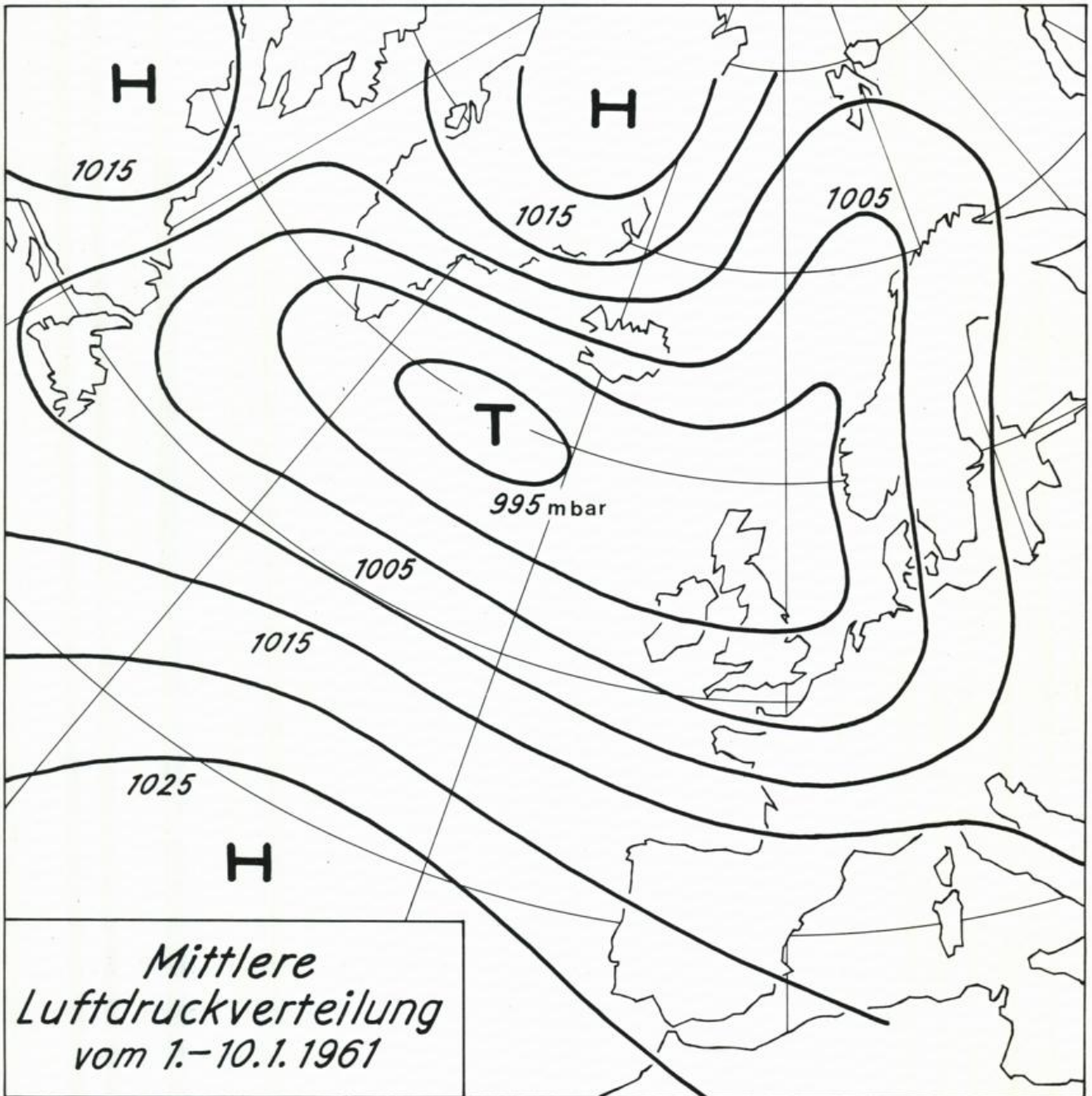


Abb. 1

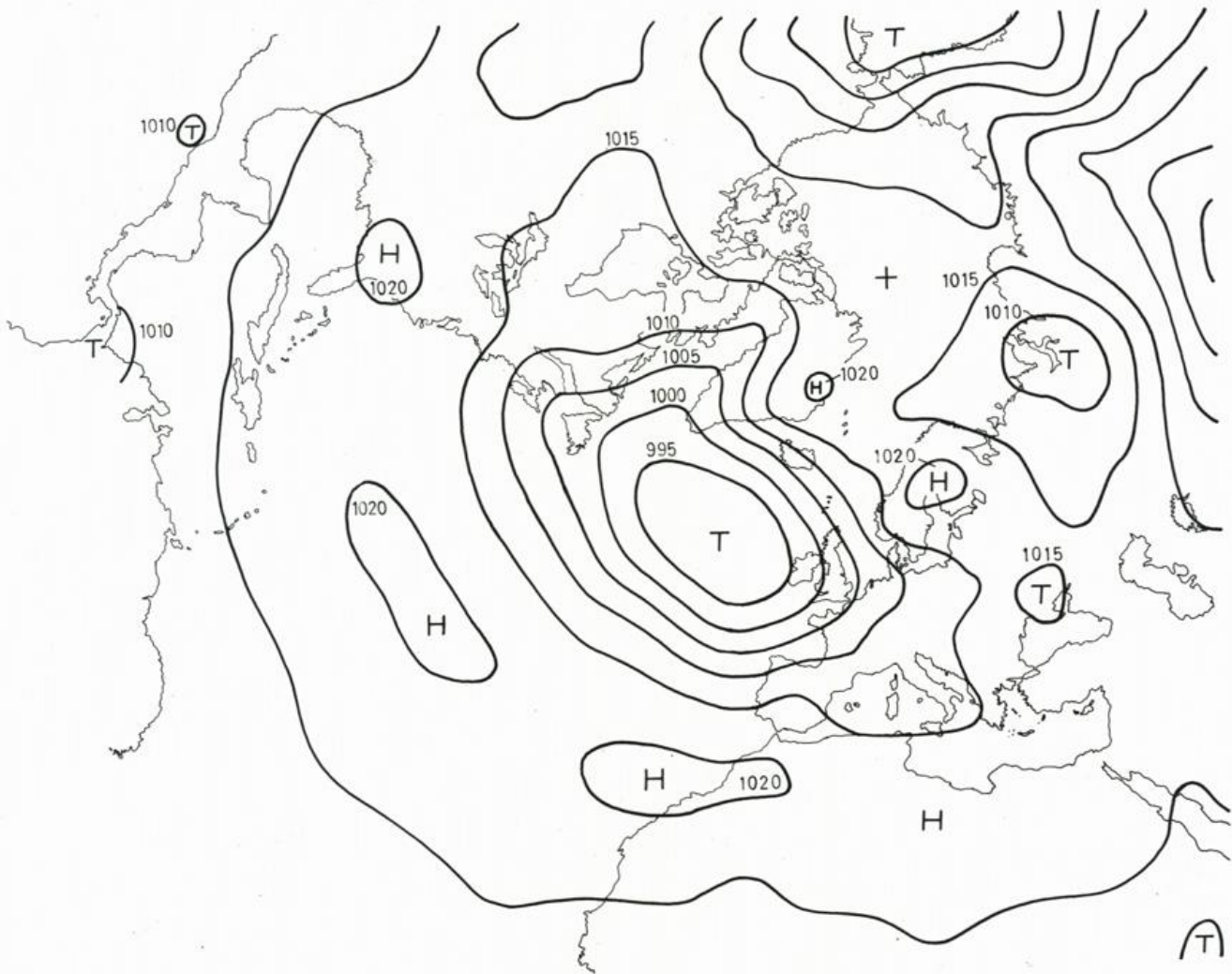


Abb. 2 Monatsmittel des Luftdrucks im Meeresniveau (mbar),  
Dezember 1978, Deutscher Wetterdienst, Die Groß-  
wetterlagen Europas, 1978

Die Nutzung solcher Großwetterlagen-Entwicklungen für Ozean-Überquerungen hat sich als wesentlich effektiver erwiesen als lediglich die Klima- oder Wetter-Navigation. Sie ist als Witterungsnavigation bezeichnet worden und wird vom Seewetteramt in Hamburg als wesentlicher Faktor zur Bestimmung optimaler Routen für die Schifffahrt verwendet.

### 2.2.3.1 Beispiel einer Witterungsnavigation

Ende Dezember 1960 und Anfang Januar 1961 wanderten Sturmzyklonen über den westlichen Nordatlantik entlang der energiereichen Grenze zwischen Kaltluft des amerikanischen Kontinents und subtropischer Warmluft über dem Golfstrom nach Nordosten. Sie zogen in derselben Richtung weiter und drehten mehr oder minder südlich von 60° Nord nach Osten und dann zur Nordsee ab. Ausläufer schwenkten anschließend über Skandinavien zur Norwegischen See.

Der geschilderte Ablauf kommt deutlich in der mittleren Druckverteilung vom 01. bis 10. Januar 1961 zum Ausdruck (Abb. 1). Die Haupttiefdruckrinne erstreckt sich etwa längs 60° Nord und weitet sich zur Nordsee aus. Eine Isobarenausbuchtung ist entsprechend der Verlagerung der Tiefs über dem Nordmeer zu sehen, eine andere gemäß der Herkunft der Zyklonen über Neufundland zu erkennen. Beachtlich ist ferner das meist stark ausgebildete Subtropenhoch, das den Westwind nördlich von ihm verstärkte, und das ebenfalls gut ausgebildete Grönlandhoch, das die Häufigkeit kräftigen Ostwindes im isländischen Raum erhöhte. Die anschauliche Illustrierung der Wetterlagen durch die mittlere Druckverteilung darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß die erwähnten Tiefdruckgebiete nach Intensität, Zugbahn, Umfang und Einzelheiten sehr voneinander abwichen; damit unterschieden sich auch die täglichen Wetterlagen bis zu einem bestimmten Grade voneinander.

Anfang Januar 1961 fischten deutsche Trawler auf den Bänken vor Labrador. Meteorologische Überlegungen führten zu der Annahme, daß die atlantischen Tiefdruckgebiete in der Folgezeit südlich von 60° Nord nach Osten ziehen würden, was sich, wie eben gezeigt, auch als richtig herausstellte. Dementsprechend waren weiter nördlich überwiegend östliche Winde zu erwarten. Zur Aus-

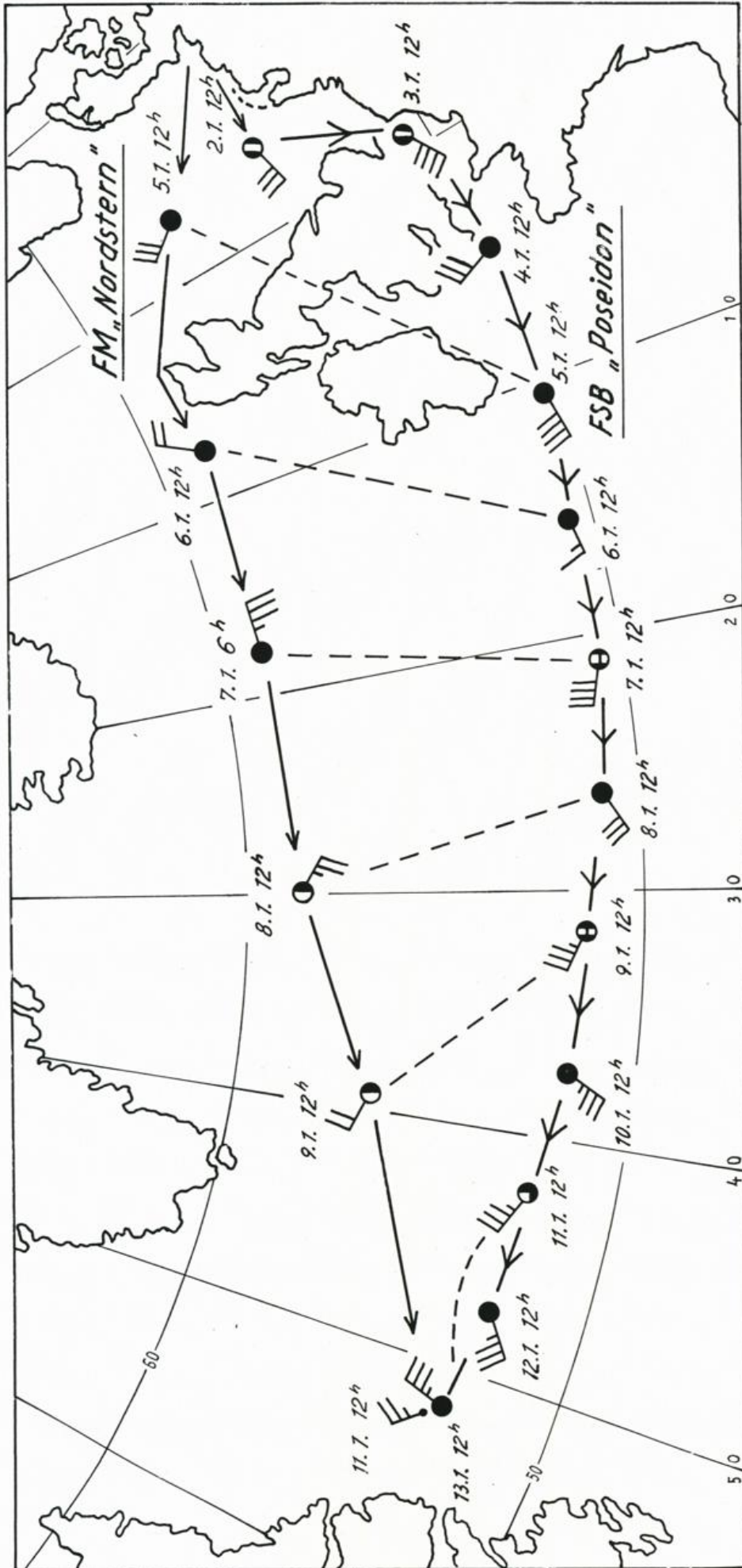


Abb. 3 Reisen FM "Nordstern" und FSB "Poseidon" Deutsche Bucht nach dem Fangplatz Sundalbank

a) FM "Nordstern" mit meteorologischer Routenempfehlung auf der Nordroute

b) FSB "Poseidon" wegen Fischereischutz auf der Südroute

nutzung der achterlichen Winde wurde dem deutschen FM "Nordstern" ein Kurs nördlich der zu vermutenden Tiefdruckbahnen empfohlen, der um Schottland führte. Die Abb. 3 eingetragenen Wettermeldungen des Fahrzeuges zeigen, daß tatsächlich über dem nördlichen Atlantik nur östliche Windkomponenten oder mäßige Nordwestwinde angetroffen wurden.

Einen Vergleich ermöglichte die Reise von FSB "Poseidon". Aus Gründen, die hier keine Rolle spielen (Fischereischutz bei Heringsloggern), erhielt das Schiff Order, durch den Englischen Kanal zu laufen. Die Meldungen in Abb. 3 zeigen an, daß die Fahrt recht stürmisch verlief. FSB "Poseidon" hatte auf der südlichen Route fast ununterbrochen mit steifen bis stürmischen vorderlichen Winden und entsprechend hoher See zu kämpfen. Die Reise erwies sich für Schiff und Besatzung als sehr belastend.

FM "Nordstern" legte drei Tage später als FSB "Poseidon" ab und kam zwei Tage vorher auf den Fangplätzen an. Die gestrichelten Linien in Abb. 3, die die zeitlich korrespondierenden Positionen der Schiffe verbinden, zeigen das Überholen deutlich an. Dieser Vorgang war einmal auf die etwas höhere Dienstgeschwindigkeit von FM "Nordstern", zum anderen auf die erheblich kürzere Distanz zum Zielgebiet zurückzuführen. Berücksichtigt man beide Zeitgewinne, so bleiben immer noch 36 Stunden übrig, die das Schiff auf dem nördlichen Weg früher ankam. Dieses Zeitersparnis kann nur als Folge günstigerer Wetterbedingungen angesehen werden.

### 3 Optimale Routen

#### 3.1 Optimale Route in der Luftfahrt

Zum besseren Verständnis einer optimalen Route in der Schifffahrt sei kurz das sehr einfache Prinzip eines entsprechenden Kurses bei den interkontinentalen Flügen erörtert. "Optimal" wird in der Luftfahrt als kürzeste Reisezeit ("Minimum time track") definiert. Diese hängt von zwei Größen ab:

1. Geschwindigkeit der Maschine über Grund,
2. Entfernung vom Start- zum Zielhafen.

Eine hohe Geschwindigkeit bedingt eine kurze Reisezeit, dagegen ein großer Umweg eine entsprechend lange Flugdauer. Wenn die größte Geschwindigkeit nicht auf dem Großkreis zu erreichen ist - wegen starker Gegenwinde - wird auf einem Umweg bei günstigeren Winden eine schnellere Reise erzielt werden können.

Dieser Zusammenhang ist in Abb. 4 leicht zu erkennen. Wenn  $s$  die Entfernung und  $v$  die Geschwindigkeit der Maschine auf einer Strecke bedeuten, so ergibt sich die zurückgelegte Reisezeit

$$T = \frac{s}{v}$$

Diese Formel gilt für jede Teilstrecke auf jeder Route. In Abb. 4 sind der Einfachheit halber nur 3 Routen  $S_1, S_2, S_3$ , mit je 3 Teilgeschwindigkeiten angenommen worden. Die Reisezeiten für die Routen werden wie folgt bestimmt:

$$T_1 = \frac{s_{11}}{v_{11}} + \frac{s_{12}}{v_{12}} + \frac{s_{13}}{v_{13}}$$

$$T_2 = \frac{s_{21}}{v_{21}} + \frac{s_{22}}{v_{22}} + \frac{s_{23}}{v_{23}}$$

$$T_3 = \frac{s_{31}}{v_{31}} + \frac{s_{32}}{v_{32}} + \frac{s_{33}}{v_{33}}$$

Jetzt kann  $T_3$  größer als  $T_2$  sein, weil die Strecken  $s_{31}, s_{32}, s_{33}$  zu groß sind. Ferner kann  $T_1$  größer als  $T_2$  sein, weil die Geschwindigkeiten  $v_{11}, v_{12}, v_{13}$  zu gering sind. Dann wird auf  $S_2$  die schnellere Reise gemacht.

Man kann die Reisezeit  $T$  auf beliebig vielen Routen mit beliebig vielen Teilstrecken ermitteln. Dann ist diejenige Route, auf der  $T$  ein Minimum wird, die gesuchte optimale Route oder der "Minimum time track".

Es ist ersichtlich, daß die Berechnung der optimalen Route auf die Vorausbestimmung der Geschwindigkeiten für die gesamte Flugzeit und den in Frage kommenden Raum reduziert werden kann. Diese Fluggeschwindigkeit über Grund setzt sich - wie oben auch für die Reisezeiten angeführt - wiederum aus zwei Größen zusammen:

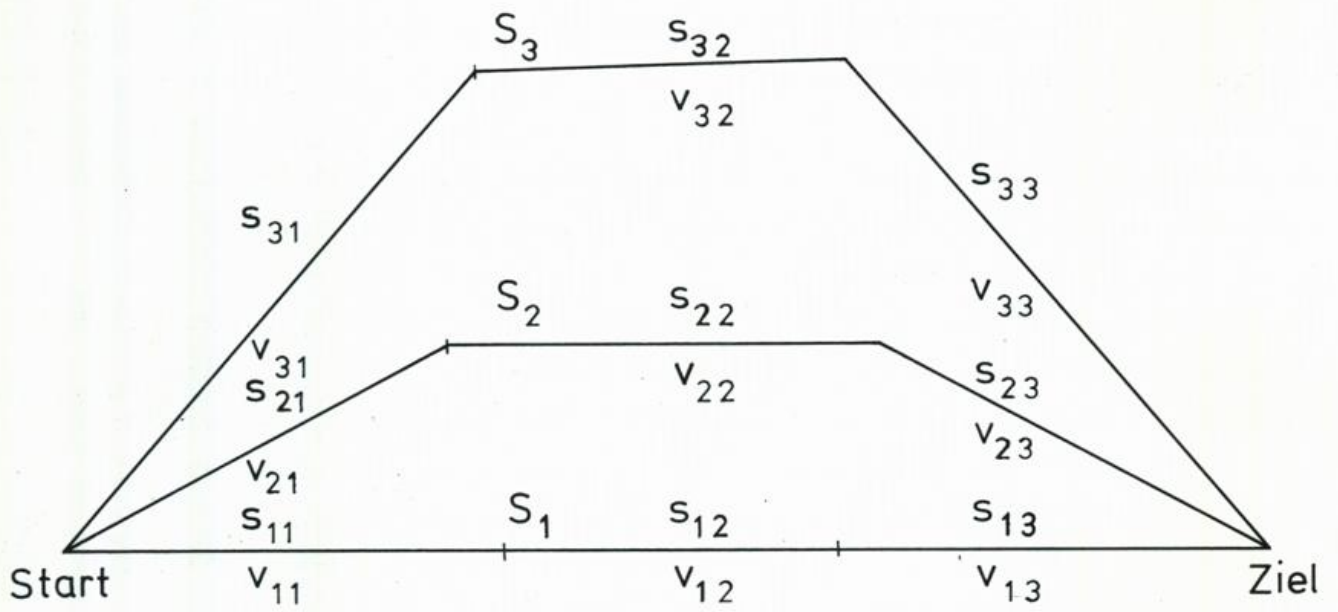


Abb. 4 Schema zur Berechnung einer Route kürzester Reisezeit

1. der Eigengeschwindigkeit der Maschine (True air speed),
2. dem Wind nach Richtung und Geschwindigkeit (Windvektor).

Die vektorielle Addition (Geschwindigkeitsdreieck, Abb. 5) ergibt die gesuchte Geschwindigkeit des Luftfahrzeuges über Grund.

Das eigentliche Problem der Ermittlung des Weges kürzester Reisezeit besteht also in der Vorausbestimmung des Windes für die Flugzeit. Dieser kann aber heute mit ausreichender Genauigkeit aus den numerischen Höhenwind-Vorhersagekarten, z.B. denen des Deutschen Wetterdienstes, für 12 bis 24 Stunden entnommen werden.

### 3.2 Optimale Route in der Seeschifffahrt

#### 3.2.1 Bestimmungsgrößen der Schiffsgeschwindigkeit

##### 3.2.1.1 Vorbemerkungen

In der Schifffahrt spielt der Weg kürzester Reisezeit ebenfalls eine wichtige Rolle, wenn er auch in der Regel nicht ausschließlich eine optimale Route bestimmt. Prinzipiell ist die Ermittlung eines solchen "Least oder Minimum time track" auf See - genau wie in der Luftfahrt - auf die Geschwindigkeiten des Fahrzeuges während der Überfahrtszeit zurückzuführen. Die Reisezeiten auf verschiedenen Kursen setzen sich ebenfalls aus Summen  $\frac{s}{v}$  zusammen. Bei Unterteilung einer Route in unendlich viele Teilstrecken mit entsprechenden Geschwindigkeiten läßt sich die Summe durch ein Integral ausdrücken:

$$T = \int_0^z \frac{1}{v} ds = \text{Minimum}$$

In der Formel bedeuten o und z Start- und Zielhafen, ds die punktähnliche Wegstrecke, v die zugehörige Fahrt über Grund und T die Reisezeit. Unter allen errechneten Reisezeiten wird die kleinste ausgesucht; d.h., das Integral soll zu einem Minimum werden. Die entsprechende Route stellt den Weg kürzester Reisezeit dar.

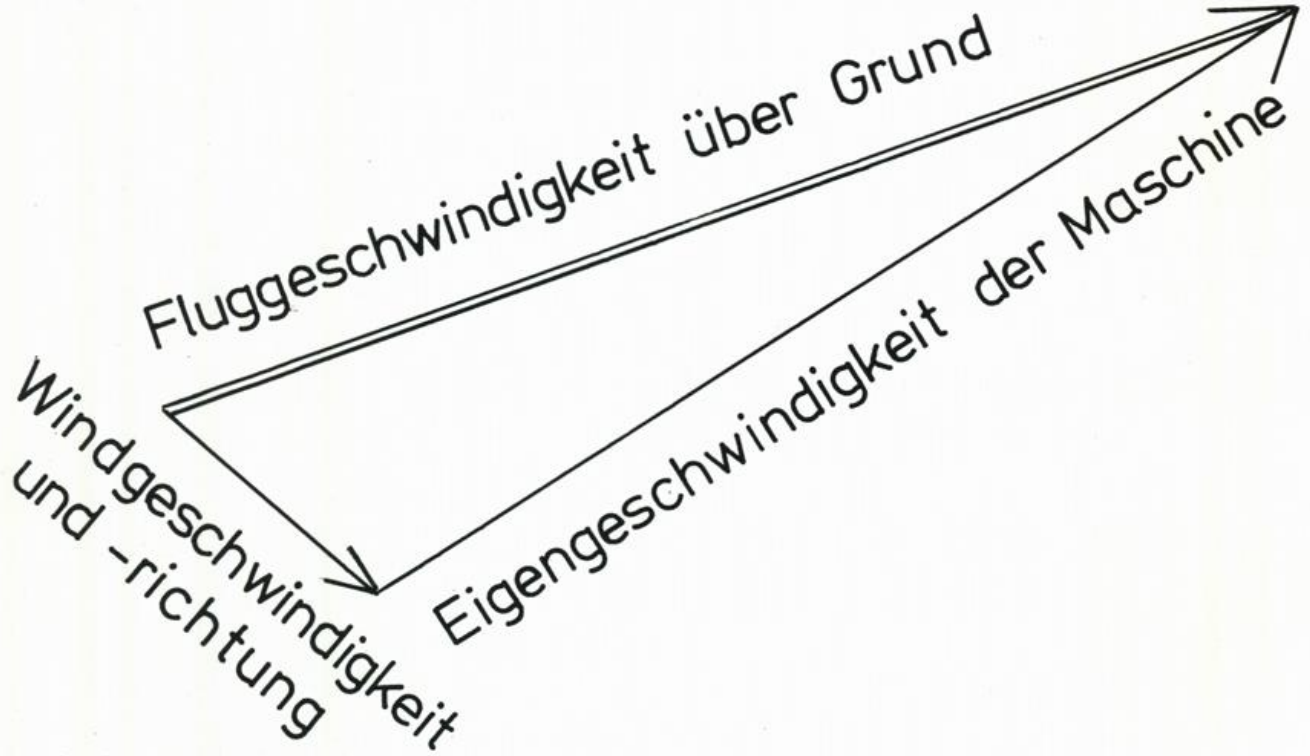


Abb. 5 Addition von Geschwindigkeitsvektoren

Die erforderliche Vorausbestimmung der Schiffsgeschwindigkeit für alle in Frage kommenden Positionen eines Seeraumes, und zwar für die gesamte Überfahrtszeit, ist außerordentlich viel schwieriger durchzuführen als bei Flügen. Das hat zwei Gründe:

1. Eine Schiffsreise dauert sehr viel länger - etwa so viel Tage wie ein interkontinentaler Flug Stunden
2. Die Reisegeschwindigkeit wird nicht nur vom Wind geändert, sondern von einer großen Zahl von Faktoren - deren Wirkungen z.T. noch recht kompliziert sind.

### 3.2.1.2 Faktorengruppen

Man kann die Faktoren, die die Schiffsgeschwindigkeit beeinflussen, in zwei Gruppen aufzuteilen:

#### I. Naturbedingte Größen

1. Wind
2. Seegang
3. Meeresströmung
4. Nebelbedingungen
5. Eisverhältnisse
6. Schiffsvereisung

#### II. Nautische, wirtschaftliche, technische Größen

1. Dienstgeschwindigkeit
2. Größe, Typ, Tiefgang
3. Ausrüstung (Radar u.a.)
4. Ladung
5. Beladungszustand
6. Verhalten des Kapitäns

#### Zu I.

Wenn das Schiff als U-Boot führe, würde seine Geschwindigkeit nur von der Meeresströmung beeinflußt werden. Das Fahrzeug müßte im Ozean driften wie das Flugzeug im Wind. Das Schiff bewegt sich jedoch im Grenzgebiet zwischen Ozean und Atmosphäre; es wirken also diese beiden Medien und die Grenzschicht auf das Fahrzeug ein. Dadurch ist die hohe Zahl der Einflußgrößen bedingt.

Der Wind beeinträchtigt die Fahrt nur über den Druck auf den Schiffskörper und die Aufbauten sowie die Turbulenz. Die Größe, der Typ des Schiffes und der jeweilige Tiefgang gehen ein, ferner die Windrichtung zum Kurs.

Der bedeutendste Einflußfaktor ist der Seegang. Auf ihn entfallen etwa 70 % der Fahrtreduktion. Windsee und Dünung, aus denen sich der Seegang zusammensetzt, wirken unterschiedlich stark auf das Schiff. Die Windsee bremst die Fahrt stärker als die Dünung. Die wesentlichste Komponente des Seeganges stellt die Wellenhöhe dar. Da die Energie des Seeganges proportional zum Quadrat der Wellenhöhe zunimmt, reduzieren hohe Wellen die Geschwindigkeit besonders stark. Der Energie-Übergang von der See auf das Fahrzeug erfolgt besonders durch Druck und Turbulenz am Schiffskörper und wird vor allem im Rollen und Stampfen, im Gieren und in Tauchschwingungen sichtbar. Der Betrag hängt ferner von der Laufrichtung der Wellen zum Schiffskurs ab. Weitere Komponenten des Seeganges sind die Wellenlänge bzw. -periode und die Steilheit der See. Wenn die Rollperiode des Schiffes mit der Wellenperiode übereinstimmt und die Schiffslänge mit der Wellenlänge vergleichbar ist, kann eine erzwungene Fahrtreduktion eintreten, oder eine freiwillige aus Sicherheitsgründen ratsam sein.

Eine Berücksichtigung der Meeresströmung ist nur in einigen Gebieten erforderlich, wie in Meerengen, an der Küste, im Kuro Schio oder Golfstrom. Im letzteren ist die Strömung bis in Höhe von Neufundland zu beachten, aber vor allem in der Florida-Straße oder bei Kap Hatteras. In den Weiten der Ozeane sind die räumlichen Geschwindigkeitsunterschiede so gering, daß sie keinen Einfluß auf den Routenverlauf besitzen.

Eine Fahrtreduktion im Nebel tritt nur bedingt auf, sie hängt von der Ausrüstung des Schiffes und der Auffassung des Kapitäns ab. Er wird berücksichtigen müssen, ob er sich auf einem viel befahrenen Schiffahrtsweg befindet und ob noch andere Hindernisse wie Eis oder hoher Seegang zu erwarten sind. Ein schon bei der Routenplanung berücksichtigter Umweg mag eine kürzere Reisezeit versprechen.

Eisberge wie auch Treibeis können im Nordatlantik vor allem um Neufundland von Bedeutung sein; insbesondere wenn noch andere Faktoren hinzutreten, ist eine erhebliche Fahrtreduktion nicht auszuschließen. Es gelten ähnliche Überlegungen wie bei Nebelfeldern.

Die Schiffsvereisung stellt nur in bestimmten Seegebieten eine Gefahr dar, die eine Fahrtminderung erzwingt bzw. die in der Routenplanung schon vermieden werden sollte.

## Zu II.

Die hier genannten Faktoren ändern nicht unmittelbar die Geschwindigkeit eines Schiffes. Ihr Einfluß ergibt sich erst im Zusammenwirken mit den unter I. genannten naturbedingten Größen.

Die Dienstgeschwindigkeit ist nicht nur das Grundelement der Reisezeit, sie kann auch von vornherein gewisse Routen begünstigen oder ausschließen. Schnelle Schiffe können den Zielhafen schon erreicht haben, bevor schweres Wetter aufkommt; langsame Schiffe dagegen begegnen ihm noch.

Die Bedeutung der Größe des Schiffes usw., der Ausrüstung für die Fahrt ist schon beispielhaft beschrieben worden.

Die Ladung stellt vor allem eine Zusatzbedingung dar. Für Erzfrachter kann es gefährlich sein, gegen eine See zu laufen, deren Wellenlänge annähernd mit der Schiffslänge übereinstimmt. Schiffe in Ballast werden Seegebiete vermeiden wollen, in denen eine quer einfallende See bestimmter Periode eine gewisse Wellenhöhe überschreitet, andernfalls würde die Stabilität des Schiffes gefährdet werden.

Der Beladungszustand kann es notwendig machen, daß eine maximale Wellenhöhe nicht überschritten wird. Deckscontainer und überhaupt Decksladung können die Stabilität des Schiffes herabsetzen und bei Schiffsvereisung zu erheblichen Verzögerungen beim Löschen führen. Manchmal sind auch schiffsraum-meteorologische Gefahrenzonen zu beachten.

Das Verhalten des Kapitäns ist von einer nicht unerheblichen Bedeutung für die Reisegeschwindigkeit und in der Praxis für die Wahl der Route. Ein Schiffsführer wird bei außergewöhnlich hohen Wellen Kurs gegen die See aufnehmen und mit der Fahrt praktisch auf Null heruntergehen, um das Schiff mit Besatzung und die Ladung nicht zu gefährden sowie einen unvertretbar

hohen Treibstoffverbrauch zu vermeiden. Manche Kapitäne werden zögern - wenn es nicht unbedingt notwendig ist -, ein Seegebiet zu passieren, mit dessen besonderen Bedingungen sie keine Erfahrung besitzen. Die unterschiedlichen Ansichten der Kapitäne über die Auswirkungen äußerer Bedingungen auf das Fahrzeug und damit die Risiken engen die Routenwahl ebenfalls ein. Das Können und die Verantwortlichkeit des Schiffsführers verlangen, daß seine Forderungen und Wünsche bei der Routenermittlung respektiert werden.

### 3.2.2 Definition der optimalen Route in der Seeschifffahrt

#### 3.2.2.1 Der Begriff "optimal"

Die obigen Ausführungen haben gezeigt, daß die Faktoren, die die Schiffsgeschwindigkeit beeinflussen, noch eine andere Funktion ausüben. Sie stellen Zusatzbedingungen dar, deren Einhaltung Schäden an Schiff und Ladung möglichst verhindern soll. D.h., das Sicherheitsrisiko ist gering zu halten, und der Zweck der Reise, nämlich die Waren unversehrt und so schnell wie möglich zum Zielhafen zu transportieren, soll erreicht werden.

Eine Route, die diese Bedingungen erfüllt, heißt "optimal" und ist mit der wirtschaftlichsten Route gleichzusetzen.

#### 3.2.2.2 Mathematische Formulierung

Der Begriff "optimal" kann auf die Route kürzester Reisezeit unter Einhaltung vorgegebener Zusatzbedingungen reduziert werden. Die Formel lautet:

$$T = \int_0^z \frac{1}{v} ds = \text{Minimum bei bestimmten Nebenbedingungen}$$

(vgl. Abschnitt 3.2.1.1).

Wenn z.B. ein Schiff während der Überfahrt keine höheren Wellen als 3 m von der Seite antreffen soll, so muß von all den Routen, die diese Bedingung erfüllen, diejenige mit der kürzesten Reisezeit ausgewählt werden.

#### 4 Überlegungen und Beispiele zur Routenwahl im Nordatlantik

##### 4.1 Nord- oder Südroute

Ein Schiff, das einen Hafen der Deutschen Bucht oder den Nord-Ostsee-Kanal verläßt und nach Nord- oder Mittelamerika fahren soll, hat zwei mögliche Wege, wenn kein Zwischenhafen anzulaufen ist:

1. im Norden um Schottland (durch den Pentland Firth),
2. den üblichen Kurs durch den Englischen Kanal.

Der Weg im Norden um Schottland an Kap Race vorbei und weiter zu den Häfen an der Ostküste Nordamerikas bis nach Jacksonville ist etwa 100 bis 110 sm kürzer als derjenige durch den Englischen Kanal. Selbst zur Florida-Straße und damit zu den Golfhäfen ist die Entfernung im Norden um die Britischen Inseln noch etwa 90 sm kürzer (Abb. 6).

Noch gravierender ist der Vorteil der kürzeren Distanz, wenn die Zielhäfen in Kanada vor allem am St.Lorenz-Strom liegen (Quebeck, Montreal, Toronto u.a.), sofern die Belle-Isle-Straße im Norden von Neufundland passiert werden kann (günstige Eisverhältnisse). Dann ergibt sich auf dem Weg um Schottland zur Belle-Isle-Straße gegenüber dem durch den Englischen Kanal eine Einsparung von ca. 210 sm. Am größten erweist sich der Gewinn, wenn die Distanz auf der Nordroute zur Belle-Isle-Straße mit der Entfernung auf dem Weg durch den Kanal und weiter im Süden um Neufundland durch die Cabot-Straße verglichen wird; der nördliche Weg zu den kanadischen Häfen ist ca. 350 sm kürzer, was etwa einer Tagesreise entspricht. Erst wenn Reisen zur Mona-Passage unternommen werden, die meistens zum Panama-Kanal führen und weiter zur Westküste Nordamerikas (Los Angeles, San Francisco u.a.), ist die Distanz im Norden ca. 130 sm länger als durch den Ärmelkanal.

Es erscheint überraschend, daß Nordatlantik-Reisen häufig durch den Englischen Kanal angetreten werden, daß also der Vorteil der kürzeren Distanz im Norden ungenutzt bleibt. Diese scheinbare Ungereimtheit hat meteorologische und hydrographische

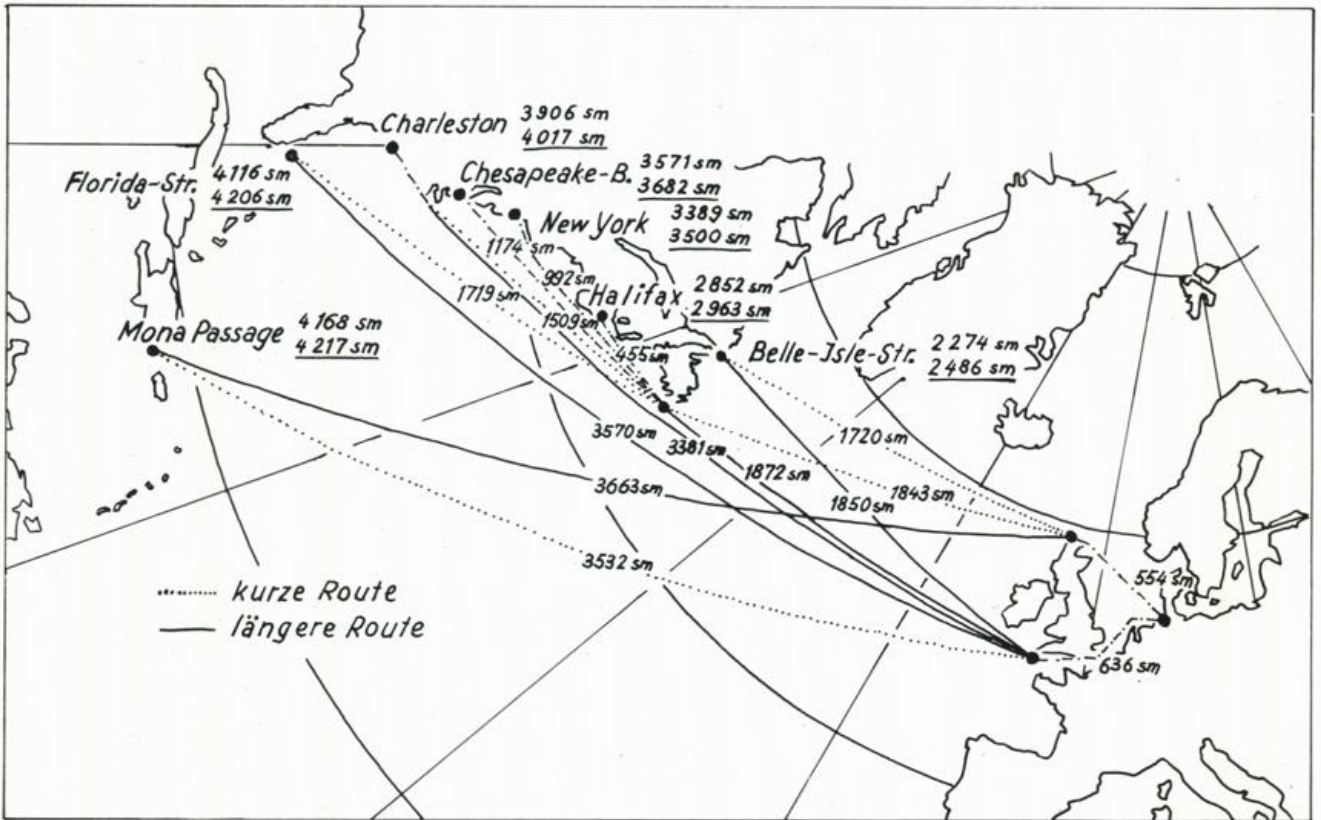


Abb. 6 Entfernungen von der Deutschen Bucht nach Zielhäfen in Nord- und Mittelamerika - einmal durch den Englischen Kanal, zum anderen im Norden Schottland

Gründe. Im klimatologischen Mittel führen nämlich die nördlichen Kurse näher an die Tiefdruckgebiete um Island und an die zugehörigen Randzyklonen heran. Die Wahrscheinlichkeit hohen Seeanges und damit stärkerer Fahrtbehinderung wäre dementsprechend auf nördlicheren Breiten größer als auf südlicheren Kursen. Hinzu kommt, daß Nebel- und Eisgebiete um Neufundland je nach Gegebenheiten umfahren werden müssen, daß also Kap Race nicht mehr direkt angesteuert werden kann. Durch den einzuschlagenden Umweg wird der Vorteil der kürzeren Entfernung auf den nördlichen Wegen verringert oder überhaupt verschwinden.

Obige Überlegungen, die gegen eine Nordroute sprechen, gehen - wie gesagt - von klimatologischen Mittelwerten aus, brauchen also für den Einzelfall nicht maßgeblich zu sein (vgl. Abschnitt 2.2.3). Die Frage, ob eine Route durch den Englischen Kanal oder ob der alternative Kurs um Schottland zu empfehlen ist, hängt von der zu erwartenden Zirkulation sowie den gegebenen Zusatz- und geforderten Nebenbedingungen ab (vgl. Abschnitte 3.2.1.2 und 3.2.2). Das herrschende und kurzfristig zu erwartende Wetter spielen bei Antritt der Reise in den meisten Fällen keine entscheidende Rolle für die Routenwahl. Denn wenn das Schiff die Scilly-Inseln bzw. den Pentland-Firth passiert hat, sind bereits rund 48 Stunden seit dem Termin derjenigen meteorologischen Daten vergangen, die zur Erarbeitung der Empfehlung benutzt wurden. Erst danach müssen sich die Witterungsbedingungen auf dem Atlantik so gestalten, daß sich der eingeschlagene Kurs (nördlich oder südlich um die Britischen Inseln) für weitere 3 bis 6 Tage als richtig erweist. Eine Fehlentscheidung kann nicht mehr korrigiert werden, sobald das Schiff vom Westausgang des Kanals oder vom Pentland-Firth zur Atlantikfahrt ansetzt. Die sekundäre Rolle des Wetters während der ersten zwei Reisetage kann dazu führen, daß ein Schiff zunächst (in der Nordsee oder im Kanal) in ungünstiges Wetter hineingeschickt wird in der Erwartung, daß die folgende Atlantikfahrt besonders vorteilhaft verläuft und die anfängliche Fahrtreduktion ausreichend überkompensiert.

#### 4.2 Überlegungen zu Routenempfehlungen im Jahresverlauf

1. Im November und Dezember ist das Islandtief manchmal weit nach Süden verlagert. Wenn dann das Eis noch nicht zur Ostküste Neufundlands gelangt ist, können alle Häfen Nordamerikas, die Golfhäfen und sogar der Panama-Kanal günstig auf der Nordroute über den Großkreis Schottland - Kap Race bzw. zur Mona-Passage erreicht werden. Falls das Eis es nicht erlaubt bzw. die Schiffsausrüstung unzureichend ist, die Belle-Isle-Straße zu passieren, können kanadische Häfen noch durch die Cabot-Straße angelaufen werden. Ferner ist es möglich, zu sämtlichen US-Ostküsten-Häfen und nach Abaco unmittelbar Kurs abzusetzen, weil zu dieser Zeit nur selten Nebel vor der amerikanischen Küste herrscht, der Golfstrom - auch bei Kap Hatteras - nicht sehr stark ausgebildet ist und Vereisungsgefahr noch nicht besteht.
2. In der zweiten Winterhälfte werden die Bedingungen komplizierter. Zunächst ist zu berechnen, ob die Nordroute distanzmäßig auch dann noch kürzer ist, wenn die Eisgrenze südöstlich von Kap Race angesteuert werden muß. Bietet die Nordroute keinen erheblichen meteorologischen Vorteil und erscheint die Lage instabil, so wäre die Kanalroute zu bevorzugen. Die Entscheidung mag anders ausfallen, wenn das Schiff eine entsprechende Ausrüstung besitzt (eisverstärkter Bug), und der Kapitän in der Kanadafahrt erfahren ist. So kann am selben Tag dem einen Schiff der Weg um Schottland, dem anderen die Kanalroute als optimal empfohlen werden.
3. Im Januar und Februar treten Blizzard-Situationen über Nordamerika auf. Schiffe können im Kaltwasserstrom vor der amerikanischen Küste stark vereisen. Wenn sie Decksladung befördern (Container), werden die Löscharbeiten wesentlich verzögert (vgl. Abschnitt 3.2.1.2 - Beladungszustand). Das gilt für alle Häfen nordöstlich von Norfolk. Um diesen Nachteil zu vermeiden, werden die Schiffe bis etwa zur Position "C" geführt und weiter im nördlichen Golfstromgebiet bis in Höhe des Zieles. Von dort ist Kurs gegen den Wind, ggf. mit reduzierter Fahrt, d.h. geringerer Spritzwasservereisung, zum Hafen zu nehmen.

Zum Punkt "C" wird die Route nur dann um Schottland führen, wenn ein eindeutiger und sicherer meteorologischer Vorteil besteht. Denn die Nordroute ist nur unwesentlich kürzer als der Großkreis durch den Kanal.

4. Im Frühjahr bis zum Sommeranfang ist die Bestimmung optimaler Routen am problemreichsten. Zum einen ist die Wetterentwicklung noch sehr intensiv und es wechseln winterliche schon mit sommerlichen Lagen ab, zum anderen treten drei Einflußgrößen auf:

- a) Das Eis dehnt sich östlich von Neufundland weit nach Süden aus,
- b) der Nebel erreicht über den Grand Banks und dem Kaltwassergebiet vor der amerikanischen Küste infolge der jetzt nordwärts vorstoßenden subtropischen Warmluft sein Maximum an Intensität und Ausdehnung, und schließlich
- c) der Temperaturgegensatz zwischen dem noch kalten Kontinent und der Erwärmung über dem Süden der USA und dem Westatlantik ist so stark, daß eine Häufung intensiver Zyklonen im Fahrtgebiet auftritt.

Im Seegebiet vor Neufundland treffen also in dieser Zeit Wind (Seegang), Nebel und Eis (Growler) häufig zusammen; d.h., selbst ein erfahrener Kapitän mit geeignetem Schiff wird in dem fraglichen Gebiet mit der Fahrt heruntergehen. So kann es günstiger sein, die Eisgrenze zu umfahren, damit wird aber die Nordroute meist länger. Dieser Weg kann dann nur noch empfohlen werden, wenn die Zirkulation auf dem nördlichen Weg einen eindeutigen und gesicherten meteorologischen Vorteil verspricht.

5. Im Juli hat die Zyklonentätigkeit vor der amerikanischen Küste infolge der Erwärmung über dem Kontinent stark abgenommen. Das Eis ist im Rückzug befindlich, im Südteil sind meist nur noch weitverstreut einzelne Eisberge und Growler anzutreffen. Als ernsthaftes Hindernis bleibt der Nebel über den Neufundland-Bänken und auf dem viel befahrenen Schiffahrtsweg vor der amerikanischen Küste.

6. Im August und September sind optimale Routen in der Regel am einfachsten zu ermitteln. Stürme treten selten auf, und dann auch nur kurzzeitig mit entsprechend niedrigen Wellenhöhen. Die meteorologischen Verhältnisse spielen lediglich in Ausnahmefällen, die vom Schiff bedingt sein können, eine Rolle. Damit kommt der Vorteil der kürzeren Distanz der Nordroute entscheidend zu Geltung. Er wird noch vergrößert, weil die Gebiete um Neufundland meist eisfrei sind, die Belle-Isle-Straße offen ist und die Nebelneigung erheblich nachgelassen hat. So können alle Zielhäfen auf Großkreiskursen angelaufen werden.

Zwei meteorologische Gründe können aber die Wahl der Nordroute in Frage stellen:

- a) Der Golfstrom ist noch recht stark. Schiffe auf Reisen in Richtung Florida-Straße sollten den Strom schon in Höhe Neufundlands passieren. Damit entfällt aber der Vorteil der kürzeren Distanz auf dem nördlichen Wege.
- b) Die Zahl der tropischen Wirbelstürme erreicht ihr Maximum. Die Route muß so gewählt werden, daß ein Kollisionskurs mit der Zyklonenbahn vermieden wird. Die Überlegungen entfallen, wenn keine tropischen Wirbelstürme vorhanden sind und die Wetterlage gegen ihre Entstehung spricht.

Die Kanalroute kann auch angeraten sein, wenn Schiffe mit geringer Maschinenleistung den Atlantik überqueren sollen, da bei diesen Schiffen eine ruhigere Fahrt meist wichtiger ist als die Reisezeit-Ersparnis. Das gilt aber nur, wenn die atmosphärische Zirkulation auf der Südroute wirklich geringere Windstärken verspricht.

7. Im Oktober bestehen noch die Vorteile des Spätsommers (kaum Nebel und Eis), so daß die Nordroute bevorzugt erscheint. Allein die Ende September beginnenden Sturmentwicklungen über dem Nordwest-Atlantik können zur Wahl der Kanalroute zwingen.

Die oben aufgeführten, über die Jahreszeiten verteilten Beispiele verweisen lediglich auf bevorzugte Überlegungen. Sie stellen keineswegs Routenempfehlungen für die einzelnen Monate dar.

## 5 Über Verfahren zur Ermittlung optimaler Routen

### 5.1 Vorbemerkungen

Die optimale Route ergibt sich aus dem zu erwartenden Witterungsverlauf (Zirkulation), und zwar unter Berücksichtigung von Zusatzbedingungen (vgl. Abschnitte 2.2.3 und 3.2.1.2). Die Einflüsse der Witterung und der Zusatzgrößen können für den geographischen Verlauf der optimalen Route sehr unterschiedlich sein. In vielen Fällen ist die atmosphärische Zirkulation fast ausschließlich entscheidend für die Wahl der Route; in anderen Fällen dominieren die Zusatzbedingungen, dann ist der wirtschaftlichste Kurs von der Witterung nahezu unabhängig.

Der Einfluß der Witterung (Zirkulationsanomalie) auf den Verlauf der optimalen Route wurde bereits an einem Beispiel demonstriert (vgl. Abschnitt 2.2.3.1). Es kommt offenbar darauf an, daß die atmosphärischen Druckgebilde (Tiefs und Hochs) vom Schiff derart angesteuert werden, daß überwiegend schwache oder achterliche Winde mit entsprechendem Seegang auftreten, und zwar innerhalb eines nicht zu großen Umweges. Schiffe auf der Fahrt von Europa nach Amerika müssen nördlich der Zyklonen bleiben, auf Gegenkurs sollten sie sich südlich der Tiefs halten. Es ist also für den Verlauf der Route weniger wichtig, ob ein Schiff heute oder morgen in die Rückseite eines Tiefs gerät, auch die Schwere des Wetters ist in dieser Hinsicht nicht so entscheidend. Diese Größen bestimmen zwar die Reisezeiten, jedoch ist nach diesen nicht gefragt, sondern nur nach den Differenzen. Bei Differenzbildungen fallen aber die Fehler in den Reisezeiten weitgehend heraus.

## 5.2 Bestimmung des Ablaufes der atmosphärischen Zirkulation

### 5.2.1 Großwetterlagen

#### 5.2.1.1 Umstellung auf Meridionalzirkulation

Witterungsnavigation, die hier eingeht, besteht in der Vorausbestimmung der Zugbahnen der Tief- und Hochdruckgebiete. Dabei kommt es nicht nur auf die Bahn der gerade herrschenden Tiefdruckserie, sondern auch auf eine veränderte Zugbahn der nachfolgenden Serien an. Soll ein Schiff von A nach Z fahren (Abb.7 oben), so möge die Zugbahn der Tiefs zum Zeitpunkt des Auslaufens nördlich vom Großkreis liegen. Der Weg kürzester Reisezeit wird demnach südlich vom Großkreis verlaufen. Kommt man aber zu der Auffassung, daß etwa nach Ablauf der halben Reisezeit die Zyklonen südlich vom Großkreis ansetzen werden, um dann nach Norden einzudrehen (Abb. 7 Mitte), so dürfte im Gesamtverlauf der Großkreis von A nach Z den "Minimum time track" abgeben. Erkennt man schließlich vor dem Auslaufen des Schiffes, daß sich die Zugbahn der Tiefs gegen Ende der Reisezeit noch weiter nach Süden verlagern wird und daß die Zyklonen schließlich nach Nordwest bis West ziehen werden, dann mag die Route kürzester Reisezeit sogar etwa nördlich vom Großkreis liegen.

Das geschilderte Beispiel ist nicht willkürlich konstruiert, sondern es stellt ein Schema in der Zirkulationsentwicklung dar. Mit fortschreitendem Kaltluftausbruch entstehen die Zyklonen auf immer südlicheren Bahnen, um in zunehmendem Maße nordwärts einzudrehen. Dabei wandert das herrschende Zentraltief (ZT in Abb.7) von Nordwest nach Südwest, was eine Meridionalisierung der Westdrift anzeigt. Leider werden die Abläufe von sehr vielen Randbedingungen bestimmt, so daß Einzelheiten kaum Gesetzmäßigkeiten aufweisen; dementsprechend ist eine Prognose unsicher. Trotzdem ist es erforderlich, schon vor Reisebeginn den gesamten vermutlichen Witterungsablauf während der Überfahrt in Rechnung zu stellen.

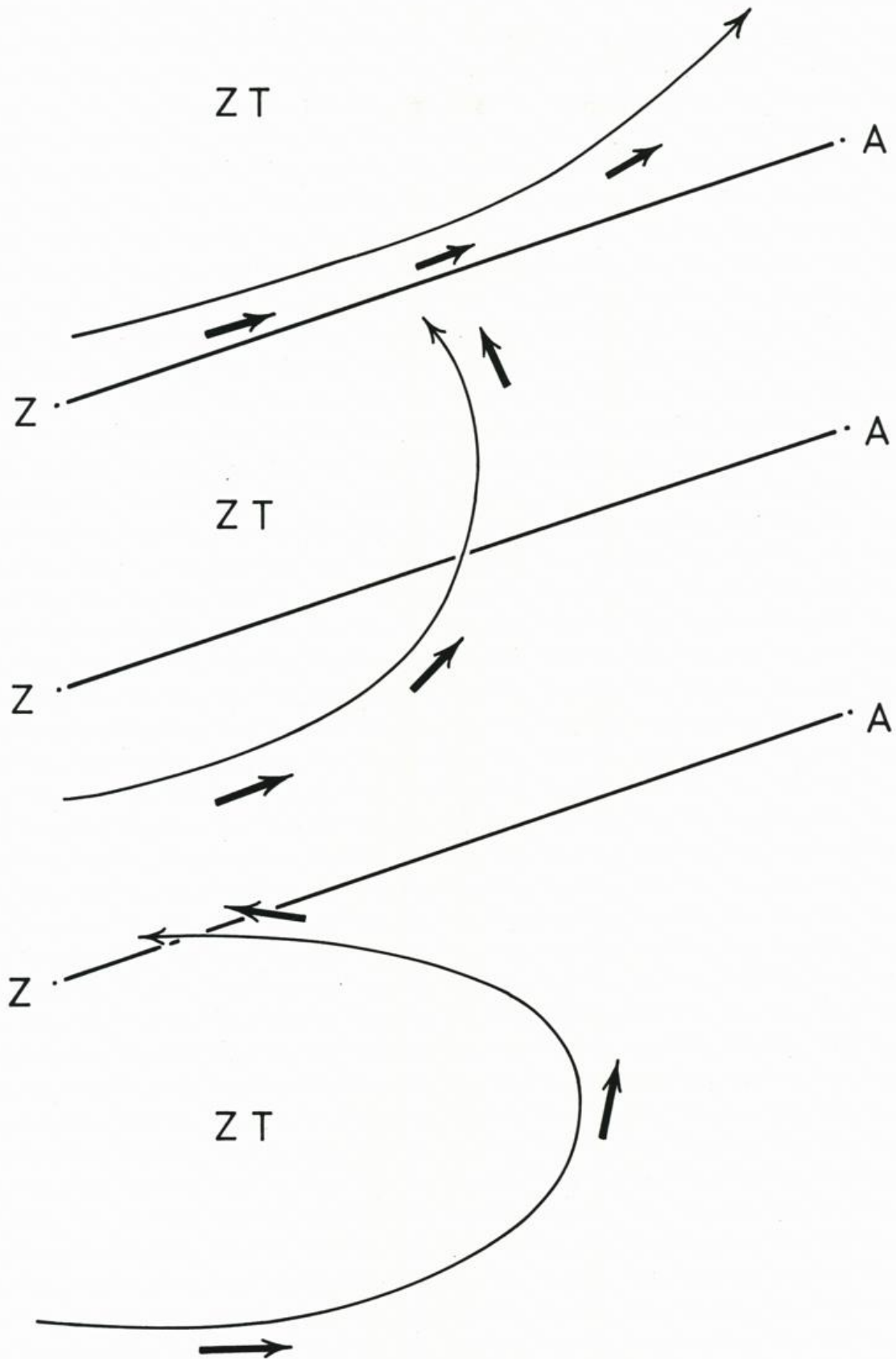


Abb. 7 Zugbahnen von Tiefdruckgebieten und ihre Änderung  
A = Auslaufhafen            B = Zielhafen  
Verbindungsgrade A bis Z = Großkurs  
Gekrümmte Bahnen = Zugbahn der Zyklonen  
Kurze Pfeile = Hauptwindrichtung

### 5.2.1.2 Nordwest-Wetterlagen

Obige Erörterungen führten nur zu qualitativen Angaben über den Verlauf des Weges kürzester Reisezeit. Im folgenden sind schon eher quantitative Ergebnisse gefunden worden. Dazu dienten Nordwest-Wetterlagen, die die Bedingung besonderer Stabilität erfüllten. Das steuernde umfangreiche Hochdruckgebiet mit Kern bei Irland sollte mindestens 8 Tage bestehen bleiben oder sich immer wieder regenerieren. Die Tiefdruckgebiete sollten aus dem Raum von Neufundland oder südlich davon gegen Island laufen, und weitere Tiefs mußten über Skandinavien mit kräftigen Ausläufern über der Nordsee nach Südosten schwenken. Alle Lagen wurden aus dem Winterhalbjahr von Oktober bis April ausgewählt, was intensive Zirkulationsentwicklungen sicherstellte. In einem Zeitraum von 10 Jahren konnten nur 11 den Voraussetzungen genügende Nordwest-Wetterlagen gefunden werden.

Der geschilderte Wetterlagentyp ist insofern von Interesse, weil nicht durch triviale Überlegungen zu erkennen ist, wo die Wege kürzester Reisezeit verlaufen werden. Denn auf allen Kursen im Norden um Schottland wird der Vorteil der kürzeren Distanz durch stärkere Fahrtreduktion infolge höheren Seeganges geringer oder sogar verschwinden. Nach einem Verfahren von R.W. James (vgl. Abschnitt 6.2.1) wurden für jede der ausgewählten Nordwest-Wetterlagen die Wege kürzester Reisezeit eines 15-kn-Schiffes zu drei Zielpunkten ermittelt:

1. zur Belle-Isle-Straße,
2. nach Kap Race,
3. zur Position  $42^{\circ}$ Nord  $50^{\circ}$ West,

und zwar einmal im Norden um Schottland, zum anderen durch den Englischen Kanal. So ergaben sich 6 Routenbündel zu je 11 Kursen.

Als wichtigstes Ergebnis ist festzuhalten, daß in fast allen Fällen auf der längeren Route durch den Englischen Kanal die Reisezeit zum Zielpunkt kürzer war als auf dem Weg um Schottland. Diese Erkenntnis, die für eine Routenberatung bei der vorgegebenen Großwetterlage von Bedeutung ist, gilt natürlich nur

für das Winterhalbjahr. Es folgt offensichtlich, daß die Südroute neben der kürzeren Reisezeit auch das ruhigere Wetter verspricht. Vergleicht man die Reisezeiten auf den Großkreisen der Nordrouten mit denen auf den Südrouuten, so ergeben sich im Mittel folgende Gewinne zugunsten der Kanalrouten:

zur Belle-Isle-Straße	5 Std.
zum Kap Race	8 Std.
zur Position 42°Nord 50°West	13 Std.

Der Weg zur Position 42°Nord 50°West ist auf der Nord- und Südroute gleich lang. Die 13 Stunden Gewinn auf der Kanalroute sind also voll die Auswirkungen günstigeren Wetters.

Die Kanalrouten zu den drei angegebenen Zielpunkten verlaufen eng gebündelt um die Großkreise. D.h., daß bei einer entsprechenden Großwetterlage der Großkreis als "Minimum time track" empfohlen werden sollte. Auf der Nordroute dagegen streuen die Wege kürzester Reisezeit stärker. Zwischen dem Pentland-Firth und Kap Race liegen sie anfangs alle südlich vom Großkreis (Abb.8), erst gegen Ziel schwenken einige beim Umfahren von Zyklonen weiter nach Norden. In dieser Südwärtsverlagerung der Routen spiegelt sich das ruhigere Wetter in der größeren Nähe zu den Hochdruckgebieten wider, eine Erkenntnis, die bei Routenempfehlungen im Norden um Schottland Beachtung finden muß. Solche könnten abgegeben werden, wenn Zusatzbedingungen den Weg um Schottland trotz der längeren Reisedauer als optimal erscheinen lassen.

Es liegt nahe, auch für andere Großwetterlagen eine statistische Verteilung der Wege kürzester Reisezeit zu ermitteln. Diese könnten als Ergänzung zu den klimatisch bedingten Schifffahrtswegen angesehen werden. Die Schwierigkeiten einer solchen Arbeit sind aber erheblich, weil es eine sehr große Zahl verschiedener Zirkulationsentwicklungen und -typen auf dem Nordatlantik gibt, die dazu noch fließende Übergänge zeigen, so daß eine Abgrenzung kaum möglich ist.

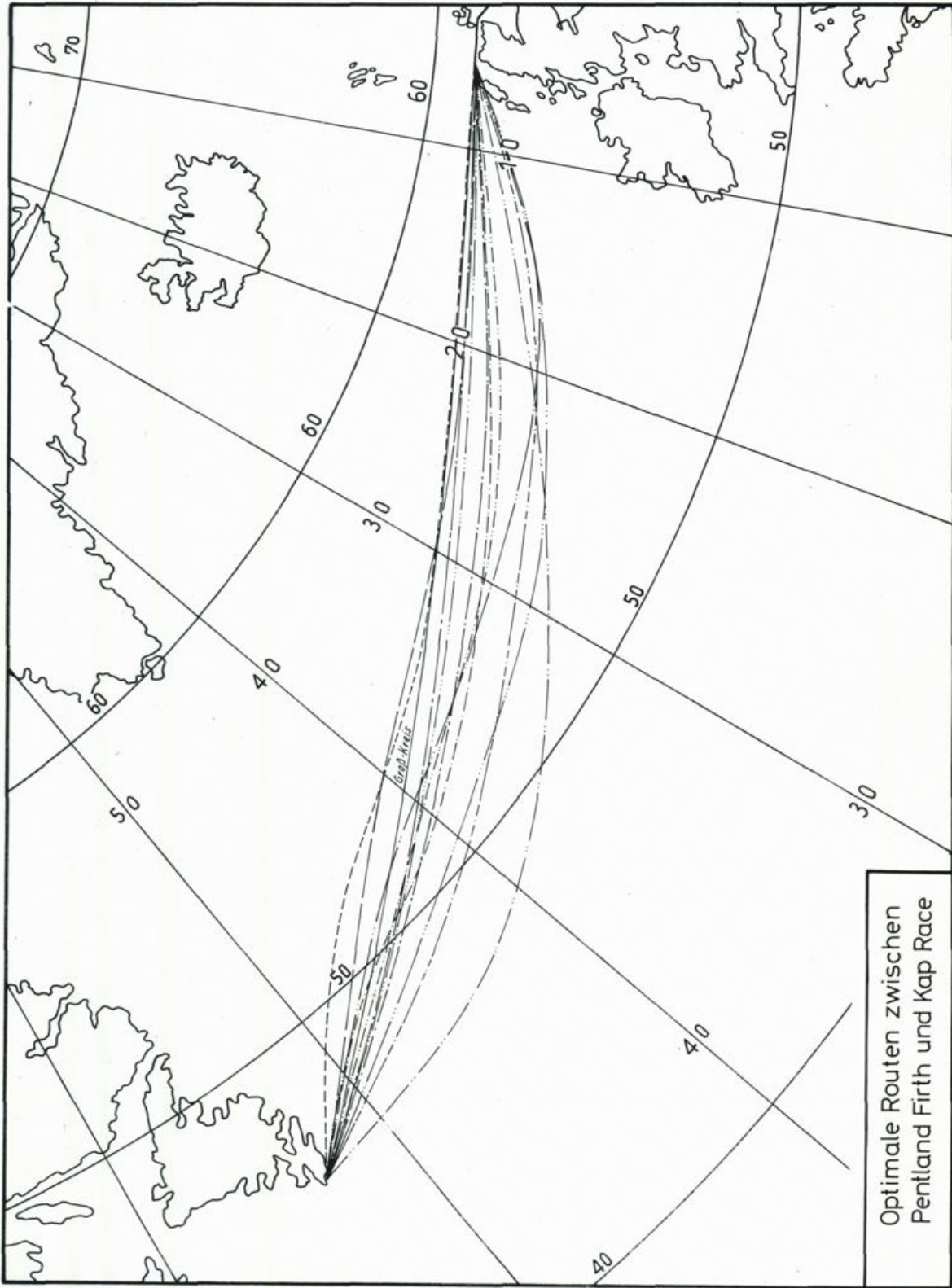


Abb. 8 Verlauf der Wege kürzester Reisezeit zwischen Pentland Firth und Kap Race bei einer Nordwest-Wetterlage

### 5.2.2 Höhenwind-Vorhersagekarten nach numerischen Verfahren

Bis in die zweite Hälfte der sechziger Jahre war der Meteorologe bei der Routenwahl allein auf seine Erfahrung in der Entwicklung atlantischer Zirkulationen angewiesen. Trotzdem wurde damals schon in 80 % der Fälle die richtige Alternativ-Route um die Britischen Inseln ermittelt. Seitdem hat die numerische Berechnung von Vorhersagekarten des Stromfeldes in der mittleren und oberen Troposphäre aufgrund mathematischer Modelle erhebliche Fortschritte gemacht. Diese Vorhersagekarten sind ein Ausdruck der atmosphärischen Zirkulation und ihrer Änderungen und damit ein Hilfsmittel zur Abschätzung der Entwicklung von Großwetterlagen. Die Karten können also zur Witterungsnavigation und zur Routenwahl herangezogen werden.

Die bedeutenderen meteorologischen Dienste in Europa und den USA veröffentlichen heute mindestens zweimal täglich solche Karten im Niveau von etwa 5000 m (500 mbar) für 3 bis 4 Tage im voraus. Berechnungen bis zu 7 Tagen und mehr werden angestellt oder sind in Planung. Die Genauigkeit der Voraussagen für 3 bis 4 Tage ist zur Erkennung der Zirkulationsentwicklung - auf die es hier ankommt - im allgemeinen ausreichend. Der Meteorologe kann sich für weitere zwei Tage ein ungefähres Bild über die Zirkulation auf dem Nordatlantik machen, indem er von Vorhersagekarten über Ostasien und dem Pazifik ausgeht. Ihm kommt zu Hilfe, daß die Kurse zum Zielhafen konvergieren, so daß die meteorologischen Unterschiede für die Routenführung an Bedeutung abnehmen.

Es muß hier besonders darauf hingewiesen werden, daß es keinen eindeutigen Zusammenhang zwischen Höhenkarten und der Luftdruckverteilung im Meeresniveau gibt. Ein Seemann ist also überfordert, wenn er nach Höhenwind-Vorhersagekarten Witterungsnavigation betreiben und sich vielleicht eine optimale Route auswählen soll. Ein solcher Versuch kann zu Mißdeutungen der Karten und damit sogar zu verhängnisvollen Fehlentscheidungen führen. Selbst ein erfahrener Meteorologe kann sich in der Regel nur unter Beachtung der Vorentwicklung, des thermischen Aufbaues der Atmosphäre und dynamischer Vorgänge ein Bild über die Zugbahn von Tiefdruckgebieten im Meeresniveau und deren Intensität

machen. Denn die Höhenstromkarten geben meist nur Auskunft über die Zugrichtung von Zyklonen bzw. Antizyklonen, hingegen seltener über die Position und damit Zugbahn. Ferner ist der Meteorologe im Gegensatz zum Schiffsführer in vielen Fällen in der Lage, die Zuverlässigkeit der jeweiligen Vorhersagekarten und damit auch die Wahrscheinlichkeiten der möglichen Zugbahnen abzuschätzen und diese in seine Betrachtungen zur Routenwahl einzusetzen.

### 5.3 Hilfsmittel, Umwegkarten

Zur Ermittlung optimaler Routen verfügt das Seewetteramt über ein umfangreiches Datenmaterial und bereits verarbeitete Unterlagen. Die zahlreichen, laufend eingehenden Wetterbeobachtungen bilden die Grundlage für Wetterkarten, die alle drei Stunden vorliegen. Dadurch ist eine ständige Überwachung des Wettergeschehens auf dem Atlantik und der Reise der beratenen Schiffe möglich. Ferner werden Klima- und hydrographische Atlanten, Monatskarten u.a. zu Rate gezogen. Hinzu kommen aktuelle Unterlagen wie Eis- und Seegangskarten.

Alle Institutionen, die sich mit Routenempfehlungen befassen, entwerfen noch zusätzlich Hilfsmittel, die ihren jeweiligen Bedürfnissen angepaßt sind. Im Seewetteramt sind Karten mit Entfernungen zu zahlreichen Punkten des Nordatlantiks (im Norden um Schottland sowie durch den Kanal) ermittelt worden, sie werden als Entscheidungshilfe für die Routenwahl verwendet. Ferner sind einmal von Bishop-Rock, zum anderen vom Pentland-Firth zu den wichtigsten Häfen Nordamerikas bis zur Mona-Passage sog. Umweg-Karten errechnet worden. Zu jedem Schnittpunkt eines ganzzahligen Längengrades mit einem Breitengrad wurde vom Ausgangspunkt sowie vom Zielpunkt die Entfernung ermittelt und von der Summe beider Entfernungen die Großkreisdistanz abgezogen. Es ergibt sich der Umweg, den ein Schiff fahren muß, wenn es nicht den Großkreiskurs steuert, sondern zunächst auf der kürzesten Distanz zu einer nicht auf dem Großkreis liegenden Position fährt und anschließend von dort zum Ziel ebenfalls auf kürzester Distanz weiterreist.

In Abb. 9 sind für alle ganzzahligen Positionen von Längen- und Breitengraden die Umwege in sm eingetragen. Der Großkreis von Bishop-Rock nach Abaco ist natürlich durch "0" gekennzeichnet. Ferner sind alle Punkte, die auf einem konstanten Umweg von 50, 100, 150 sm usw. liegen, miteinander verbunden. Es ergeben sich Linien, die entsprechend ihrer Definition (Geometrischer Ort einer konstanten Summe der Entfernungen von 2 festen Punkten) als sphärische Ellipsen zu bezeichnen sind. Die Brennpunkte sind einmal Bishop-Rock bzw. der Pentland-Firth, zum anderen der jeweilige Zielpunkt.

Es fällt auf, daß sich zwischen der 50-sm-Linie im Norden und der im Süden vom Großkreis ein weiträumiges Seegebiet ausdehnt. Auf 40° West liegen die beiden 50-sm-Linien etwa 11 Breitengrade auseinander. Innerhalb dieses Seeraumes kann meteorologisch navigiert, also ein Tief günstig umfahren werden, ohne daß der Umweg größer als 50 sm wird, was nur 2 bis 3 Std. Fahrt entspricht. Die Linien mit größeren Umwegen (100, 150 sm usw.) weisen erheblich geringere Abstände voneinander auf als die beiden 50-sm-Linien, d.h., der Umweg nimmt rasch zu. Es ist also zu überlegen, welche Grenze nicht überschritten werden darf, damit die Route noch optimal bleibt. Diese Entscheidung hängt von den zu erwartenden Wind- und Seegangsverhältnissen ab. Nimmt man an, daß auf dem Großkreis 24 Stunden lang eine vorderliche See von 4 m Höhe herrschen wird, an den 100-sm-Linien aber nur von 1 m, so ergibt sich daraus eine Fahrtreduktion von etwa 4 kn oder in 24 Stunden auf dem Großkreis ein Distanzverlust von ca. 100 sm. Es wäre also wenig sinnvoll, die 100-sm-Umweglinie zu überschreiten.

#### 5.4 Strategisches und taktisches Fahren

Die Bestimmung einer optimalen Route mit Hilfe der Wetternavigation ist wegen der Ungenauigkeit lang- und mittelfristiger Vorhersagen nicht möglich (vgl. Abschnitt 2.1). Es hat sich aber gezeigt, daß die Anwendung der Witterungsnavigation in der Routenermittlung bereits zu recht befriedigenden Ergebnissen führt (vgl. Abschnitt 6). Trotzdem sind in etwa 10 % der Fälle Verbesserungen wünschenswert. Die Mängel gehen auf zwei Fehlerquellen zurück:

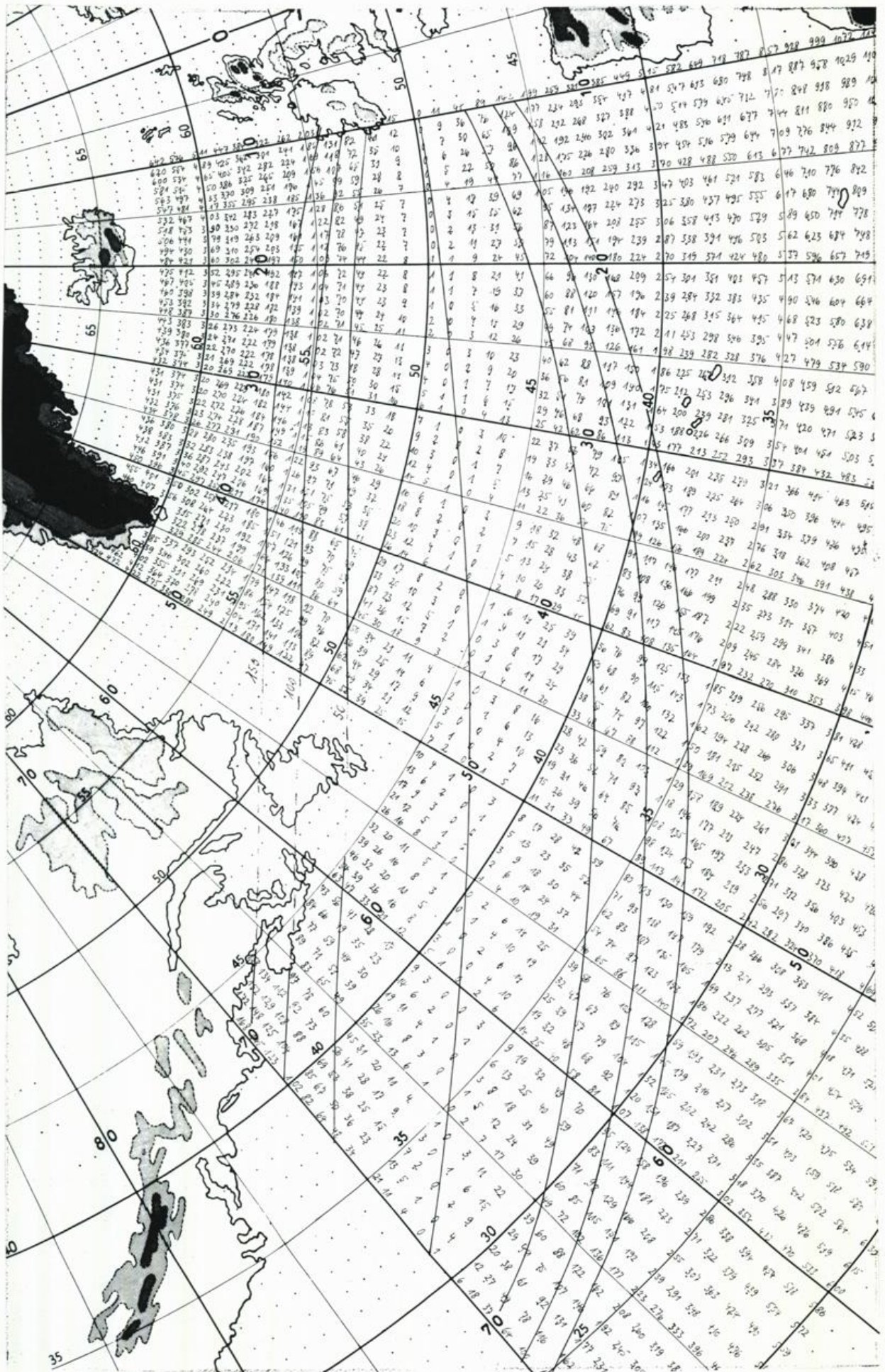


Abb. 9 Umwegkarte auf dem Wege von Bishop Rock nach Abaco

1. Empfehlung einer unrichtigen Alternativ-Route
2. Einwirkung zeitlich und räumlich begrenzter Wetterhindernisse, die in der Witterungsnavigation nicht erfaßt werden.

Aus dieser Aufteilung werden zwei Verfahrensweisen sichtbar, die zusammen zu einer möglichst guten Bestimmung einer optimalen Route führen und die als strategisches und taktisches Fahren bezeichnet werden können.

#### 5.4.1 Generalroute (Strategie)

Die vom Seewetteramt herausgegebenen Routenempfehlungen entscheiden einmal über die Alternativkurse um die Britischen Inseln, zum anderen geben sie eine oder mehrere Ansteuerungspositionen auf dem Atlantik an, um die Route ungefähr festzulegen. Es wird also kein streng fixierter Verlauf beschrieben, sondern der Seeraum wird angegeben, in dem die optimale Route mit großer Wahrscheinlichkeit liegen wird. Das ist eine Aufgabe, die der Schiffsführer im allgemeinen nicht lösen kann. Es ist aber für ihn von großem Wert, bereits auf der Revierfahrt oder in der Deutschen Bucht - wenn er noch keine Zeit hat, sich mit Wetterberichten zu befassen - zu wissen, welchen Kurs er um die Britischen Inseln nehmen sollte. Der vorgeschlagene Kurs wird als Generalroute bezeichnet, die die Strategie zur Ozeanüberquerung festlegt.

#### 5.4.2 Approximation (Taktik)

Eine Untersuchung hat gezeigt, daß sich in 5 % der Fälle zu lange Reisezeiten ergaben, obgleich die richtige Generalroute gewählt wurde. Die Ursachen waren in Wettereinflüssen zu sehen, die sich vor allem gegen Ende der Reise einstellten, und die zu vermeiden gewesen wären. Es erwächst also dem Kapitän die Aufgabe, sich ggf. mit Hilfe kurzfristiger Wetternavigation der optimalen Route anzunähern. Das verlangt von ihm erhebliches Können auf dem Gebiet der maritimen Wetternavigation (taktisches Fahren). Denn der Schiffsführer soll ja nicht immer ungünstigen Wetterbedingungen ausweichen. Das führt zu Zick-Zack-Kursen, die mit Sicherheit keine optimalen Routen ergeben. Auch der optimale Kurs kann streckenweise durch hohen Seegang führen, der umfahrbar wäre.

Eine wirkungsvolle Wetternavigation zur Annäherung an die optimale Route ist ohne das über Bildfunk (Faksimile) ausgestrahlte umfangreiche meteorologische Material kaum denkbar (vgl. Abschnitt 2.2.2.1). Jedoch wird der Schiffsführer in der Regel nicht in der Lage sein, sogar mit Hilfe der dargebotenen Unterlagen, eine optimale Route (Generalroute) zu ermitteln, was aus den bisherigen Ausführungen ersichtlich ist. Ein solcher Versuch, vermischt mit Wetternavigation, wird manchmal mit dem unklaren Begriff "bordseitiges Routing" bezeichnet. Auch die gelegentliche Forderung, optimale Routen über Faksimile zu verbreiten, muß als unerfüllbar angesehen werden. Um nur einigermaßen die individuellen Voraussetzungen bei der Wahl des Kurses zu berücksichtigen (vgl. Abschnitt 3.2.1.2), müßten täglich zehntausende von Routen erstellt und über Bildfunk verbreitet werden, für die nur wenige Abnehmer in Frage kämen. Der gewaltige Aufwand wäre also völlig unwirtschaftlich. Die Kapitäne sind besser beraten, wenn sie sich speziell für ihre Zwecke erarbeitete Routenempfehlungen einholen. Dabei wird nochmals betont, daß der Kapitän während der Reise mit Hilfe der an Bord empfangenen Bildfunk-Wetterkarten eine eigene Wetternavigation zur Annäherung an die optimale Route durchführen sollte.

## 6 Auswertung und Ergebnisse

### 6.1 Nachträgliche Bestimmung optimaler Routen

Um den Nutzen von Routenberatungen für die Seeschifffahrt überzeugend nachzuweisen, sind Auswertungen von Reisen nach objektiven Methoden erforderlich. Der Schiffsführer ist in der Regel nicht in der Lage, sich ein Urteil über die Gunst der gefahrenen Route zu bilden (vgl. Abschnitt 2.1).

### 6.2 Nachträgliche Bestimmung des Weges kürzester Reisezeit

#### 6.2.1 Geschwindigkeitsabnahme im Seegang

Etwa 70 % der Fahrtreduktion eines Schiffes erfolgt durch den Seegang (vgl. Abschnitt 3.2.1.2). Aufgrund von aktuellen Seegangskarten, die zweimal täglich - 00 und 12 Uhr GMT - veröffentlicht werden, ist die nachträgliche Konstruktion eines

"Minimum time track" möglich, sofern die Fahrtreduktion des speziellen Schiffes in Abhängigkeit vom Seegang bekannt ist. R.W. James vom U.S. Naval (Hydrographic) Oceanographic Office in Washington, D.C., hat (1957) auf diesem Gebiet grundlegende Arbeiten geleistet. Er ermittelte Diagramme, die für einen bestimmten Schiffstyp mit vorgegebener Reisegeschwindigkeit die Fahrtverminderung in Abhängigkeit von der Wellenhöhe und der Laufrichtung der Wellen zum Schiffskurs zeigen (Abb. 10). Man erkennt, daß eine vorderliche See die größte Fahrtreduktion bewirkt, und zwar um so stärker, je höher die Reisegeschwindigkeit bei niedriger See anzusetzen ist. Bei achterlicher See ergibt sich bis etwa 2 m Wellenhöhe eine leichte Geschwindigkeitserhöhung durch eine gewisse Schiebewirkung. Wird die See noch höher, so setzt ebenfalls eine Fahrtverminderung ein, weil der Energieverbrauch durch Turbulenz die Schiebewirkung übersteigt.

Die Kurven in Abb. 10 sind von R.W. James empirisch ermittelt worden. Er hat die in Schiffstagebüchern und Wetterjournalen eingetragenen Positionen bzw. Geschwindigkeiten des Schiffes mit den entsprechenden Wellenhöhen kombiniert. Diese Methode zur Bestimmung der Fahrt hat gegenüber einer möglichen theoretischen Berechnung gewisse Vorteile: einmal geht auch die Windwirkung in die Bestimmung der Kurven ein, denn hohe See ist - abgesehen von wenigen Ausnahmen - mit entsprechend großen Windstärken verbunden; zum anderen ist die freiwillige Fahrtreduktion durch den Kapitän zur Vermeidung zu hoher Risiken in den Kurven enthalten (vgl. Abschnitt 3.2.2). Dementsprechend berücksichtigen die Diagramme wesentlich mehr als 70 % seegangsbedingter Fahrtreduktion, außerdem kommen noch in gewissem Umfang wirtschaftliche Forderungen hinzu. Routen, die mit Hilfe dieser Kurven berechnet werden, nähern sich darum über einen "Minimum time track" hinaus dem optimalen Kursverlauf an, sofern keine besonderen Nebenbedingungen gestellt werden.

#### 6.2.2 Routenverlauf im Seegang

Zur Bestimmung des "Minimum time track" wird von einem Abfahrts- punkt A (Abb. 11) ein Büschel von Kursen in Richtung zum Ziel Z gelegt und auf jedem Strahl die Position ermittelt, die ein Schiff unter dem herrschenden Seegang erreicht hätte. Verbindet

*Schiffsgeschwindigkeit (Kn)*

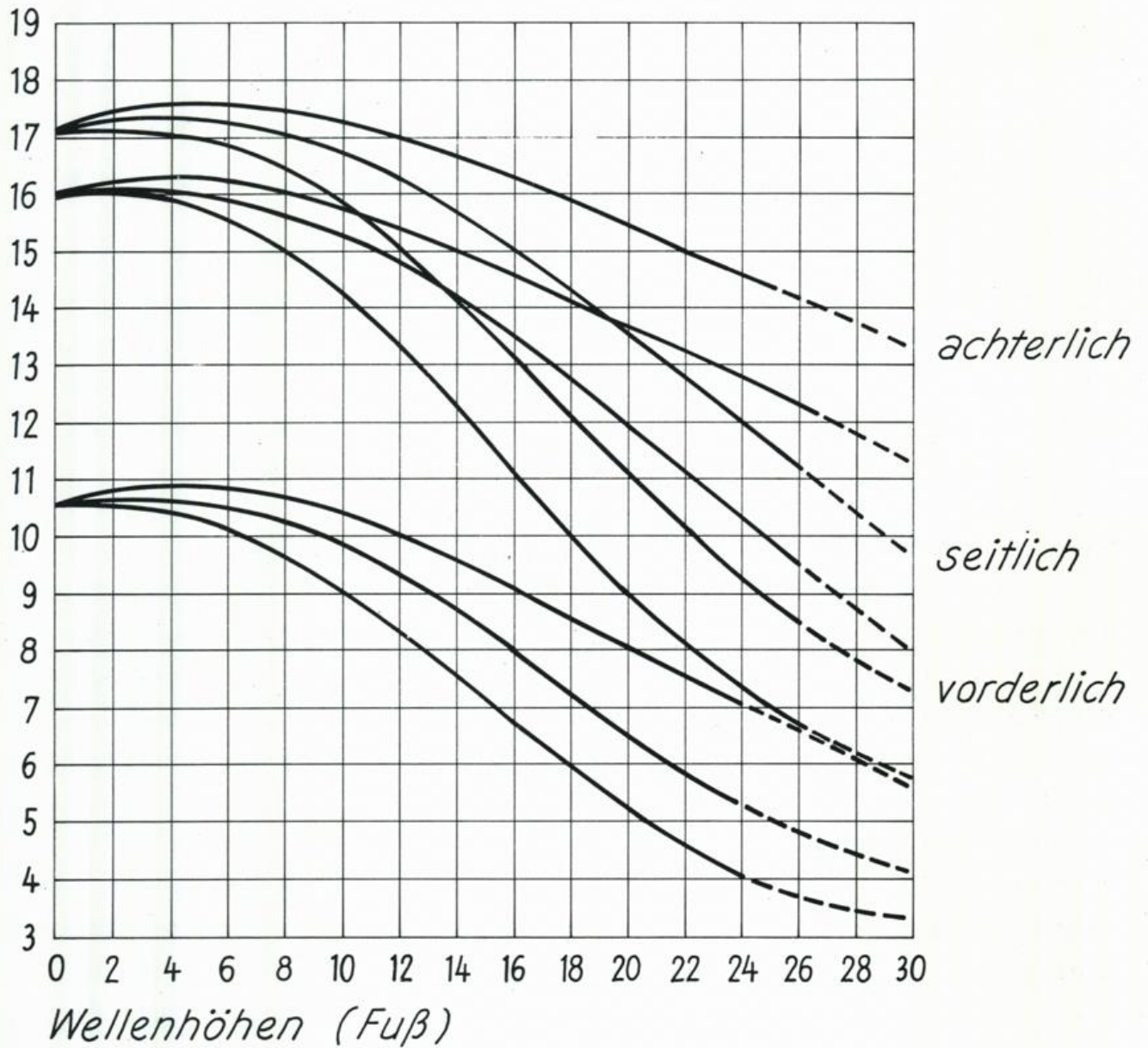


Abb. 10 Fahrtreduktion eines Schiffes in Abhängigkeit von der Wellenhöhe und Laufrichtung zum Schiffskurs

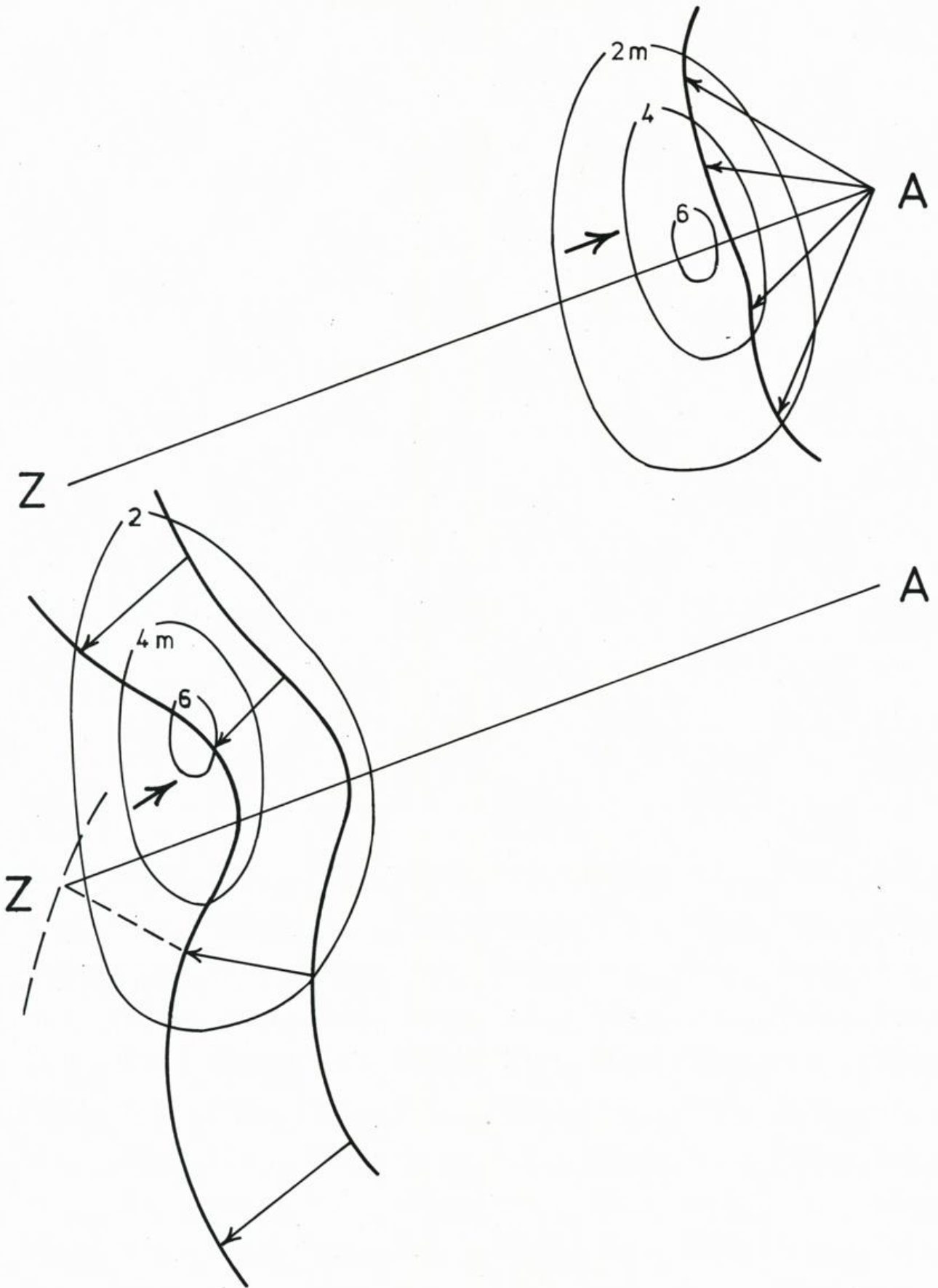


Abb. 11 Etmale im Seegang auf verschiedenen Kursen

man alle Endpositionen miteinander, so ergibt sich eine Isochrone, ggf. eine Etmal-Linie, wenn es sich um 24 Stunden Reisezeit handelt. Man erkennt in Abb. 11, daß das Schiff auf Kursen durch niedrigeren Seegang im Norden und Süden schneller vorankommt als auf den durch hohen Seegang unmittelbar gegenan. Nimmt man an, wie in diesem Beispiel, daß die Maxima der Seegangsfelder während der Überfahrtszeit vor allem nördlich vom Großkreis auftreten, dann werden die Routen die Seegangsgebiete zu umrunden versuchen (Abb. 11 unten), und der "Minimum time track" wird durch den Punkt verlaufen, der dem Ziel Z (gestrichelte Linie in Abb. 11) am nächsten kommt.

### 6.3 Auswertung von Reisen

#### 6.3.1 Reise nach Jacksonville, Florida

Das geschilderte Auswerteverfahren ist hier für eine Reise vom Englischen Kanal nach Jacksonville dargestellt worden (Abb. 12). Die Isochronen oder Datumslinien sind für jeden Tag 06.00 Uhr GMT eingetragen worden und stellen die Etmale dar. Man sieht, daß vom 02. zum 04. des Monats die zurückgelegten Distanzen nahe dem Großkreis infolge hohen Seegangs gering sind. Dagegen konnte das Schiff auf sehr südlichem Kurs rasche Fahrt machen. Dementsprechend weicht die optimale Route bis 30° Nord aus (dicke Linie in Abb. 12). Die Etmal-Linien auf der Nordroute um die Britischen Inseln verringern ihre Abstände östlich von Neufundland beträchtlich, so daß auf der alternativen Kanalroute eindeutig die schnellere Reise gemacht werden konnte. Die Auswertung ergibt, daß das Schiff auf der optimalen Route ca. 30 Stunden früher im Zielhafen ankommt als auf dem Großkreiskurs trotz eines gewaltigen Umweges von 800 sm.

#### 6.3.2 Reise von MS "Margarethe Bolten" von Emden nach Los Angeles

Kaum ein Schiffsführer wird unbeeinflusst eine Reise zum Panama-Kanal im Januar im Norden um Schottland anstatt durch den Kanal antreten. Der Kapitän von MS "Margarethe Bolten" erhielt vom Seewetteramt die Empfehlung, den Kurs durch den Pentland-Firth zu nehmen und folgte ihm mit großem Gewinn.



Ein umfangreiches kanadisches Tiefdruckgebiet verlagerte sich in dieser Zeit bis etwa  $55^{\circ}$  Nord südwärts. Dadurch waren auf der Südroute Weststürme zu erwarten, dagegen auf der Nordroute überwiegend östliche und nördliche Winde - wie die Wettermeldungen bestätigen (Abb. 13 oben).

Das Schiff gewann auf der Großkreis-Nordroute etwa  $4\frac{1}{2}$  Stunden Reisezeit im Vergleich zur Normalroute durch den Englischen Kanal (Abb. 13 unten). Das Fahrzeug hätte auf dem optimalen Kurs der Nordroute, der nahe an Neufundland vorbeiführte, sogar 88 Stunden wettmachen können. Ein solch extremer Kurs war aber mit damaligen Mitteln kaum vorhersagbar. Viel bedeutsamer als der ursprüngliche Zeitgewinn war aber die Tatsache, daß das Schiff auf der Normalroute durch den Kanal in 14 m hohe See geraten wäre (Abb. 14), was bei den damals üblichen Stauverfahren der exportierten VW's zu schweren Schäden an der Ladung geführt hätte. Darüber hinaus wäre vermutlich auch das Schiff beschädigt worden.

#### 6.4 Erfolge der Routenempfehlungen

Die Frage nach dem Gewinn durch Routenempfehlungen ist leicht gestellt, aber schwer beantwortet. Man müßte die Reisen von zwei Schiffen gleichen Typs und gleicher Beladung miteinander vergleichen, die zur selben Zeit vom selben Auslaufhafen zum selben Bestimmungshafen fahren. Dabei fährt das eine Schiff aufgrund einer Routenempfehlung, das andere legt ohne Beratung ab. Die Kapitäne dürfen aber über ein derartiges Testprojekt nicht unterrichtet sein, um unbeeinflusst zu bleiben. Solche Fälle sind in 20 Jahren nicht ein einziges Mal vorgekommen, auch nicht in statistisch auswertbarer Anzahl.

So bleibt die nachträgliche Auswertung der Reisen nach obigem Verfahren (vgl. Abschnitt 6.3) und der Vergleich mit einer imaginären Route. Die Ergebnisse werden unterschiedlich sein, je nachdem, ob zum Vergleich die optimale Alternativ-Route, die Normalroute, der Großkreis u.a. herangezogen werden. Die gewonnene Reisezeit sagt auch nur bedingt etwas über die wissenschaftliche Leistung aus, die zur Routenbestimmung aufgewendet wird. So können reifliche Überlegungen dazu führen, daß die

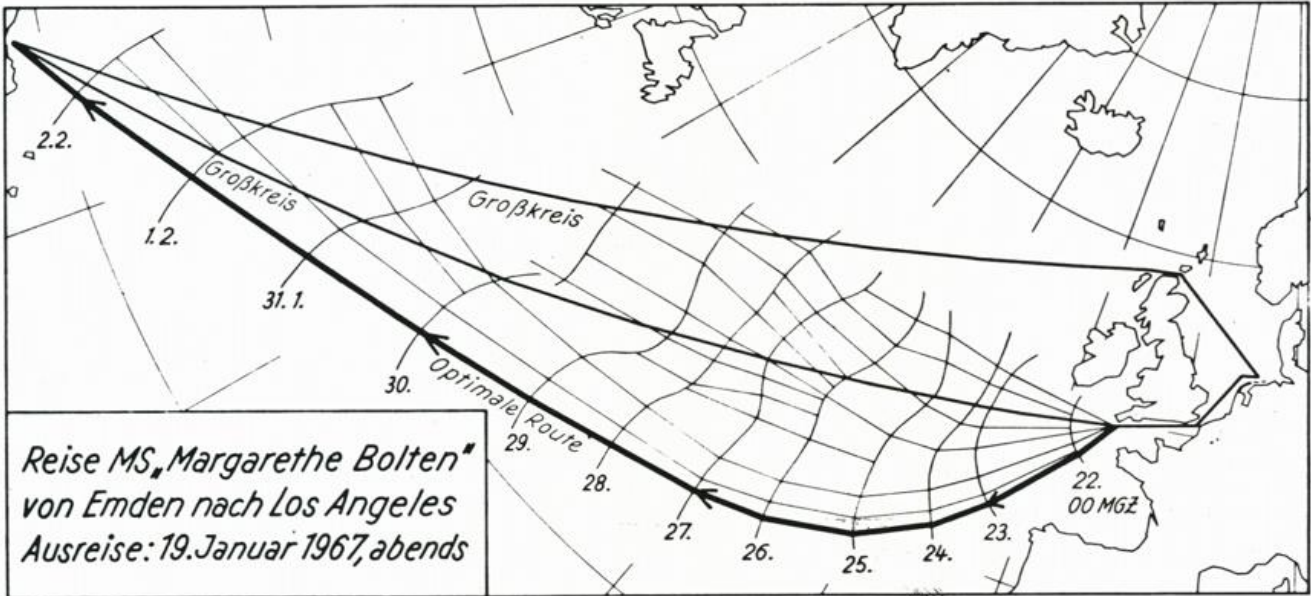
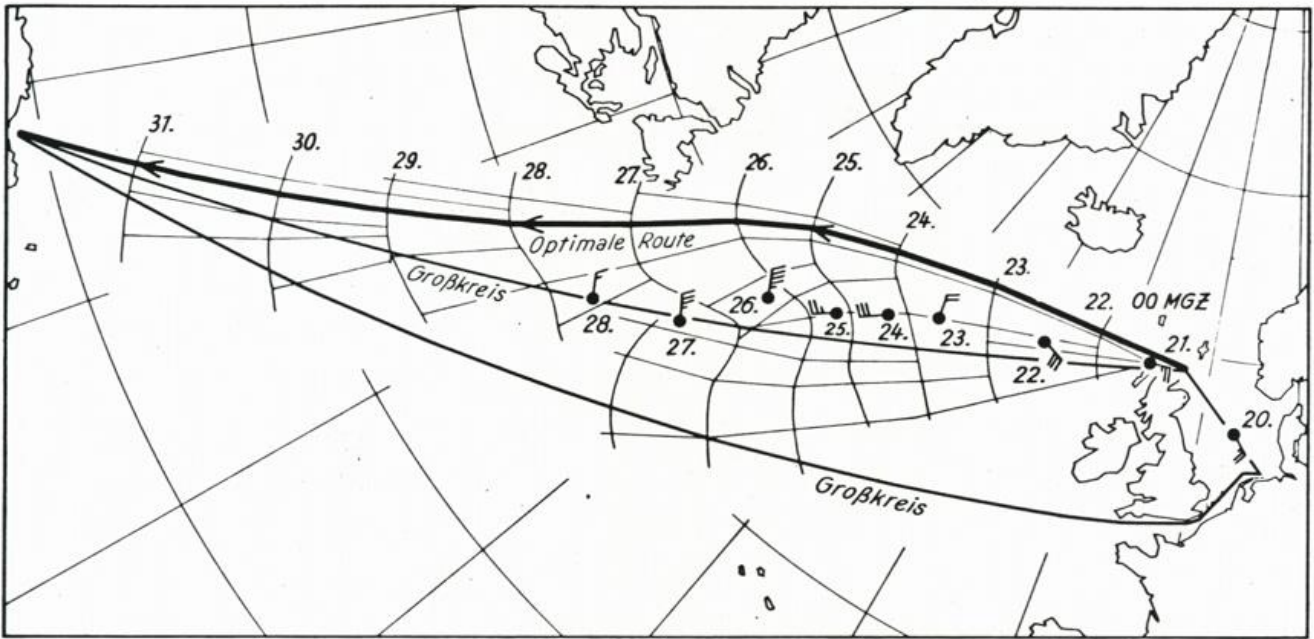


Abb. 13

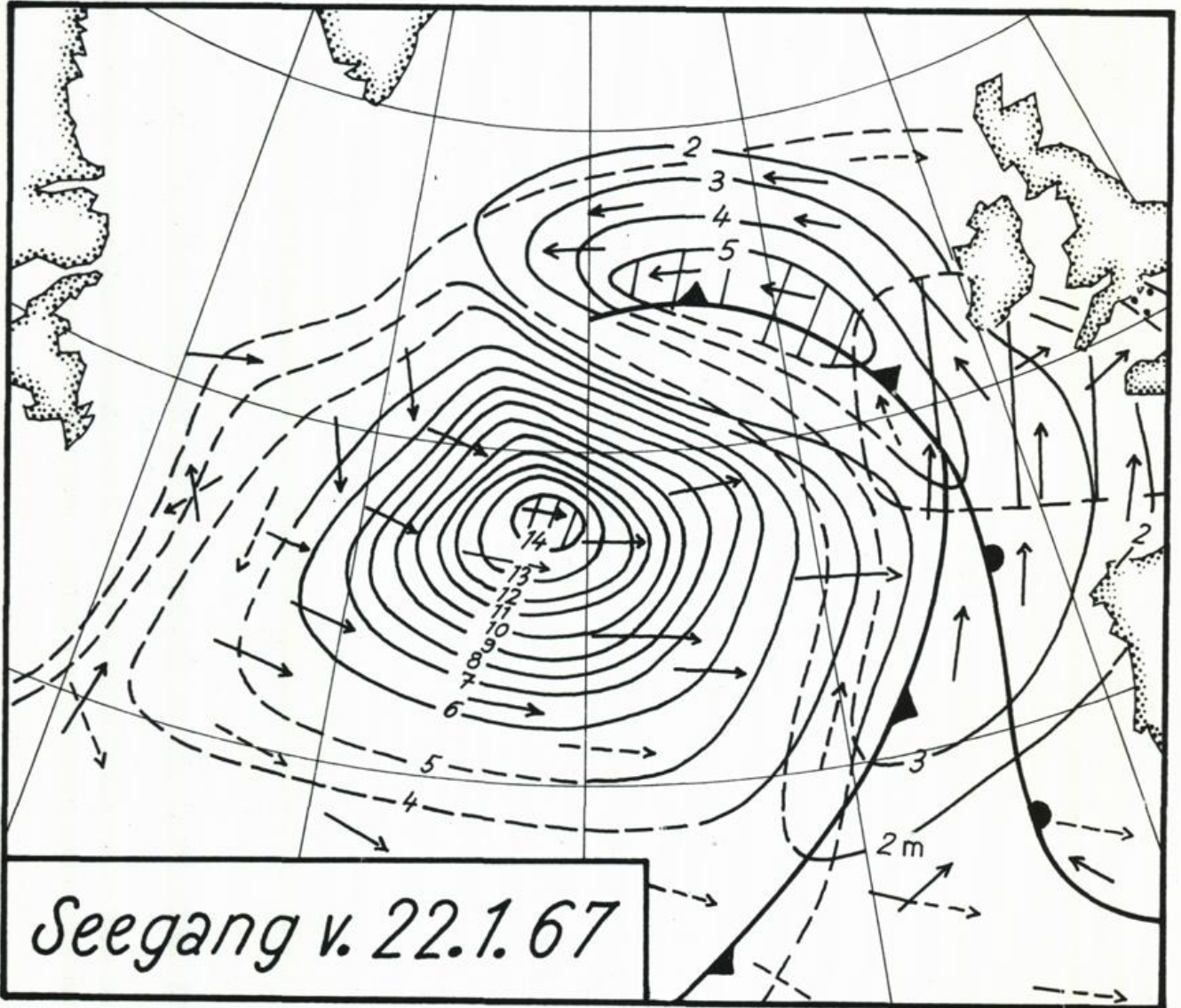


Abb. 14

Normalroute als optimal anzusehen ist, die dann auch als Vergleichsroute dient. Das Resultat ist in diesem Fall ungefähr Null. Auf der anderen Seite ergab Ende der sechziger Jahre eine Auswertung von 100 Reisen, die nur im Hinblick auf die Alternativ-Route vorgenommen wurde, einen mittleren Gewinn pro Reise von ca. 25 Stunden. Diese ungewöhnliche Einsparung war darauf zurückzuführen, daß eine Zirkulationsanomalie die im allgemeinen unwahrscheinlichere Nordroute begünstigte, welche in den vorliegenden Fällen auch meist empfohlen wurde.

Vor 1973 lag der mittlere Reisegewinn pro Reise und Atlantik-Überquerung für verschiedene Kollektive zwischen 8 und 19 Stunden. Im Jahre 1973 ergaben 164 willkürlich herausgegriffene Reisen ca. 11 Stunden Einsparung. Diese Zahlen decken sich etwa mit denen, die aus England und den USA bekannt geworden sind, soweit sie überhaupt als Vergleich herangezogen werden können.

Andere Arten von Auswertungen und auch Mißerfolge bei Reisen ohne Routenempfehlungen können den Wert der Beratungen besonders hervorheben:

1. So berichtete ein Kapitän eines Zeitcharterschiffes des VW-Werkes von 13 aufeinanderfolgenden Reisen, die er gemacht hat. 3 Reisen wurden ohne Beratung durchgeführt, 10 mit Empfehlungen. Die Reisen ohne Empfehlung waren mit Abstand die langsamsten. Im Mittel wiesen 10 Reisen mit Empfehlungen eine 2 kn höhere Geschwindigkeit auf.
2. Kaufmännischen Sachbearbeitern im VW-Werk fiel auf, daß eins von den 13 VW-Transportschiffen, die zu der Zeit am Routenberatungsdienst des Seewetteramtes teilnahmen, gegenüber den anderen Schiffen besonders langsame Reisen machte. Das Seewetteramt mußte mitteilen, daß der fragliche Kapitän niemals die empfohlene sondern die Alternativ-Route wählte, wodurch er ausgezeichnete Vergleichsrouten lieferte.
3. Für eine Reise von Hamburg nach St. John's im Jahre 1962 wurde die Nordroute vorgeschlagen, die sich auch als richtig erwies. Aus verständlicher Sorge vor schwerem Wetter wählte

der Kapitän den südlichen Schlechtwetterweg. Der Zeitverlust betrug 22 Stunden.

4. Im März 1964 wählte ein Kapitän aufgrund einer Empfehlung die Nordroute nach Montreal. Ein anderes Schiff fuhr zur gleichen Zeit ohne Beratung durch den Englischen Kanal ebenfalls nach Montreal und kam 2 1/2 Tage später an. Inzwischen war eine Zollerhöhung auf die beförderten Waren eingetreten. Der Gesamtverlust belief sich auf rund DM 200.000,- .
5. Eine Reederei forderte für eins ihrer Schiffe ein Wettergutachten an, weil es im Januar 1970 für die Reise von Hamburg nach Baltimore 18 Tage benötigt hatte. Das Schiff war ohne Empfehlung durch den Englischen Kanal gefahren und auf dem Westatlantik wiederholt in Orkane geraten. Am Tage des Auslaufens hatte ein anderes Schiff für die Reise zur Ostküste der USA die Empfehlung erhalten, den Weg im Norden um Schottland zu wählen. Eine Auswertung der Reise nach Baltimore ergab, daß das Schiff im Norden um Schottland 10 Reisetage eingespart hätte.
6. Für eine Reise im September 1971 von Emden nach Toledo (Große Seen) wurde der Weg im Norden um Schottland und der Großkreis zur Belle-Isle-Straße empfohlen. Das Schiff kam 43 Stunden eher am Ziel an als es auf der normalen Südroute möglich gewesen wäre, die der Kapitän ohne Beratung wahrscheinlich gewählt hätte.

Die mittlere Einsparung von Reisezeit pro Atlantik-Überquerung sagt nichts über die Streuung der Einzelwerte aus. Eine Auswertung von 22 Reisen der Schiffe MS "Ferndale" und MS "Johann Schulte" (Abb. 15) zeigte in auffälliger Weise, daß den Reisen mit großer Zeitersparnis keine Fahrten mit hohen Verlusten gegenüberstanden, was die große Wahrscheinlichkeit zutreffender Routenempfehlungen veranschaulichte. Geht man von Trefferzahlen aus, so ergibt sich ein weniger günstiges Bild: Von den 22 Reisen wiesen 11 (also 50 %) erhebliche Gewinne auf, während die Einsparungen bei den anderen 11 um Null lagen. Eine Auszählung nach "Gewinn" und "Kein oder nur geringer Gewinn" gibt also kaum Auskunft über Erfolge von Routenempfehlungen.

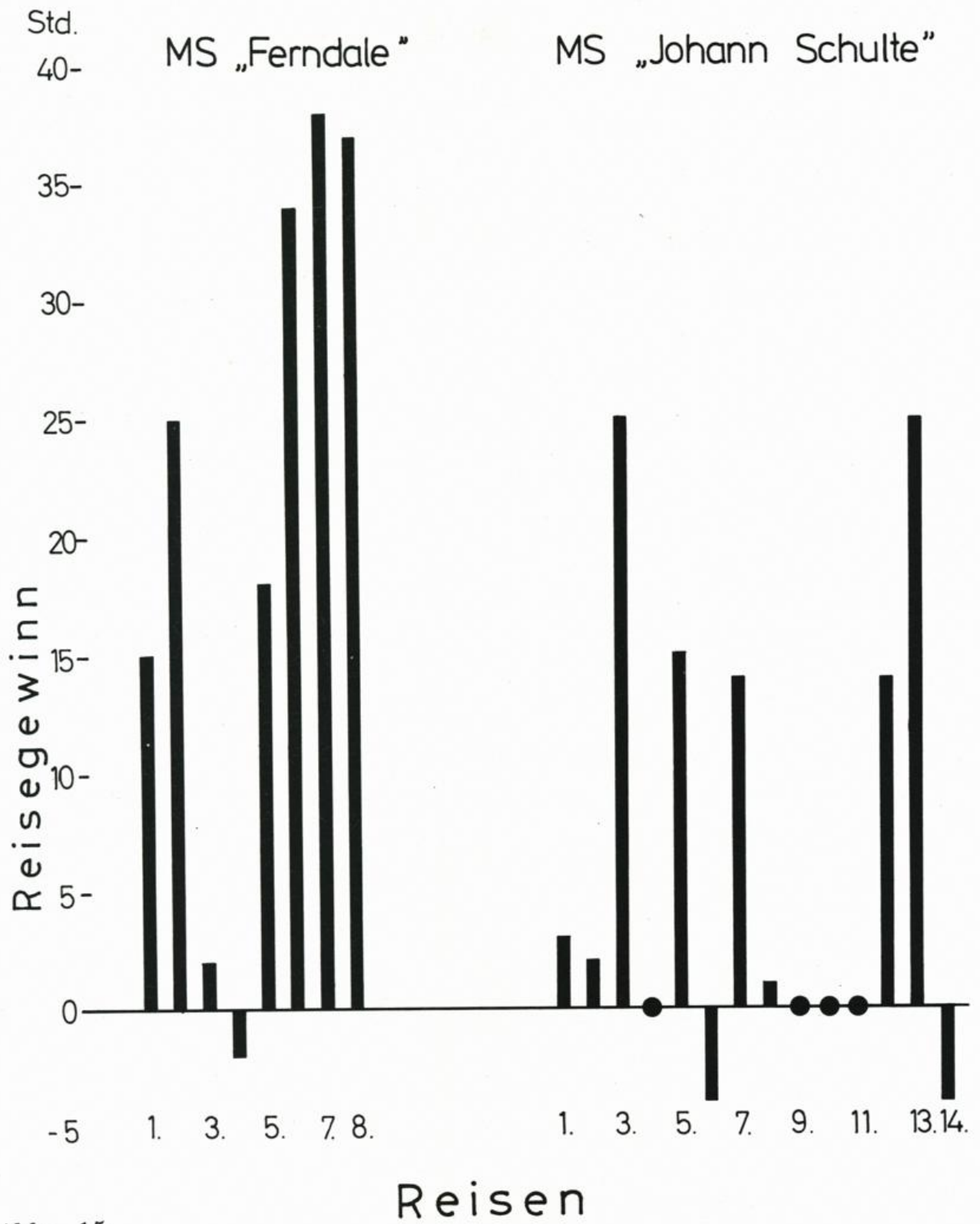


Abb. 15

## 7 Anforderung von Routenempfehlungen

### 7.1 Routenempfehlungen des Seewetteramtes

In der Bundesrepublik Deutschland gibt der Deutsche Wetterdienst, Seewetteramt in Hamburg, Routenempfehlungen an die deutsche und ausländische Schifffahrt heraus. Die Anforderungen erfolgen über Telex oder Telefon vom Schiffsführer oder Vertreter, vom Reeder oder Makler (Anlage 2). Die Empfehlungen sollten mindestens 6 Stunden vor der Abreise bestellt werden; sie können aber auch Tage vorher aufgegeben werden, um dem Seewetteramt genügend Zeit für die Ausarbeitung zu lassen. Bei verspätetem Auslaufen von mehr als 6 Stunden sollte Rücksprache über die Gültigkeit der Beratung eingeholt werden. Wenn auch die Empfehlung für eine Reise von ca. 7 Tagen ausgearbeitet wurde, so ist sie doch auf einen bestimmten Auslauftermin fixiert.

Bei Bestellung sind folgende Angaben zu machen:

1. Name des Schiffes, Rufzeichen, Geschwindigkeit
2. Tonnage
3. Ladung
4. Auslaufhafen
5. Zielhafen
6. Voraussichtliche Abfahrt
7. Abgabezeit der Routenempfehlung (möglichst kurz vor dem Ablegen)
8. Empfänger (Telex-Nr.), z.B. Reederei oder Hafenbüro

Die schriftlich erteilte Routenempfehlung besteht im allgemeinen aus drei Teilen, die zu einem Text verarbeitet sind (Anlage 3):

1. Beschreibung der Großwetterlage und deren Entwicklung.
2. Empfehlung einer der Alternativ-Routen mit weiteren Ansteuerungspunkten über dem Atlantik als Folgerung aus der Großwetterlage sowie den natürlichen und vorgegebenen Zusatzbedingungen.
3. Kurze Wind- bzw. Seegangsvorhersagen für das Fahrtgebiet in der Nordsee oder dem Englischen Kanal. Manchmal werden auch Angaben über die voraussichtlichen Windfelder auf dem

Atlantik während der Reise gemacht. Diesen Windvoraussagen kommt aber für die Routenführung keine nennenswerte Bedeutung zu, da die Empfehlung auf Witterungs- und nicht auf Wetternavigation beruht (vgl. Abschnitt 5.1).

## 7.2 Ausländische Routenberatungsdienste

Folgende Routenberatungsdienste sind bekannt:

1. USA: New York, Washington, New Orleans, San Francisco. Theoretische Untersuchungen mit Probeberatungen wurden zuerst vom Naval Hydrographic Office in Washington, D.C. (1955) begonnen. Praktische Beratungen erteilen heute Privatfirmen an der Ost- und Westküste des Kontinents. Ihre Beratungen bestehen überwiegend aus ein- bis zweitägigen Kursempfehlungen. Eine weltweite Tätigkeit übt die Firma "Oceanroutes" aus, die Empfehlungen für alle Ozeane erteilt.
2. Holland: Das "Royal Netherlands Meteorological Institute" (KNMI) in De Bilt begann 1960 einen umfangreichen Dienst aufzuziehen. Routenempfehlungen werden meist nur per Telegramm an Schiffe übermittelt, die bereits den Westausgang des Englischen Kanals erreicht haben. Dem Problem einer Alternativ-Route um die Britischen Inseln wird weniger Beachtung geschenkt.
3. Deutschland: Der Deutsche Wetterdienst - Seewetteramt - errichtete etwa zur gleichen Zeit wie die Niederlande einen Routenberatungsdienst.
4. Norwegen: Das Norwegische Meteorologische Institut in Oslo führte 1963 einen praktischen Routenberatungsdienst für Atlantik-Überquerungen ein, der sich jedoch auf die Wintersaison (Sept. bis Mai) beschränkte. Dieses Institut schenkt den Alternativ-Routen um die Britischen Inseln grundsätzlich Aufmerksamkeit. Während der Ozeanfahrt werden kurzfristige Kursempfehlungen gegeben.

5. Großbritannien begann 1968 zögernd im Rahmen des "Central Forecasting Office", Bracknell, Routenberatungen zu erstellen. Die Schiffe erhalten meist erst auf See eine kurzfristige Routenempfehlung, der weitere folgen. Die Ergebnisse erschienen den Projektleitern nicht sehr erfolgversprechend. Alternativ-Routen für Abfahrten von der Ostküste wurden meist nicht in Erwägung gezogen.
6. Dänemark: Der Dänische Meteorologische Dienst in Kopenhagen begann Ende 1971 auf Versuchsbasis Routenempfehlungen zu erteilen. 1975 wurde ein regulärer Dienst eingeführt. Beachtet werden die Alternativ-Routen um die Britischen Inseln, wobei meist auch die Entscheidung getroffen wird, ob das Skagerrak oder der Nord-Ostsee-Kanal passiert werden soll. Während der Atlantikfahrt werden im ein- oder zweitägigen Abstand Kursempfehlungen erteilt.
7. Von der USSR ist wenig bekannt. 1963 wurde ein theoretisches und experimentelles Programm begonnen. Die Routenempfehlungen beschränken sich vermutlich auf Reisen zwischen Europa und Kuba bzw. kanadischen Häfen.
8. Auch von Tokio aus werden Routenberatungen ausgegeben. Einzelheiten liegen nicht vor.

### 7.3 Unterschiede zwischen den deutschen und den ausländischen Routenempfehlungen

Die kurze Charakterisierung der ausländischen Routenberatungen hat gezeigt, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen und dem deutschen Dienst besteht. Während das Seewetteramt das Schwergewicht auf die Wahl der Alternativ-Routen um die Britischen Inseln legt, die Weiterfahrt aber weitgehend dem Schiffsführer überläßt, geben die ausländischen Dienste nur gelegentlich einen Generalkurs an. Sie beschränken sich darauf, in gewissen Zeitabständen Kursempfehlungen zu übermitteln und damit kurzfristige Wetternavigation von Land aus zu betreiben. Dieser Unterschied wird meist nicht beachtet, wie sich aus kritischen Veröffentlichungen über Routenempfehlungen ergibt.

Im Seewetteramt vertritt man den Standpunkt, daß die Wetternavigation auf See viel sachgerechter vom Kapitän selbst ausgeführt werden kann, da ein günstiger Kurs stark vom Verhalten des Schiffes im Seegang abhängt. Dieses Verhalten kann aber der Schiffsführer selbst am besten beurteilen (vgl. Abschnitt 5.4.2).

Das Seewetteramt beschränkt sich daher auf die Empfehlung einer Generalroute. Diese Begrenzung erhält dem Schiffsführer die notwendige Freiheit, die er in seiner verantwortlichen Position braucht. Die gewisse Bevormundung, der er bei ausländischen Routenberatungen unterliegt, mag zu einer grundsätzlichen Zurückhaltung gegenüber Routenempfehlungen beigetragen haben.

Der Schiffsführer sollte die deutschen Routenempfehlungen wie Gutachten betrachten. Auch der Richter bedient sich der Beiträge von Experten, ohne daß seine Entscheidungsfreiheit eingeengt wird. Der hohe Anteil von Seeschäden und Schiffsverlusten, an denen meteorologische Einflüsse beteiligt sind, rechtfertigt die Einbeziehung einer Routenempfehlung des Seewetteramtes in alle Überlegungen, die der Kapitän zur Ozeanüberquerung anstellt.

## 8 Fortschritte

Merkliche Verbesserungen in der Güte der Routenberatungen werden sich nur im Laufe von Jahrzehnten einstellen. Sie dürften vor allem auf einer größeren Genauigkeit von Wettervorhersagekarten im Meeresniveau beruhen. Aber gerade auf diesem Gebiet ist noch viel zu leisten. Heutzutage weist die 2tägige Bodenvorhersagekarte kaum die erforderliche Qualität für einen Seewetterdienst auf. Notwendig ist aber, daß eine Vorhersage für den 5. Tag etwa die Zuverlässigkeit der derzeitigen 24std. Vorhersagekarte besitzt. Die Schwierigkeiten türmen sich mit jedem weiteren Vorhersagetag.

Ferner muß man bedenken, daß nicht das Windfeld im Meeresniveau, sondern der aus ihm abgeleitete Seegang die für die Ermittlung des "Minimum time track" wichtige Größe ist. Mit der Seegangsberechnung gelangen aber weitere Fehlerquellen in die Routenermittlung. Sollte einmal die Seegangskarte des 5. Vorhersagetages die Genauigkeit der heutigen 24std. Seegangsvorhersage-

karte erreicht haben, dann kann die Berechnung des "Minimum time track" mit Hilfe einer elektronischen Rechenanlage erfolgen, und zwar auf der Grundlage einer Wetternavigation mit Hilfe der Methode von R.W. James (vgl. Abschnitt 6.2), die bereits zur nachträglichen Auswertung von Routenempfehlungen benutzt wird. Der Erfahrungsschatz des Meteorologen ist dann kaum noch erforderlich. Die Erstellung einer optimalen Route für ein bestimmtes Schiff könnte von einem nautischen Büro übernommen werden. Dort würden die mit einer EDV-Anlage berechneten "Wege kürzester Reisezeit" mit den Zusatzbedingungen kombiniert.

Ob eine derartige Entwicklung überhaupt möglich ist, kann heute noch nicht gesagt werden.

## Anlage 1

Deutscher Wetterdienst  
Fernmeldebetriebsgruppe  
Quickborn

Stand: 15. Mai 1981

Seefax - Sendeplan

<u>Rufzeichen:</u>	<u>Frequenzen:</u>		<u>Sendeart:</u>	<u>Sendeleistung:</u>	
DDH3	3 855 kHz		F 4	1,5 kW	
DDK3	7 880 kHz		weiß + 400 Hz	1,0 kW	
DDH8	13 657 kHz		schwarz - 400 Hz	20,0 kW	

<u>Sendezeit</u>	<u>UpM/Modul</u>	<u>Termin</u>	<u>Überm.- Dauer</u>	<u>Gebiet</u>	<u>Karteninhalte</u>
0755z	120/576	0000	19	B 15	Bodenanalyse mit Stationseintragungen
0815z	120/576	0000	8	B 30	24std. Vorhersagekarte Boden
0826z	120/576	0000	19	B 15	Analyse der 500mb-Fläche
0846z	120/576	0000	19	B 30	Analyse der 500mb-Fläche und Vorhersagekarte der 500mb-Fläche für 24, 48 und 72 Stunden
0905z*	120/288		12	V	Eiskarte Ostsee, west. Bornholm 1)
				W	Eiskarte Westatlantik 2)
0918z*	120/288	0000	12	S	Wetterkarte Nordatlantik
0931z*	120/576	0000	10	B 60	Vorhersagekarte (24std.) Nordatlantik
0948z	120/288	0300	12	T	Wetterkarte Nordsee
1002z	120/288		12	—	Wassertemperaturkarte Nordsee
1020z	120/576	0000	19	B 15	Bodenanalyse (Wiederholung 0755z)
1040z	120/576	0000	8	B 30	24std. Vorhersagekarte (Wiederholung 0815z)
1100z	120/576	0600	19	B 15	Bodenanalyse mit Stationseintragungen
1120z	120/576	0600	8	B 30	24std. Vorhersagekarte Boden
1131z	120/576	0000	10	B 30	48std. und 72std. Boden-Vorhersagekarte
1145z	120/576	0600	20	H	Wellenanalyse Nordatlantik (Übernahme von Moskau/RUMS)
1530z	120/576		20	E	Isothermen/Eiskarte (Übernahme v. Bracknell)
1553z	120/576	1200	19	B 15	Bodenanalyse mit Stationseintragungen
1741z	120/576	1200	8	B 30	24std. Vorhersagekarte Boden
1739z	120/576	1200	19	B 15	Analyse der 500mb-Fläche
2045z	120/576	1200	19	B 30	Analyse der 500mb-Fläche und Vorhersagekarte der 500mb-Fläche für 24, 48 und 72 Stunden
2105z	120/288	1200	12	U	Seegangskarte Nordatlantik
2118z	120/288	1200	12	S	Wetterkarte Nordatlantik
2131z	120/288	1200	12	S	Vorhersagekarte (24std.) Nordatlantik
2144z	120/288		12	V	Eiskarte 1)
2200z	120/576	1800	19	B 15	Bodenanalyse mit Stationseintragungen
2220z	120/576	2100	19	A	Bodenkarte
2252z	120/576	1800	8	B 30	24std. Vorhersagekarte Boden

S e e f a x - S e n d e p l a n

Bemerkungen:

- \* Wird nicht an Sonn- und Feiertagen ausgestrahlt  
 1) Unregelmäßig, nur wenn die Eislage es erfordert  
 2) Unregelmäßig, nur im Frühling und Frühsommer

Gebiete:

A	65°N 19°W, 63°N 30°E 42°N 09°W, 41°N 15°E	1 : 5 Mill.
B 15	40°N 81°W, 63°N 102°E 17°N 29°W, 27°N 34°E	1 : 15 Mill.
B 30 } B 60 }	40°N 81°W, 63°N 102°E 17°N 29°W, 27°N 34°E	1 : 30 Mill. 1 : 60 Mill.
E	57°N 96°W, 71°N 71°E 38°N 48°W, 46°N 13°E	1 : 10 Mill.
H	19°N 105°W, 70°N 40°E 21°N 08°W, 01°N 68°30'W	1 : 15 Mill.
S	33°N 40°W, 46°N 62°W 70°N 15°E, 47°N 08°E	1 : 15 Mill.
T	45°N 14°W, 72°N 36°W 74°N 22°E, 47°N 08°E	1 : 10 Mill.
U	26°N 43°W, 40°N 70°W 72°N 36°E, 42°N 15°E	1 : 20 Mill.
V	Ostsee westlich Bornholm, Belte und Sund, Kattegat 1 : 2 Mill.	
W	64°N 67°W, 64°N 36°W 38°N 67°W, 38°N 36°W	1 : 12,5 Mill.
—	50°N bis 62°N, 4°W bis 12°E	

## Anlage 2

Das Seewetteramt erteilt seit mehr als 20 Jahren meteorologische Routenempfehlungen an die transatlantische Schifffahrt. Wir möchten Ihnen diesen Dienst gerne wieder in Erinnerung bringen.

Von uns beratene Schiffe

- fahren sicherer
- fahren schneller

Wetter-Routenempfehlungen erhöhen daher die Sicherheit für Besatzung, Schiff und Ladung und sparen Geld.

Wie ermitteln wir den optimalen Kurs ?

Unterlagen für die Empfehlungen sind

- die augenblickliche Großwetterlage über dem Nordatlantik
- die mittelfristige Entwicklung der atmosphärischen Zirkulation
- Seegangskarten
- Eiskarten
- Karten der Meeresströmungen

Daraus ergeben sich die Faktoren, die die Fahrt des Schiffes beeinflussen

- Wind
- Windsee und Dünung
- Nebel
- Eis

Welche Informationen erhält der Kapitän ?

- Darstellung der Wetterlage
- Wetterprognose mit voraussichtlichem Reisewetter
- die optimale Route mittels Ansteuerungspunkten auf dem Nordatlantik, und besonders wichtig bei Auslaufen aus Nordseehäfen
- die Empfehlung
  - um Schottland
  - oder
  - durch den Englischen Kanal
- zu fahren

Welche Angaben benötigt das Seewetteramt von Ihnen ?

- Schiffsname - Unterscheidungssignal
- Geschwindigkeit
- Schiffstyp
- Tonnage
- Art der Ladung
- Auslaufhafen
- Zielhafen
- voraussichtliche Abfahrtszeit
- Mitteilung, wenn sich die geplante Abfahrt um mehr als vier Stunden verzögern sollte
- Angaben, ob Abfassung in deutscher oder englischer Sprache erwünscht
- Übermittlungsweg unserer Empfehlung (Telex)
- Übermittlung von Wetterbeobachtungen via Norddeich Radio (DAN) während der Überfahrt, um eventuell Kurskorrekturen zu empfehlen, falls sich die Großwetterlage anders als erwartet ändert.

Wie teuer ist Wetter-Routeing ?

Für Empfehlungen erhebt das Seewetteramt je nach Umfang Gebühren zwischen DM 150,00 und DM 200,00, die sich ermäßigen, wenn das Schiff am Wetterbeobachtungsdienst teilnimmt.

Weitere Fragen über die Arbeit im Wetter-Routeing-Dienst beantworten wir Ihnen gern. Wir würden uns besonders über Ihren Besuch im Seewetteramt freuen.

Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt, Bernhard-Nocht-Straße 76, 2000 Hamburg 4,  
Tel. 040/31 12 31, App. 55, 70 oder 50, Telex 02 11 291

Anlage 3

Kapitän:

HA Nr. 16

Datum: 16.11.79

Uhrzeit GMT

T E L E G R A M M

In Bremen vorliegend bis 14.00 MEZ Uhr, am 16.11.79 in deutsch

---

Empfänger: Continental Seaways, Bremen , Telex 02 44 033

---

Meteorologische Routen-Empfehlung für M/S "Eurobridge Beam"  
von Bremen nach New York  
Auslaufen am 16.11.79 , 18.00 Uhr MGZ

ein umfangreiches hoch mit zentrum 1037 mbar bei den azoren und ein sturmtief 985 mbar bei 54 n, 48 w kennzeichnen die druckverteilung über dem nordatlantik. das subtropenhoch verlagert sich langsam südostwärts. gleichzeitig zieht das sturmtief nordostwärts und liegt am sonntag mit kern 975 mbar südöstlich von island. ein weiteres kräftiges tief folgt von neufundland nach. dessen zentrum liegt am montag als ausgeprägtes sturmtief bei 59 n, 45 w.

damit baut sich über dem gesamten östlichen nordatlantik eine starke west-, später nordwest-strömung auf. der bereich maximalen seeganges liegt ab 19.11. nördlich von 45 n. weitere, von der us-ostküste nachfolgende tiefs haben naturgemäß zunächst eine etwas südlichere bahn, drehen über dem ostteil des atlantiks jedoch ebenfalls nach nordosten ein.

wir empfehlen die südroute durch den englischen kanal, ferner ein geringes ausweichen nach süden, etwa über den punkt 46 n, 15 w und von hier aus den direkten weg nach new york.

deutsche bucht: anfangs schwache, später frische südwestliche winde, in der südwestlichen nordsee vorübergehend auf nordwest drehend.

englischer kanal: starke süd- bis südwestwinde, auf der weiterfahrt bis zum ansteuerungspunkt rechtdrehend und zeitweise bis sturmstärke zunehmend.

gute fahrt!

swa/bock



