

Deutscher Wetterdienst
SEEWETTERAMT

Einzelveröffentlichungen

Nr. 7

**Die vorherrschenden Winde
auf dem Atlantischen Ozean**

im Januar und Juli

nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925—1939

In der Abteilung Maritime Meteorologie

bearbeitet von

Dr. H. MARKGRAF

Hamburg

1955

EINZELVERÖFFENTLICHUNGEN des Seewetteramtes

- Nr. 1 (1953)
Höhe, Länge und Steilheit der Meereswellen
im Nordatlantik (H. U. Roll) 3,50 DM
- Nr. 2 (1952, Nachdruck 1953)
Die Nebelverhältnisse der Unterelbe im Jahrzehnt 1939—1948
(G. Hartenstein und H. Markgraf) 2,00 DM
- Nr. 3 (1954)
Die Nebelverhältnisse im Küstengebiet der Weser und
Emsmündung (P. Binting und H. Markgraf) 2,00 DM
- Nr. 4 (1954)
Klimatologie der Nordwesteuropäischen Gewässer
Teil 1: Temperatur des Oberflächenwassers und
Temperatur-Differenz Luft—Wasser
(H. J. Bullig und P. Binting)
Teil 2: Windverhältnisse
(H. Markgraf und P. Binting) 7,00 DM
- Nr. 5 (1954)
Atlas der Monatswerte von Wassertemperatur, Wind und
Bewölkung auf dem Seeweg Europa-Südamerika (H. J. Bullig) 12,00 DM
- Nr. 6 (1954)
Die Größe der Meereswellen in Abhängigkeit
von der Windstärke (Dr. H. U. Roll) 5,00 DM
- Nr. 7 (1955)
Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean
im Januar und Juli nach Beobachtungen deutscher Schiffe
aus dem Zeitraum 1925—1939 (Dr. H. Markgraf) 3,50 DM

g. 76229
Deutscher Wetterdienst
SEEWETTERAMT

230434

Einzelveröffentlichungen

Nr. 7

551.552 (261) ✓

Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean

im Januar und Juli

nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925—1939

In der Abteilung Maritime Meteorologie
bearbeitet von
Dr. H. MARKGRAF

Hamburg
1955

LS



V o r w o r t

Hundert Jahre sind gerade vergangen, seit M.F. Maury in seiner "Physischen Geographie des Meeres" (Physical Geography of the Sea, erste Ausgabe 1855) die erste auf planmäßigen Schiffsbeobachtungen fußende, aber noch weitgehend schematisierte Windkarte der Weltmeere veröffentlichte. Und 70 Jahre sind verflossen, seit die von W. Köppen (Deutsche Seewarte) entworfenen ersten atlantischen Windkarten im Segelhandbuch für den Atlantischen Ozean 1884 erschienen, die schon als weitgehend getreues Abbild der wirklich vorherrschenden Windverhältnisse angesprochen werden können. Köppen konnte die Karten für die zweite Auflage des Segelhandbuchs 1899 noch wesentlich verfeinern, seitdem aber erfuhren sie - in den späteren "Dampferhandbüchern" - nur unwesentliche Erweiterungen nach Norden und Westen. Erst im neuen "Handbuch des Atlantischen Ozeans" (1. Band 1952, 2. Band 1954), dessen Abschnitt über "Klima und Wetter" im Seewetteramt bearbeitet wurde, sind neue Windkarten, getrennt für Nord- und Südatlantik, gebracht worden. Sie waren jedoch nur eine Zwischenlösung; es konnten in ihnen nur die bis zum Beginn des zweiten Weltkrieges aufbereiteten Beobachtungen verarbeitet werden. Inzwischen sind im Seewetteramt Millionen weiterer Schiffsbeobachtungen aus der Zeit von 1906 bis zur Gegenwart, im wesentlichen vom Atlantischen Ozean, aufbereitet und in das Lochkartenarchiv überführt worden. Man konnte daran gehen, dieses große, wertvolle Beobachtungsmaterial, das in unermüdlicher Beobachtertätigkeit von Offizieren deutscher Handelsschiffe gewonnen worden ist, für eine Darstellung der Windverhältnisse auf dem ganzen Atlantischen Ozean zu verwerten, die mehr ins einzelne geht, als es bisher möglich gewesen war.

Das erste Teilergebnis dieser Arbeit wird mit den folgenden Karten vorgelegt. Sie sollen in erster Linie einer großzügigen Unterrichtung über die vorherrschenden Windverhältnisse auf dem Atlantischen Ozean dienen, können daher vornehmlich im Unterricht an Seefahrtsschulen wie in Hochschul-Vorlesungen über Klimatologie Verwendung finden. Sie ersetzen nicht die "Monatskarten", die für die Seefahrtpraxis bestimmt sind.

Die vorliegende Veröffentlichung enthält die Darstellungen für die Monate Januar und Juli. Mit den Vorarbeiten für entsprechende Karten der Monate April und Oktober ist begonnen.

Auch diese Veröffentlichung ist das Ergebnis gemeinschaftlicher Arbeit verschiedener Arbeitsgruppen des Seewetteramtes, angefangen von der Aufbereitung der Schiffstagebücher über die Hollerith-Tabellierung und umfangreichere Rechenarbeiten bis zu Reinzeichnung, Reinschrift, Fotografie und Mehrfarbendruck. Dem Bearbeiter stand bei der Planung insbesondere die sachkundige Mitwirkung von Dipl.Met. P. Bintig zur Verfügung.

Hamburg, im Januar 1955

I n h a l t

Vorwort	1
Erläuterungen zur Darstellungsmethode der Karten	3
Einige Bemerkungen zum Karteninhalt	5

K a r t e n

Januar

- Verteilung der Beobachtungen (Karte a)
- Windpfeile für Zweigradfelder (Karte b)
- Richtung, Stärke und Beständigkeit der vorherrschenden Winde. Stromliniendarstellung (Karte c)

Juli

- Verteilung der Beobachtungen (Karte a)
- Windpfeile für Zweigradfelder (Karte b)
- Richtung, Stärke und Beständigkeit der vorherrschenden Winde. Stromliniendarstellung (Karte c)

T a f e l

Die vorherrschenden Winde auf einigen Hauptschiffahrtswegen

Material. Die Darstellung der atlantischen Windverhältnisse gründet sich ausschließlich auf Schiffsbeobachtungen, die im Lochkartenarchiv des Seewetteramtes enthalten sind.

Als **Raumeinheit** erscheint, in Übereinstimmung mit internationalen Beschlüssen, das Zweigradfeld.

Als **Zeitraum** sind die 15 Jahre 1925 bis 1939 gewählt. Nur dort, wo eine zeichnerische Überbrückung zu schwach belegter Felder nicht zugänglich erschien, sind auch vor 1925 angestellte Beobachtungen aus dem Archiv hinzugenommen worden. Die zusätzlichen Beobachtungen stammen im wesentlichen aus den Jahren 1906 bis 1913, älteres Beobachtungsmaterial stand im Lochkartenarchiv in ausreichender Menge noch nicht zur Verfügung. Die Überführung der Beobachtungen aus alten Schiffstagebüchern in die Lochkarten-Form geschieht beim Seewetteramt zwar fortlaufend, erfordert aber bis zu ihrem Abschluß noch längere Zeit. Darauf sollte hier nicht gewartet werden, zumal sich unsere Ergänzungen in engeren Grenzen halten mußten; denn der Zeitraum 1925 bis 1939 soll den Karten das Gepräge geben. Er wurde gewählt, um einen möglichst neuen, zusammenhängenden Klimaabschnitt zu erfassen. Seine Grenzen sind durch die Auswirkungen der beiden Weltkriege, die großen maritimen Beobachtungslücken 1914 - 1922 und 1939 - 1948, bestimmt.

Entwurf der Karten.

Die **vorherrschende Windrichtung** ist für jedes Zweigradfeld aus der 8-teiligen Windrose mit den Richtungen NE, E, SE, S, SW, W, NW, N bestimmt worden. Die Maßnahme gründet sich auf folgende Überlegungen: In allen Meeresgebieten, in denen nicht gerade (wie innerhalb der Passatregionen) eine bestimmte Windrichtung weit überwiegt, werden erfahrungsgemäß die 8 Hauptrichtungen häufiger notiert als die Zwischenrichtungen. 16-teilige Windrosen aus diesen Gebieten zeigen daher meist deutlich die Form eines zackigen Sterns. Wollte man von einem solchen die vorherrschende Windrichtung einfach ablesen, so ergäbe sich immer eine der Hauptrichtungen. Würde man aber 3 benachbarte Richtungen der 16-teiligen Windrose zusammenfassen, um aus dem Vergleich der Gesamthäufigkeit dieser Richtungen mit den Gesamthäufigkeiten der übrigen ebenfalls aus 3 benachbarten Richtungen zusammengefaßten Gruppen den Sektor^{x)} mit der größten Häufigkeit zu ermitteln, so würde man aus dem gleichen Grunde einen systematischen Fehler begehen: Es würden dann nämlich diejenigen Sektoren bevorzugt, die zwei Hauptrichtungen enthalten. Nähme man statt der drei Nachbarrichtungen vier, so würde der Beobachtungsfehler zwar einigermaßen ausgeglichen; aus 4 benachbarten Richtungen kann man aber die häufigste Richtung vernünftigerweise nur dann bestimmen, wenn diese zufällig genau in der Mitte zwischen diesen vier Richtungen liegt. Das ist im allgemeinen nicht der Fall. Daher ist es besser, auf die 8-teilige Rose überzugehen, also auch die Fälle richtig notierter Zwischenrichtungen auf die benachbarten Hauptrichtungen aufzuteilen. Es geschieht dies üblicherweise durch Halbierung des Häufigkeitswertes der Zwischenrichtung. Auch das entspricht nicht ganz der wahrscheinlichen Verteilung; man müßte den Häufigkeitswert der Zwischenrichtung den beiden benachbarten Häufigkeiten entsprechend anteilig aufspalten. Ein solches Verfahren erscheint aber bei der sehr unterschiedlichen Beobachtungsdichte in den verschiedenen Seeräumen, vor allem in schwächer belegten Feldern, zu weitgehend, zumal (wie weiter unten dargestellt) zum Abschluß noch ein "synoptischer" Ausgleich erfolgt ist.

Die Bestimmung der vorherrschenden Windrichtung stützt sich also nur auf die Hauptrichtungen und zwar jeweils auf diejenigen drei, welche die Hauptrichtung mit der größten Häufigkeitszahl in der Mitte enthalten. Es hat nun bei der Verteilungsart maritimer Beobachtungen keinen Sinn, zur Bestimmung der vorherrschenden häufigsten Windrichtung exakte mathematische Formeln anzuwenden, wie sie auf Grund von parabolischen oder Gauß'schen Verteilungskurven mit stetig angeordneten Argumenten für die Festlegung des "dichtesten Wertes" aufgestellt werden können. Faustformeln müssen hier genügen. Es wurde daher folgendermaßen verfahren (Richtungen immer nach der 32-teiligen Strichskala):

x) Mit 3 Richtungen der 16-teiligen Windrose ist stets ein Sektor von 6 Strich erfaßt, da die beiden äußeren Richtungen noch den Raum zu den nächst benachbarten zur Hälfte mit enthalten; z.B. umfassen die Richtungen 16, 18, 20 der 16-teiligen Rose den Sektor 15 - 21.

Zunächst wurde die Hauptrichtung mit der absolut größten Häufigkeitszahl aufgesucht.

Beispiele:

D = 16 20 24 übertraf dann die Häufigkeit dieser (Haupt-) Richtung (hier D = 20 mit 30%) die Häufigkeit einer benachbarten (Haupt-)Richtung (D = 16 mit 27%) um höchstens ein Zehntel (das sind hier 3% = 30% - 27%), so galt die Zwischenrichtung (D = 18) zwischen diesen beiden (Haupt-)Richtungen als vorherrschend, sofern nicht

D = 16 20 24 die zweite Nachbar-Richtung (hier D = 24) ihrerseits um nicht mehr als ein Zehntel von der Häufigkeit der ersten Nachbar-Richtung verschieden war (hier 2% = 27% - 25%). In diesem Falle kamen die folgenden Richtlinien zur Anwendung, die auch in allen den Fällen galten, wo der Häufigkeitsunterschied zwischen häufigster und einer Nachbar-Richtung mehr als ein Zehntel der größten Häufigkeit betrug.

D = 16 20 24 War der Häufigkeitsunterschied zwischen der ersten und zweiten Nachbar-Richtung nicht größer als ein Drittel (hier 10%) der Häufigkeit der zwischen ihnen liegenden Hauptrichtung (hier D = 20) mit der größten Häufigkeitszahl, so galt diese als vorherrschend.

D = 16 20 24 Ergab sich aber bei Abzug des Häufigkeitsunterschiedes (hier 20%) der genannten beiderseitigen Nachbar-Richtungen vom Häufigkeitswert der eingeschlossenen Hauptrichtung ein Wert (hier 30% - 20% = 10%), der höchstens ein Drittel (hier 10%) des Häufigkeitswertes dieser eingeschlossenen Hauptrichtung betrug, so galt die Zwischenrichtung als vorherrschend.

D = 16 20 24 In den übrigen Fällen galt die zwischen dieser Zwischenrichtung (hier D = 18) und der Richtung mit der größten Häufigkeitszahl (hier D = 20) liegende Richtung als vorherrschend.

D = 16 20 24 Zahl (hier D = 20) liegende Richtung als vorherrschend.

D = (Haupt)-Richtung
H = Häufigkeit der Beobachtungen in Prozent
V = Vorherrschende Richtung
B = Beständigkeit

Diese Faustregeln erscheinen auf den ersten Blick kompliziert. Sie werden in der Anwendung aber schnell geläufig und erfüllen ihren Zweck gut. Es wird mit ihrer Hilfe eine gleichmäßige Verteilung auf alle Richtungen der 32-teiligen Windrose erzielt.

Sekundäre Maxima in der Häufigkeitsverteilung der 8 Richtungen wurden berücksichtigt, wenn sie mindestens 80% des Hauptmaximums aufwiesen.

Beispiel: D = 16 20 24 28 32
H = 12% 20% 7% 16% 13%
V = 20 (29)

Die Bestimmung der zweit- und dritthäufigsten Richtungen hieraus erfolgte in der gleichen Weise wie für die absolut häufigsten Richtungen.

Die so bestimmten vorherrschenden Windrichtungen wurden in die Zweigradfelder eingetragen. In Gegenden mit besonders wenig Beobachtungen wurden ergänzend die Richtungen notiert, die aus den Windrosen folgender Atlanten (für Gebiete unterschiedlicher Größe) entnommen werden konnten: Monatskarten für den Südatlantischen Ozean (bearbeitet von der Deutschen Seewarte, 1942/43), Monatskarten für die Breiten 50° bis 70° Nord des Nordatlantischen Ozeans (bearbeitet von der Deutschen Seewarte, 1940), Klimatologie des europäischen Nordmeers (bearbeitet von der Deutschen Seewarte, 1939/41), Monthly Meteorological Charts of the Atlantic Ocean (Meteorological Office, London, 1948), Monthly

Meteorological Charts and Ocean Current Chart of the Greenland and Barents Seas (Meteorological Office, London, 1942).

Durch "synoptischen Vergleich" mit den Zweigradfeldern der Nachbarschaft und, wo es angebracht erschien, unter Mithinwirkung der erwähnten Atlanten, ist Schritt für Schritt für jedes Zweigradfeld die in ihm mit großer Wahrscheinlichkeit vorherrschende (gegebenenfalls auch die zweithäufigste) Windrichtung bestimmt und in die Karten eingezeichnet worden. Auch unbesetzte Felder haben dabei Windpfeile erhalten: durch Interpolation innerhalb sonst gut belegter Gegenden oder durch Extrapolation an den Rändern der Beobachtungsräume (Karte b).

Für jedes Zweigradfeld ist auch die mittlere Stärke der vorherrschenden Richtungen angegeben. Grundlage sind die Beaufort-Stärken, die bei den "vorherrschenden" Richtungen beobachtet wurden. Die Beaufortwerte wurden ohne vorheriges Umsetzen in eine Geschwindigkeitsskala gemittelt. Nach den in die Karte eingetragenen mittleren Beaufortwerten sind, teilweise unter Interpolation, ausgeglichene Linien gleicher mittlerer Windstärke gezeichnet, und zwar für 1.5, 3.5, 5.5 und 7.5 Bft., so daß Zonen mit den Windstärkestufen ≤ 2 , 2-3, 4-5, 6-7 und ≥ 7 entstanden sind (Karte b). Je nach der Lage in einer dieser Zonen ist der in jedem Zweigradfeld "vorherrschenden" Windrichtung die ihr danach zukommende mittlere Stärke zugeteilt worden. Die mittlere Stärke der zweithäufigsten Richtung, die nur in Übergangsgebieten erscheint, ist (soweit angängig) unmittelbar aus den Beobachtungen bestimmt. Im Zweifelsfalle wurde die Entscheidung auf Grund des "synoptischen Vergleichs" getroffen.

Die Beständigkeit ist definiert als Summe der Häufigkeitsprozent, welche die einzelnen Richtungen im bevorzugten Quadranten aufwiesen. Sie ist also berechnet entweder aus den Häufigkeiten zweier benachbarter Hauptrichtungen (Beispiel 1) oder, wenn die beiden der häufigsten Hauptrichtung beiderseits benachbarten Hauptrichtungen genau gleiche Häufigkeiten aufwiesen, aus der Häufigkeit der häufigsten Hauptrichtung und je der Hälfte der Häufigkeiten der beiden benachbarten Hauptrichtungen (Beispiel 2).

Beispiel 1

Bevorzugter Quadrant = 14 - 22
 D = 16 20 24
 H = 27% 30% 23%
 B = 27% + 30% = 57%

Beispiel 2

Bevorzugter Quadrant = 16 - 24
 D = 16 20 24
 H = 23% 30% 23%
 B = $\frac{1}{2} \times 23\% + 30\% + \frac{1}{2} \times 23\% = 53\%$

Die Werte sind wieder in die Zweigradfelder eingetragen und danach, zum Teil interpolierend, ausgeglichene Linien gleicher Beständigkeit von 10 zu 10%, beginnend mit 30% bis herauf zu 90% gezeichnet (Karte c).

Alle drei Elemente: vorherrschende Windrichtung, deren Beständigkeit und mittlere Windstärke sind schließlich in einer stromlinienartigen Darstellung vereinigt, in der die Pfeillänge den Grad der Beständigkeit, die Pfeildicke die mittlere Windstärke bezeichnet (Karte c). In die Karten sind zugleich die wichtigen Konvergenz- und Divergenzlinien eingezeichnet, nämlich die innertropische "Front", die Divergenzlinien der subtropischen Antizyklonen sowie die nördliche und südliche Polarfront (mitunter aufgespalten in eigentliche Polarfront und arktische Front) (Karten b und c).

Bei der Kennzeichnung der Beständigkeit ist wegen der durch die Projektion bedingten Verzerrung des Kartenbildes nach den Rändern hin die Strecke, die 100% bedeutet, nicht überall auf der Karte gleich lang. Die Bruchstücke zweier konzentrischer (gestrichelt gezeichneter) Kreise um den Kartenhauptpunkt auf $0^\circ N 30^\circ W$ begrenzen über See die Zonen, in denen die Länge der 100%-Strecke 8, 10 bzw. 12 mm beträgt. Auch der Abstand paralleler Stromlinien ist in entsprechender Weise der Verzerrung angepaßt (Karte c).

Die Darstellung der vorherrschenden Winde auf einigen Hauptschiffahrtswegen fußt auf den hier wiedergegebenen Karten.

1. Wirklichkeitstreue.

Auf allen Seeklimakarten müssen mehr oder weniger umfangreiche Gebiete geringer Beobachtungsdichte überbrückt werden, also Gebiete, die selten oder nie von Schiffen befahren werden. Auch die vorliegenden Windkarten bilden hierin keine Ausnahme. Sie weisen ausgedehnte Gebiete auf, in denen aus dem betrachteten 15-jährigen Zeitraum weniger als 50 Beobachtungen für ein Zweigradfeld zur Verfügung standen, vor allem im südlichen Nordatlantik und in der Mitte des Südatlantischen Ozeans; wohingegen auf den Bändern der Hauptschiffahrtswege deutlich die starke Häufung von Beobachtungen in Erscheinung tritt (siehe jeweils Karte a).

Das Überbrücken der schwach besetzten Räume war im allgemeinen nicht schwierig, da es sich überwiegend um einheitliche Windgebiete handelt. Nur in Zonen unbeständigerer Winde, insbesondere in Konvergenz- und Divergenzonen, blieb mitunter selbst bei Verwendung zusätzlicher Beobachtungen aus der Zeit vor 1925 eine eindeutige Entscheidung fraglich. In solchen Gebieten spielt die Zufälligkeit weniger Beobachtungen eine große Rolle, und eine Angleichung an Nachbargebiete einheitlicher Windstruktur verbietet sich von selbst. Es ist hier subjektiver Auffassung ein gewisser Spielraum gelassen.

Das mag beispielsweise am Südrand der Karten, im Bereich der "braven Westwinde", zu beachten sein: dort wirken die eingezeichneten Windpfeile möglicherweise zu repräsentativ. Ein wenig ist hierauf durch die schematische Art hingewiesen, mit der in diesen Gebieten Änderungen der Windrichtung von Feld zu Feld dargestellt wurden.

Anders in den Konvergenz- und Divergenzonen. Da der Verlauf einer singulären Linie von Jahr zu Jahr erheblich schwanken kann, wird ein benachbartes Zweigradfeld bald auf die eine, bald auf die andere Seite der Linie geraten können, so daß sich die vorherrschende Windrichtung von einem Jahr zum andern mitunter um 180° ändern kann. Selbst im Mittel mehrerer Jahre wird die Lage der Konvergenz- und Divergenzlinien je nach dem ausgewählten Zeitabschnitt wechseln. In Gebieten mit wenig Beobachtungen, die in zwei Nachbarfeldern vielleicht ganz verschiedenen Zeitabschnitten entstammen, muß die Entscheidung daher subjektiv ausfallen. Allzuweit scheint der Spielraum für die Festlegung der singulären Linien jedoch nicht zu sein. Ein Vergleich mit den früheren Kippenschen Karten zeigt, daß die innertropische Konvergenzzone und die subtropischen Divergenzonen in den beiden verschiedenen Darstellungen in ihrem Verlauf höchstens um 1-2 Breitengrade abweichen: ein immerhin bemerkenswertes Ergebnis.

Besonderes Augenmerk wurde auf die Darstellung der nordatlantischen "Polarfront" gerichtet. Es ist wohl das erste Mal, daß ihr Verlauf auf Grund von Zweigradfeld-Windwerten festgelegt wurde. Bisher war man genötigt, sie nach Gutdünken in ausgleichende, verallgemeinernde Windkarten oder in Isobarenkarten hineinzuzeichnen.

Der scharfe Windsprung an der nordatlantischen "Frontalzone", besonders auf der Januarkarte, mag überraschen und zu Zweifeln Anlaß geben, ob er hinreichend durch Beobachtungen belegt sei. Das ist aber tatsächlich weitgehend der Fall. Zwischen 20° und 50° W, 70° und 80° W ist der Verlauf der Frontalzone im Januar zweifelsfrei; der Windsprung ist in diesen Abschnitten überall eindeutig belegt. Im westlichen Zwischenstück (50°-70° W) dagegen scheint die Zone breiter zu sein, so daß eine gewisse Willkür der Linienführung unvermeidlich war. Es ist aber auch hier höchstens eine Verlagerung um 2 Breitengrade möglich, und der erhebliche Windrichtungsunterschied (bis zu 90°) beiderseits der - breiteren - "Frontalzone" bleibt bestehen. Östlich von 20° W wird der Frontverlauf unendlich: die beiderseitigen Luftströmungen werden nahezu parallel.

Der Verlauf der "arktischen Frontalzone" im Januar ist nur dicht östlich und westlich von Island belegt, im übrigen hypothetisch.

Im Juli ist der Windsprung an der "arktischen Frontalzone" auf ihrer ganzen Länge, an der "Polarfront" (die wenig südlicher verläuft) zumindest östlich von 35° W hinreichend belegt. Die nahe Nachbarschaft der beiden Konvergenzonen, die scheinbare Aufspaltung der "Polarfront", ist reell.

Von den beiden südatlantischen Konvergenzlinien ist die La-Plata-Konvergenz im Januar wie im Juli hinreichend belegt; die Konvergenzzone vor der südargentinischen Küste dagegen kann nur im Januar, dann aber auch nur westlich von 60° W, als durch Beobachtungen ausreichend gesichert angesehen werden. Östlich von 60° W im Januar und in ihrer ganzen Erstreckung im Juli reicht die Zahl der Beobachtungen für eine eindeutige Festlegung der Linie meist nicht aus.

Es ist interessant, die vorliegenden Windkarten mit den von Koppén vor 55 Jahren - in der zweiten Auflage des Segelhandbuchs für den Atlantischen Ozean 1899 - veröffentlichten Karten zu vergleichen. Dabei ist zu beachten, daß Koppén jeweils zwei Monate - Januar und Februar, Juli und August - zusammengefaßt hat. In großen Zügen ergibt sich durchaus das gleiche Bild. Es wurde schon darauf hingewiesen, daß die Lage der innertropischen "Front" und der subtropischen Divergenzonen in beiden Darstellungen nahezu die gleiche ist. Im einzelnen bringen aber die vorliegenden Karten, auch abgesehen von der Darstellung der ausser-tropischen Konvergenzlinien, einige Verbesserungen oder Verfeinerungen.

So wehen im Januar nach Ausweis der neueren Beobachtungen südlich von Island vorwiegend SW- bis W-, nicht SE-Winde, vor der westnorwegischen Küste (durch diese erzwungen) Süd-, nicht SW-Winde, in der südlichen und mittleren Nordsee W bis WSW statt SW. Koppén hat über weiten Gebieten des Meeres, die spärlich mit Beobachtungen bedacht waren, für die Konstruktion seiner Windkarten die mittlere Luftdruckverteilung zu Hilfe nehmen müssen. "Für die höheren Breiten jenseits 50° ist dieser Weg fast der einzig anwendbare", schrieb er in seiner Erläuterung (Segelhandbuch, 2. Aufl. 1899, S. 53). Das erklärt ohne weiteres die erwähnten Abweichungen in begrenzten Gebieten. Es fehlt daher in den alten Karten auch jeder Windsprung, der auf das Vorhandensein der nordatlantischen "Frontalzone" hingewiesen hätte. Statt der jetzt eindeutig belegten NW- bis WNW-Winde an deren Nordseite finden sich in den alten Karten zwischen Florida und 46° N 26° W WNW- bis WSW-Winde genau so wie etwas weiter südlich. Die in den beiden Darstellungen etwas abweichende Lage der nordatlantischen subtropischen Divergenzzone bringt es ferner mit sich, daß in einem schmalen Streifen von östlich Florida bis etwa 32° N 30° W statt der S- bis SW-Winde unserer vorliegenden Darstellung in Koppéns Karten NE-Winde erscheinen. Ähnlich finden sich um 25° S 20° W an Stelle von N- bis NNW-Winden damals ENE- bis E-Winde angegeben.

Auch im Juli gibt es Unterschiede in einigen begrenzten Gebieten. In der Nordsee ergeben sich jetzt NW- bis W-Winde an Stelle von WSW-Winden, im Nordmeer nördlich der "arktischen Frontalzone" bis zum Kartenrand NE- anstatt WSW- bis SSE-Winde. Südwestlich von Island zeigen die vorliegenden Karten NW, die älteren SE; im Raum 61° - 62° N, 30° - 35° W, dicht nördlich der "arktischen Frontalzone", ergeben sich N- anstatt WNW-Winde, in der Davisstraße NW- anstatt SW-Winde, und in einem schmalen Streifen nördlich der "Polarfront" von 54° N 52° W bis 59° N 16° W NW-Winde an Stelle von SW- bis WSW-Winden.

2. Kennzeichnung der großen Strömungsglieder der Luftzirkulation über dem Atlantischen Ozean.

Die in die vorliegenden Karten eingedruckten Konvergenz- und Divergenzlinien heben die großen Strömungsglieder innerhalb der Luftzirkulation hervor. Sekundäre Divergenzlinien innerhalb eines Strömungsgliedes sind in der Regel nicht besonders gekennzeichnet, um die Übersichtlichkeit nicht zu beeinträchtigen.

Innertropische Konvergenz und subtropische Divergenzlinien begrenzen die Passate. Nur als Abzweigung vor allem des südhemisphärischen Passats erscheint der afrikanische Monsun.

Die subtropischen Divergenzlinien verändern ihre Längenerstreckung im Laufe des Jahres. Als Kammlinien der subtropischen Hochdruckgebiete reichen sie im Winter jeweils von Kontinent zu Kontinent; im Sommer, wenn thermische Tiefdruckgebilde den subtropischen Hochdruckgürtel über den Kontinenten unterbrechen, ziehen sie sich mit den entstehenden Hochdruckzellen auf den freien Ozean zurück. Dann finden östlich und westlich von ihnen in einem ziemlich ausgedehnten Küstenvorfeld stetige Übergänge zwischen den westlichen Winden höherer Breiten und dem Passatanfang sowie zwischen Passatende und den westlichen Winden statt.

Polwärts der subtropischen Divergenzlinien tritt als nächstes großräumiges Strömungsglied die SW- bzw. NW-Strömung in Erscheinung, der im Rahmen des Horizontalaustauschs außertropischer Breiten der Transport subtropischer Warmluft nach höheren Breiten zufällt. Sie startet teilweise als SE- bzw. NE-Strömung und findet ihre polare Begrenzung an der Konvergenzlinie der "Polarfront". Diese ist in ihrer ganzen Länge nur auf dem Nordatlantischen Ozean erfasst. Auf dem Südatlantik konnte nur das westliche Bruchstück in der Nähe der La-Plata-Mündung festgelegt werden; auf eine Fortsetzung nach Osten musste trotz gewisser Andeutungen im Strömungsbild wegen der Spärlichkeit der hier zugrunde liegenden Beobachtungen verzichtet werden.

Jenseits der "Polarfront" folgt als drittes planetarisches Strömungsglied auf beiden Halbkugeln der im Winter breite, im Sommer schmale Polarluftstrom, der an der amerikanischen Seite mit einer Komponente vom Pol her startet, im Osten aber, wenigstens im Winter, polwärts zurückgelenkt wird. Auch der Polarluftstrom erfährt teilweise noch eine Begrenzung nach höheren Breiten hin. Arktische Luft stößt gegen ihn von hohen Breiten her vor. Das ist im Juli zwischen Grönland und Norwegen gut zu sehen: Das ganze Gebiet wird von einer Nordostströmung beherrscht, die unmittelbar arktischen Ursprungs ist. Ihre südliche Begrenzung gegen den Polarluftstrom kann als "arktische Frontalzone" gedeutet werden. Auch im Januar ist diese Nordostströmung in einem kleineren Bereich östlich von Grönland zu erkennen; die Karte hat hier aber größtenteils hypothetischen Charakter.

Ob die Konvergenzlinie vor der südargentinischen Küste eine entsprechende Begrenzung des südatlantischen Polarluftstroms durch antarktische Kaltluft andeutet, muß dahingestellt bleiben. Trotz der verhältnismäßig niedrigen Breite entspricht ja der Witterungscharakter dieser Gegend durchaus einer solchen Deutung, und die Ortsverlagerung der beiden südatlantischen Konvergenzonen vom Sommer zum Winter entspricht auch der Ortsverlagerung der beiden nordatlantischen Konvergenzonen zwischen diesen Jahreszeiten: Der Abstand zwischen den beiden Konvergenzen vergrößert sich vom Sommer zum Winter auf beiden Halbkugeln ganz beträchtlich.

Bemerkenswert ist die Orientierung der singulären Linien. Alle reichen im Osten weiter polwärts als im Westen, auf beiden Halbkugeln in gleicher Weise. Für die innertropische Konvergenz, die in beiden Monaten ganz auf der Nordhalbkugel liegt, ist die Richtung durch die beiden festländischen Wärmetiefs bestimmt, die sie verbindet, das Amazonastief und das Sudantief. Auch für die Orientierung der außertropischen Konvergenzlinien spielt das angrenzende Festland eine Rolle. Über dem Nordatlantik stößt hinter wandernden Zyklonen, die mit den "Frontalzone" in engen Zusammenhang stehen, Kaltluft im Winter von Nordamerika her, im Sommer von Baffinland und Grönland aus Äquatorwärts vor; andererseits strömt auf der Vorderseite der neu gebildeten oder auflebenden, in östlicher Richtung ziehenden Zyklonen maritime subtropische Warmluft polwärts. Das bedingt Abkühlung im Westen,

Erwärmung über dem Ostteil des Ozeans, also eine Aufwölbung der Isothermen im Osten. Damit ist der Verlauf der "Frontalzone", die ursprünglich eine thermische Singularität darstellt, von SW nach ENE bis NE vorgezeichnet. Er gibt sich in der Zugrichtung der Zyklonen und demzufolge in der Orientierung der Konvergenzlinien im Strömungsbild der vorherrschenden Winde zu erkennen.

Ähnlich wirkt Argentinien im Winter als allerdings geringere Kältequelle (im Sommer mehr der Südteil des Landes), während wiederum die vor der Küste entstehenden oder auflebenden Zyklonen an ihrer Vorderseite wärmere Luft polwärts verfrachten. Auch hier ergibt sich daraus die Richtung der thermischen Frontalzone, in ihrem Gefolge der Zyklonenbahnen und der Konvergenzlinien.

Die Vorgänge bestimmen schließlich auch die Orientierung der subtropischen Divergenzlinien. Im Westen, wo sich an der "Frontalzone" immer wieder Zyklonen auch in niedrigen Breiten entwickeln, bleibt der Druck durchschnittlich niedrig. Im Osten dagegen kann das Subtropenhoch weiter polwärts vorstoßen; die Zyklonenbahnen geben den Raum frei. Mit der Achse des Hochs ist aber auch die Lage der Divergenzlinie festgelegt.

3. Die vorherrschenden Winde auf einigen Hauptschiffahrtswegen (siehe Tafel am Schluß).

Für sieben Schiffahrtswege wurden die vorherrschenden Winde nach den vorliegenden Karten gesondert dargestellt. Dabei sind, um die jahreszeitlichen Änderungen auch im Nordraum zu zeigen, die mittleren Windverhältnisse auf den beiden zur Belle-Isle-Straße führenden Wegen auch für den Januar wiedergegeben, obwohl die Wege in diesem Monat nicht befahren werden. Die Angaben beruhen zum Teil auf Beobachtungen von dem Weg Schottland - Kap Race und verstreuten Beobachtungen außerhalb dieses Weges, zu einem kleinen Teil auch auf Interpolation.

Der jahreszeitliche Windwechsel ist auf den drei nordatlantischen Querwegen sehr gut ausgeprägt, besonders in ihrem Westteil: Westlich von 40° - 50° W herrschen im Januar starke nordwestliche, im Juli meist schwache SW-Winde vor, östlich von 20° bis 30° W im Januar meist starke südwestliche, im Juli im allgemeinen schwächere, meist nordwestliche Winde.

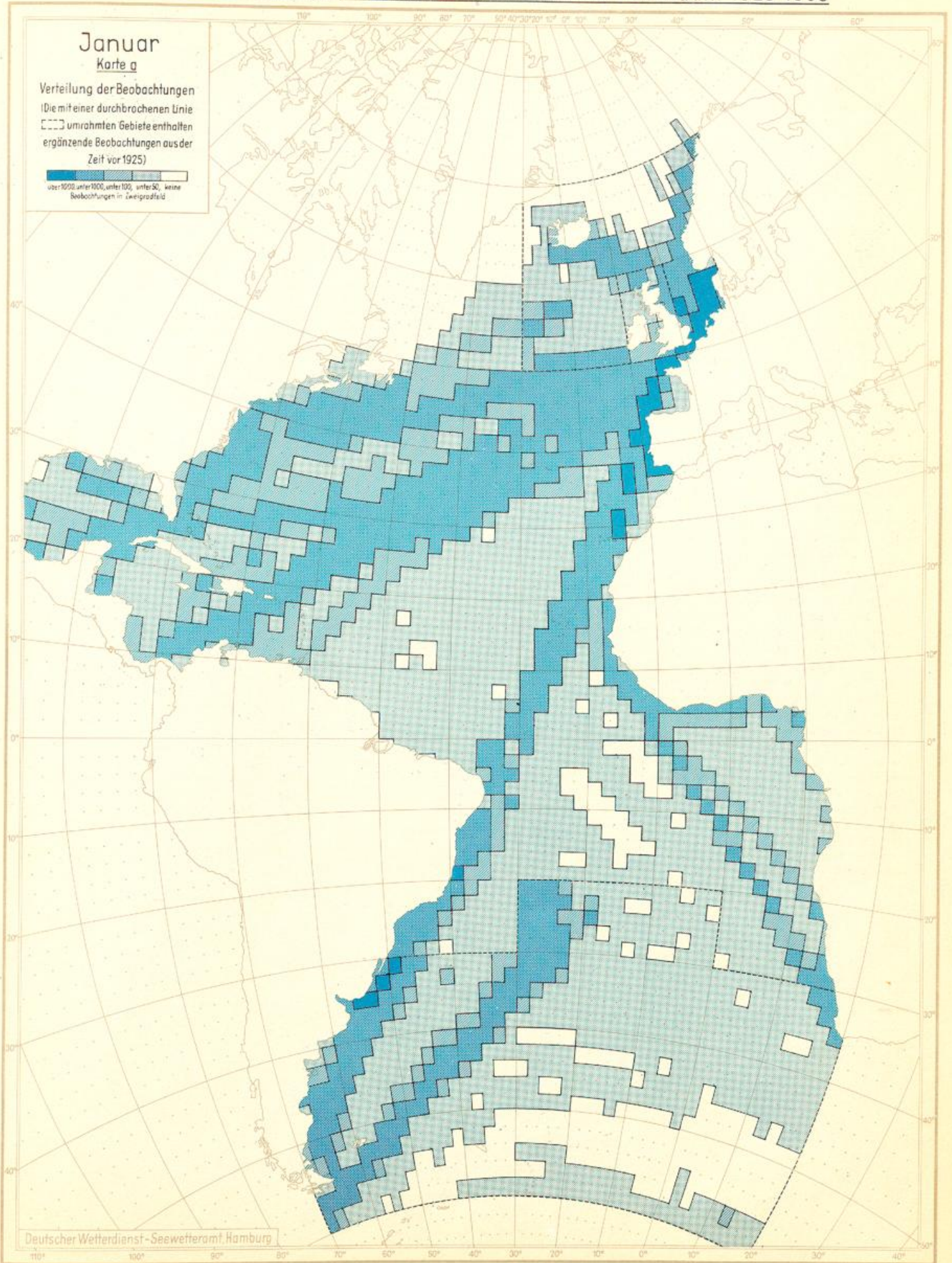
Ein Vergleich der beiden im Juli nach der Belle-Isle-Straße führenden Wege läßt auf dem nördlicheren teilweise größere Windstärken, vor allem aber eine geringere Beständigkeit der vorherrschenden Winde erkennen.

Die Unterschiede zwischen Aus- und Heimreise auf dem Weg Kanal - New York sind unbedeutend.

Auf den südwärts führenden Wegen tritt markant hervor, wie die Zone des Nordostpassats vom Winter zum Sommer nordwärts wandert, wobei sich gleichzeitig der Bereich hoher Beständigkeit erweitert.

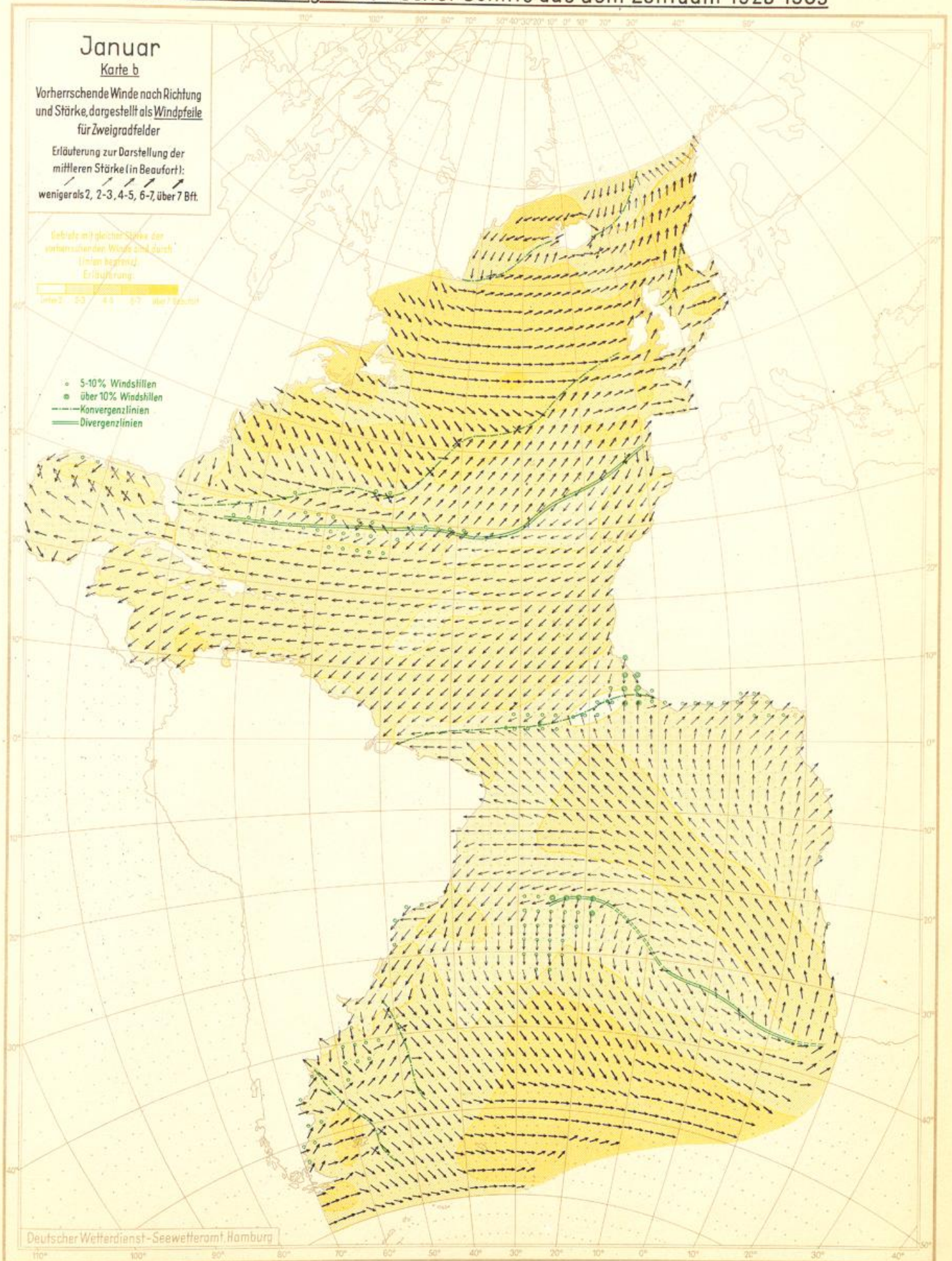
Auch die jahreszeitliche Verlagerung der innertropischen Konvergenz ist deutlich.

Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925-1939



Lamberts winkeltreue Azimutalprojektion (Gradnetz-Entwurf: Th.Stocks 1931). Maßstab: 1:60000000, Hauptpunkt auf dem Äquator in 30°W

Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925-1939



Lamberts winkeltreue Azimutalprojektion (Gradnetz-Entwurf: Th.Stocks 1931). Maßstab: 1:60000000, Hauptpunkt auf dem Äquator in 30°W

Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925-1939

Januar

Karte c

Die vorherrschenden Winde nach
Richtung, Stärke und Beständigkeit,
in Stromlinien angeordnet

Bezeichnung der Windstärken (in Beaufort)

weniger als 2, 2-3, 4-5, 6-7, über 7 Bft.

- 5-10% Windstillen
- über 10% Windstillen
- Konvergenzlinien
- Divergenzlinien

Bezeichnung der Beständigkeit:

Die Pfeillänge gibt an, wieviel vom Hundert der beobachteten
Winde auf den bevorzugten Quadranten entfallen.
Wegen der Kartensprojektionen sind drei verschiedene
Maßstäbe verwendet:

- außerhalb des äußeren Kreises: 0 25 45 65 85 95%
- zwischen den beiden Kreisen: 0 25 45 65 85 95%
- innerhalb des inneren Kreises: 0 25 45 65 85 95%

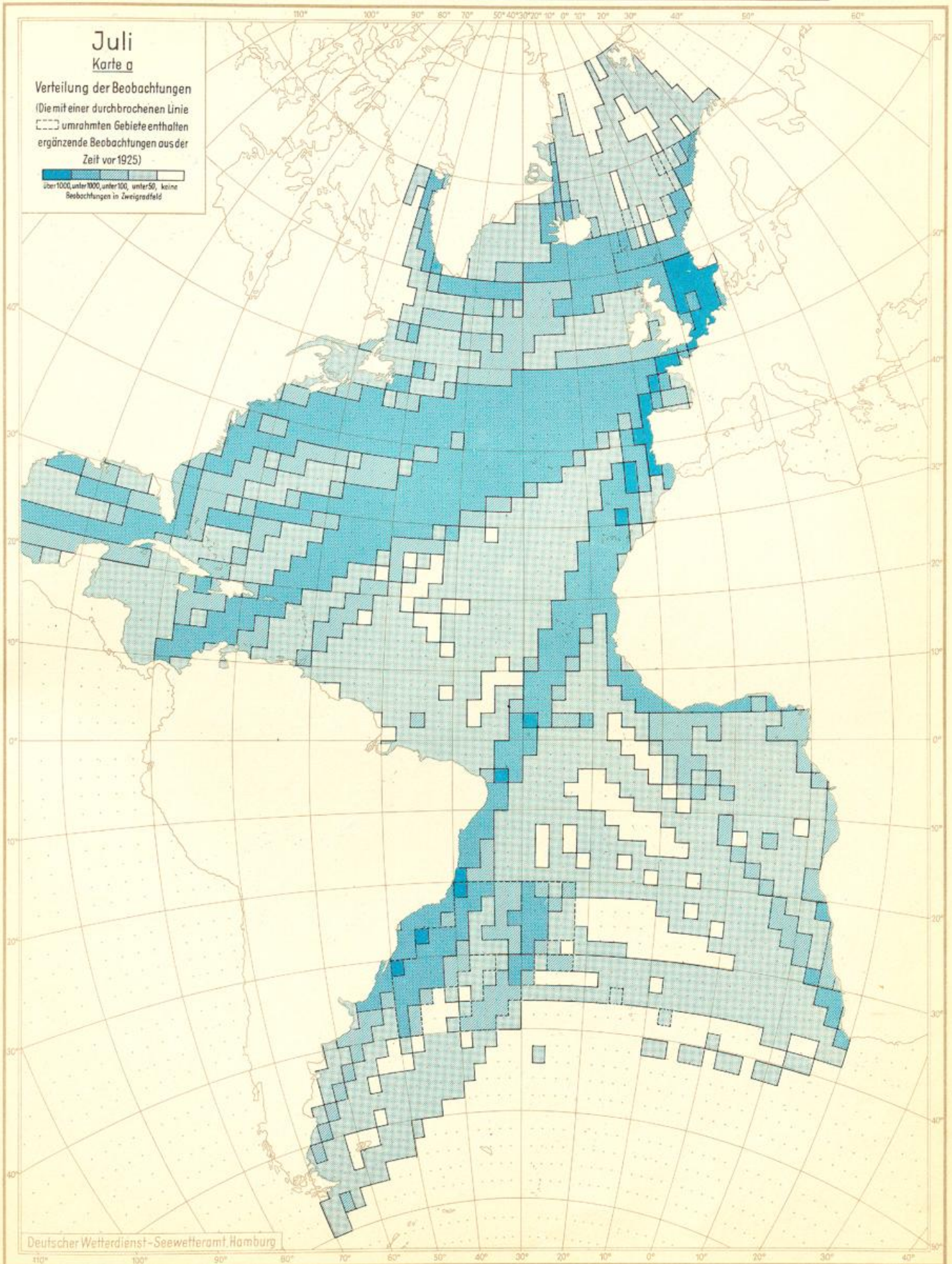
— Linien gleicher Beständigkeit

Unter Beständigkeit ist verstanden, in wieviel von Hundert
Beobachtungen der Wind aus dem bevorzugten Quadranten
weht, der durch die Pfeilrichtung in dem betreffenden
Gebiet gekennzeichnet ist.
Die Zahlenwerte an den Linien geben die Prozente der
Beständigkeit an.

Deutscher Wetterdienst - Seewetteramt Hamburg

Lamberts winkeltreue Azimutalprojektion (Gradnetz-Entwurf: Th.Stocks 1931). Maßstab: 1:60000000, Hauptpunkt auf dem Äquator in 30° W

Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925-1939



Lamberts winkeltreue Azimutalprojektion (Gradnetz-Entwurf: Th.Stocks 1931). Maßstab: 1:60000000, Hauptpunkt auf dem Äquator in 30°W

Die vorherrschenden Winde auf dem Atlantischen Ozean nach Beobachtungen deutscher Schiffe aus dem Zeitraum 1925-1939

