

DWD/Seewetteramt



16a]

Die Nordseeorkan-Wetterlage vom 16. / 17. Februar 1962

90.790

Schon seit Beginn des Jahres 1962 zeigte sich ein bemerkenswert stark ausgeprägtes Kältezentrum über Nordkanada und Labrador mit Bodentemperaturen um minus 30 Grad, zeitweise bis minus 40 Grad, und Höhentemperaturen (in Höhe der 500 hPa Fläche = ca. 5000 m) zwischen minus 40 und minus 50 Grad. Demgegenüber hatte das Azorenhoch einen außergewöhnlich hohen Kerndruck, der ab Anfang Februar oft den Wert von 1045 hPa überschritt. Der damit verbundene intensive Transport subtropischer Warmluft in den nördlichen Atlantik hatte eine Serie von Sturmzyklonen zur Folge, die ihren Ursprung meist bei Neufundland nahmen, dort, wo der Subtropikluftstrom engsten Kontakt mit der arktischen Luft des kanadischen Kältepol bekam. Die Bahn der Sturmzyklonen führte teils in die Gebiete um Grönland und Island, teils weiter ostwärts bis in den skandinavischen und osteuropäischen Raum.

4 Tage vor dem Orkantief, das in der Nacht vom 16. zum 17. Februar die Sturmflutkatastrophe in Norddeutschland verursachte, war ebenfalls ein sehr kräftiges Tief nach Skandinavien vorgedrungen mit einem Kerndruck bis zu 945 hPa. Es hatte dem deutschen Küstengebiet bereits West- bis Nordweststurm mit Orkanböen gebracht. Daß es hierbei nicht schon zu einer kritischen Sturmflutsituation kam, war einem auf der Rückseite des Sturmtiefs folgenden Teiltief zu verdanken, das westlich der Deutschen Bucht südostwärts schwenkte und daher den Wind bereits in der Nacht zum 13. abflauen ließ. Erst im Laufe des 13. setzten wieder starke bis stürmische Nordwest- bis Nordwinde auf der Rückseite dieses Teiltiefs ein, die bis zum 14. abends anhielten (siehe Karte vom 14.02.).

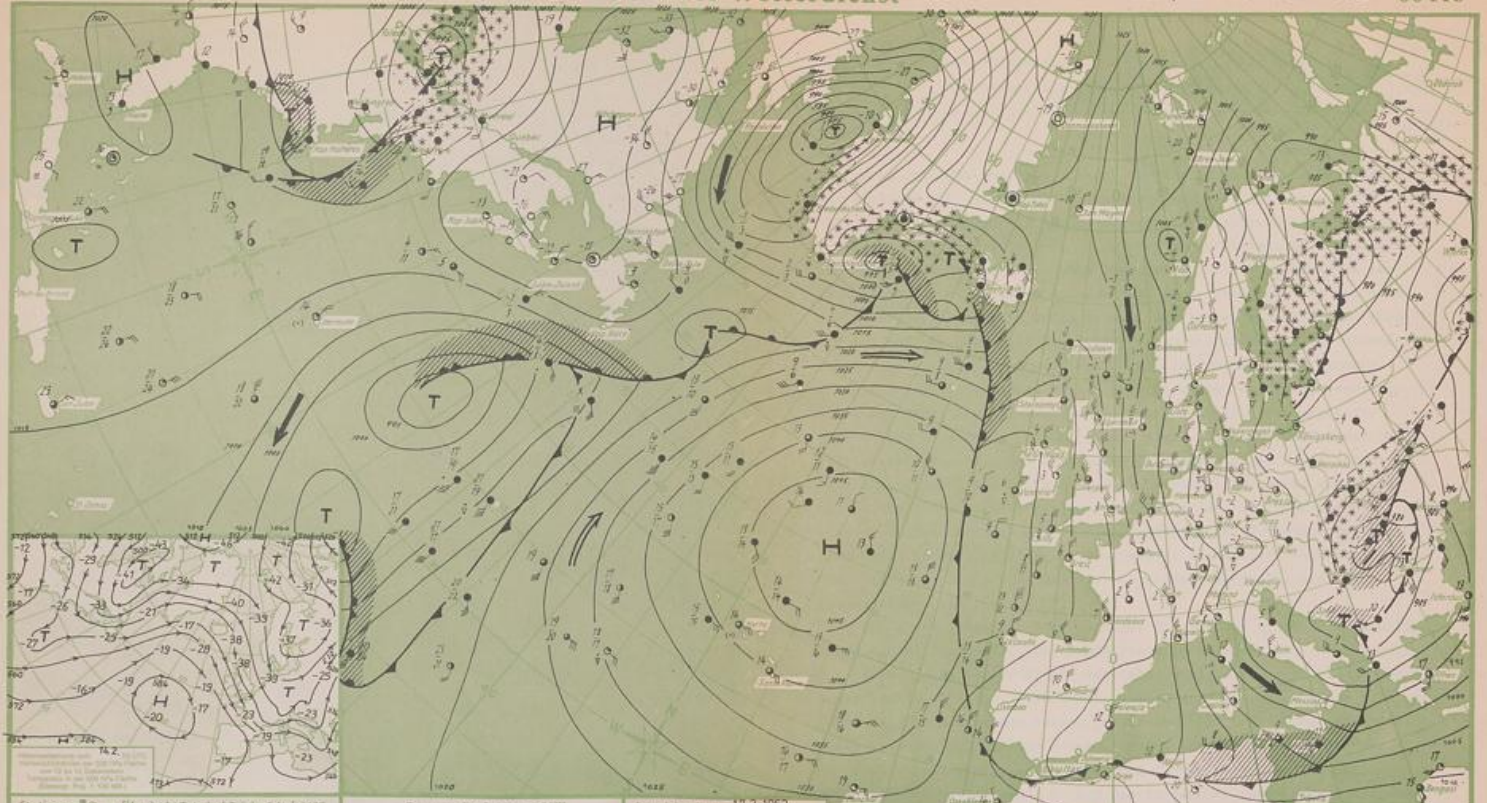
Unterdessen hatte sich wieder im Bereich um Neufundland, wo warme subtropische Luft und kalte Polarluft aus Labrador zusammentrafen, ein neues Tief entwickelt, das sich bis Südgrönland teilte. Der eine Teil zog, auf 975 hPa vertieft, in die Davis-Straße, der andere mit einem Zentrum von 995 hPa in Richtung Island (vergl. Karte vom 14.02.) und gelangte am 15. als Sturmtief von 970 hPa ins Nordmeer (siehe Karte vom 15.02.). Sein Vorderseitensturmfeld griff am 15. vormittags zunächst auf die nördliche Nordsee über.

DWD Offenbach / Bibliothek



B23036477

LR (101)



Stationen: bedeckt, Windstärk. 5, Luft 16°C
 Wasser 12°C
 ☁ dünn (trocken) ☁ dick (feucht) ☁ Bodennebel
 ☁ Nebel * Regen * Sprühregen
 * Schneefall ▽ Schauer △ Graupel
 ▲ Hagel [] Gewitter
 Gebiete mit Niederschlag mit Nebel
 Fronten: Warmfront
 Kaltfront
 Okklusion
 Isobaren
 H Hochdruckgebiet, T Tiefdruckgebiet
 Luftströmung: warm, kalt
 Alle Zeiten in mittlerer Greenwich Zeit (UTC).

Stereogr. Proj. 1:27,5 Mill. Aussichten bis: 17.2.1962

Wetterlage: Das europäische Sturmtief schwächt sich jetzt über Nordwesteuropa weiter ab. An seiner Westseite bleibt aber der von Spitzbergen bis nach Nordafrika reichende Kaltluftstrom zunächst erhalten. Gleichzeitig wird der Keil des kräftigen Azorenhochs weiter ostwärts schwenken. Damit wird der Frontausläufer an der Westseite des Hochkeils mit nachfolgender milder Meeresluft auf die Britischen Inseln übergreifen. Weitere Störungen aus der Tiefrinne an der Westseite des Azorenhochs ziehen nordostwärts gegen Island.

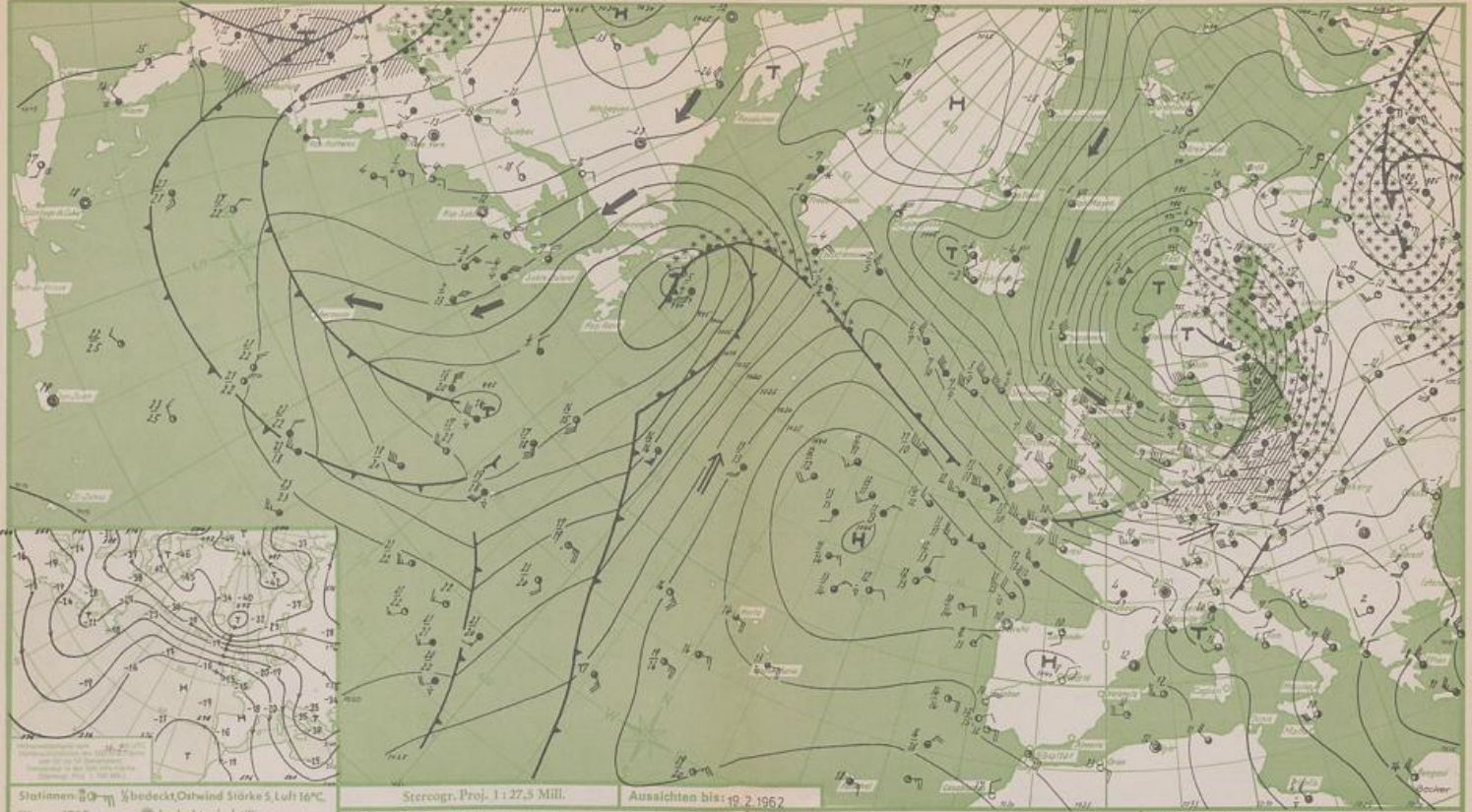
Dr. Kleissen

Nordwestdeutschland: Teils heiter, teils wolkig, nur einzelne Schneeschauer und weiterhin kalt, nachts Frost. Später an der Nordseeküste Bewölkungszunahme.

Deutsche Bucht und Westliche Ostsee: Frische nördliche Winde, rückdrehend.

Nordrhein-Westfalen:





Stationen: bedeckt, Ostwind Stärke 5, Luft 16°C

Stereogr. Proj. 1:27,5 Mill.

Aussichten bis: 19. 2. 1962

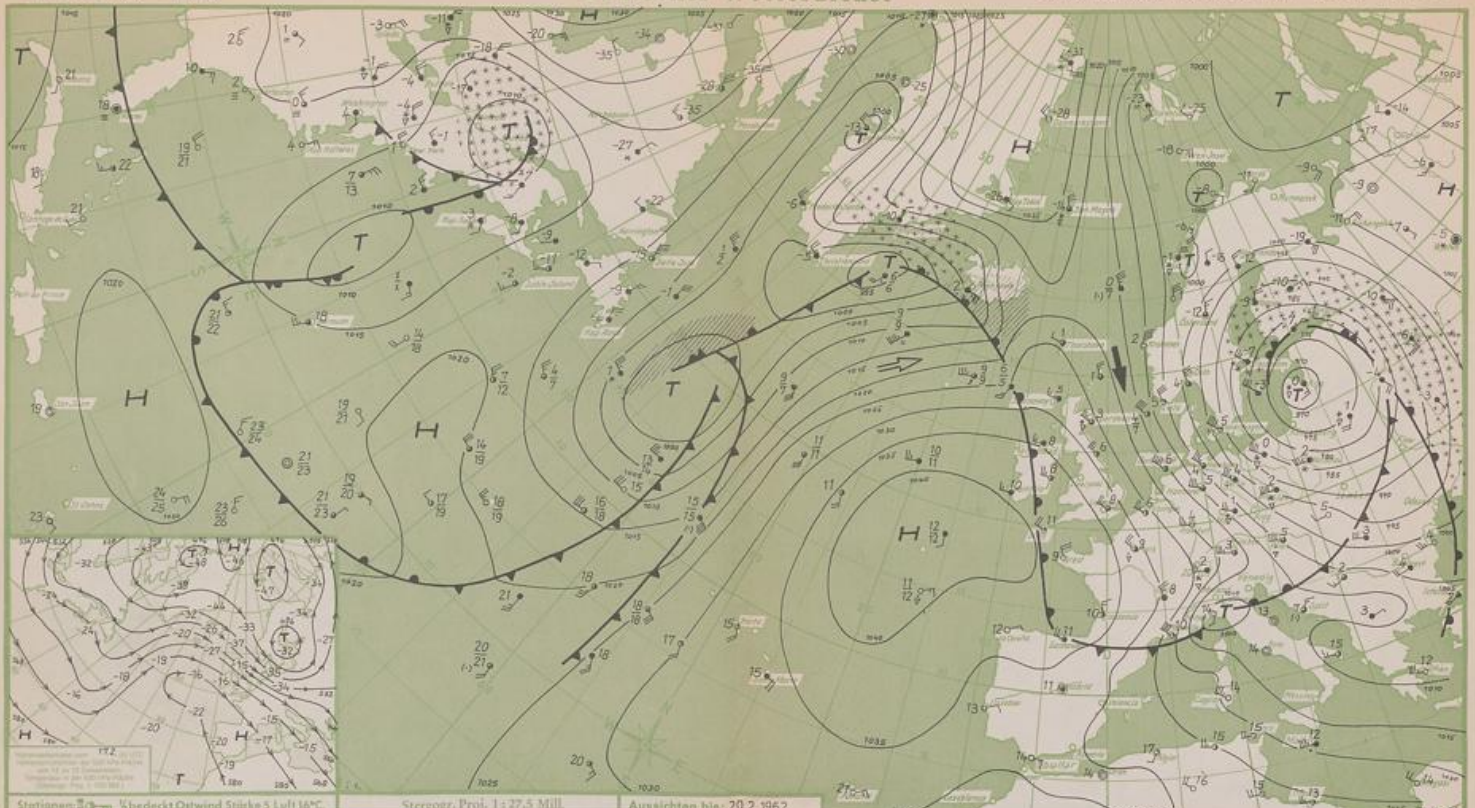
Wasser 12°C bedeckt, windstill,
 dünnig (trocken) dünnig (feucht), Bodennebel
 Nebel Regen Sprühregen
 Schneefall Schauer Graupel
 Hagel Gewitter
Gebiete mit Niederschlag mit Nebel
Fronten: Warmfront
 Kaltfront
 Okklusion
 Isobaren
H Hochdruckgebiet, T Tiefdruckgebiet,
Luftströmung: warm, kalt.
Alle Zeiten in mittlerer Greenwich Zeit (UTC)

Wetterlage: Das gestern über dem Nordmeer gelegene Sturmtief hat sich - begünstigt durch die starken Temperaturunterschiede zwischen seiner Nord- und Südflanke - weiter vertieft und zieht über Südschweden zunächst ostwärts. Die auf seiner Rückseite südostwärts vorstoßende Polarluft brach mit schweren Orkanböen und Gewittern in Deutschland ein. Ein über dem mittleren Nordatlantik sich entwickelnder Hochrücken wird unser Wetter später nur kurzzeitig beeinflussen, da bei Neufundland wieder ein kräftiges Tief nach Ostnordosten vordringt. Dr. Bielow

Nordwestdeutschland: Stürmischer Nordwest, nur langsam nachlassend, wechselhaft, einzelne Schnee- und Regenschauer, zurückgehende Temperaturen, nachts Frost.

Deutsche Bucht und Westliche Ostsee: Allmählich nachlassender Nordwest- bis Nordsturm.

Nordrhein-Westfalen:



Stationen: ☉ bedeckt, Ostwind Stärke 5, Luft 16°C
 Wasser 12°C
 ☁️ dünn (trocken) ☁️ dick (feucht), ☁️ Boden-
 ☁️ Nebel ☁️ Regen ☁️ Sprühregen
 ❄️ Schneefall ☁️ Schauer ☁️ Graupel
 ⚡ Hagel ☁️ Gewitter
 Gebiete mit Niederschlag (|||||) mit Nebel (---)
 Fronten: — Warmfront — Kaltfront — Okklusion — Isobaren
 H Hochdruckgebiet, T Tiefdruckgebiet
 Luftströmung: → warm, → kalt
 Alle Zeiten in mittlerer Greenwich Zeit (UTC)

Stereogr. Proj. 1:27,5 Mill. Aussichten bis: 20.2.1962

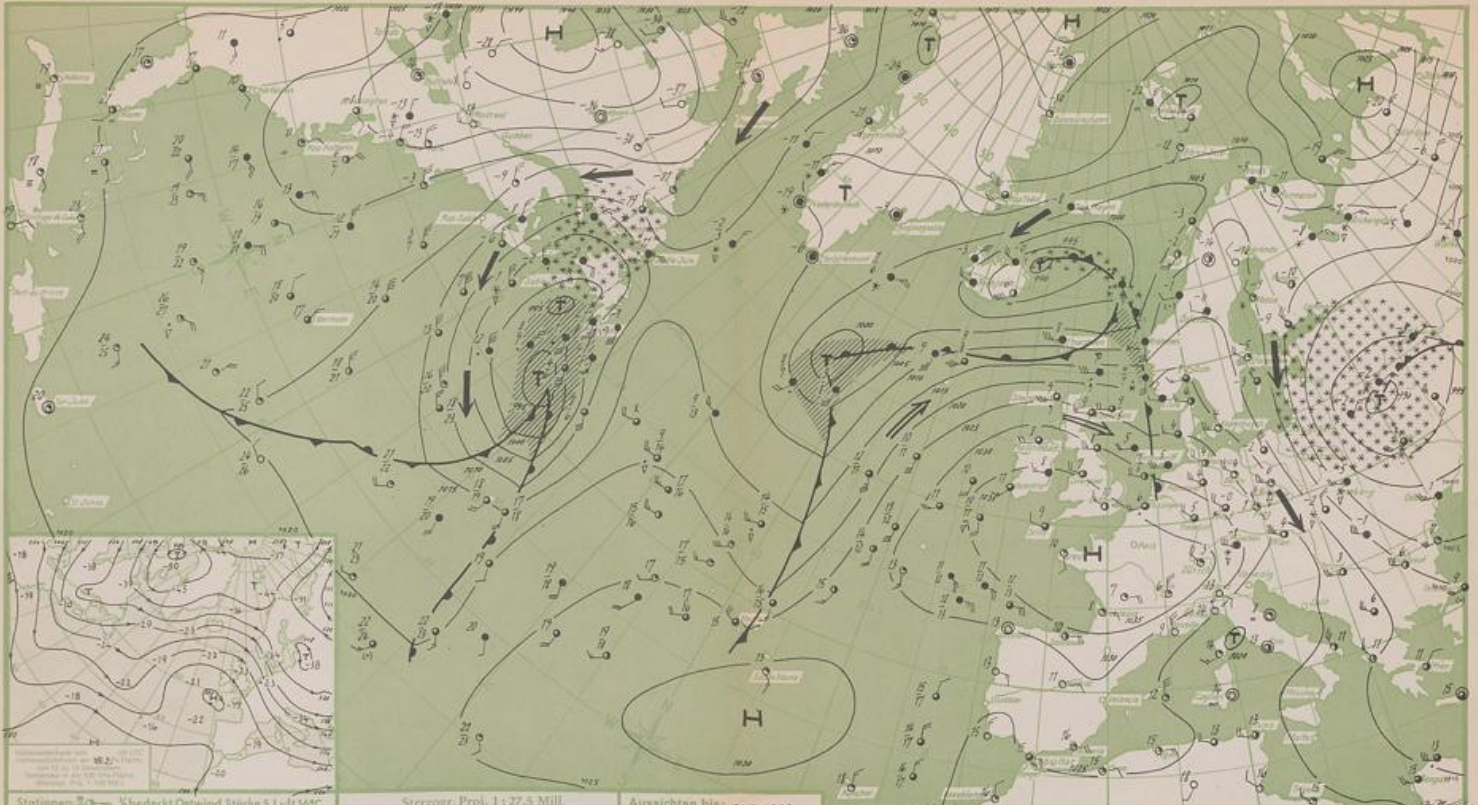
Wetterlage: Das gestern über Mittelskandinavien gelegene Orkantief ist zum Baltikum weitergezogen und wandert unter Auffüllung langsam nach Südosten. Das kräftige Hochdruckgebiet südwestlich von Irland hat sich etwas abgeschwächt und wird sich ebenfalls ostwärts in Bewegung setzen. Sein Hochdruckkeil, der zu den Faröern reicht, schwenkt ostwärts und wird jetzt über der Nordsee zum Abflauen der Winde führen. Das in der Dänemarkstraße angelangte neue Tief wird unter Verstärkung nach Mittelskandinavien wandern.

Dr. Kruhl

Nordwestdeutschland: Abflauende, auf West drehende Winde, später wieder etwas auffrischend. Eintritt, vorübergehend etwas Regen, Temperaturanstieg.

Deutsche Bucht und Westliche Ostsee: Abflauender Nordwest, auf West drehend, etwas auffrischend.

Nordrhein-Westfalen:



Stereogr. Proj. 1: 27,5 Mill. Aussichten bis: 21.2.1962

Stationen: bedeckt, Ostwind Stärke 5, Luft 16°C
 Wasser 12°C
 dunstig (trocken) düstig (feucht) Bodennebel
 Nebel Regen Sprühregen
 Schneefall Schneeschauer Graupel
 Hagel Gewitter
 Gebiete mit Niederschlag mit Nebel
 Fronten: Warmfront
 Kaltfront
 Okklusion
 Isobaren
 H Hochdruckgebiet, T Tiefdruckgebiet
 Luftströmung: warm, kalt
 Alle Zeiten in mittlerer Greenwich Zeit (UTC)

Wetterlage: Das Orkantief ist nach Rußland abgezogen und schwächt sich ab. Auch das Hoch über Westeuropa wandert unter Abschwächung langsam nach Osten. Sein nach Skandinavien reichender Keil, der Nordwestdeutschland am Sonntag Beruhigung brachte, schwenkt rasch nach Südosten. An seiner Nordflanke dringt das Tief bei Island in ost-südöstlicher Richtung vor, seine Front milderer Meeresluft erfaßt besonders die nördlichen Gebiete Deutschlands.
 Dr. Bielich

Nordwestdeutschland: Wieder stark auffrischende westliche Winde, bewölkt und zeitweise Regen, Temperaturen auf 5 bis 7 °C ansteigend.
Deutsche Bucht und Westliche Ostsee: Erneut steife West- bis Nordwestwinde.

Nordrhein-Westfalen:

DEUTSCHER WETTERDIENST

WETTERKUNDLICHE LEHRMITTEL

Nr. 13

Anleitung zum Zeichnen von Bordwetterkarten nach Seewetterberichten

Bearbeitet für das Seewetteramt

von

Dipl.-Met. K.-H. Bock

Hamburg 1980

Ungenehmigter Nachdruck, auch auszugsweise, verboten

Der Deutsche Wetterdienst bearbeitet in seinem Sonderreferat Unterricht und Lehrmittel solche wetterkundlichen Stoffe, die als Anregung oder Hilfe für den praktischen Unterricht in der Wetterkunde gedacht sind.

Die Herausgabe derartiger Lehrstoffe läßt im übrigen dem Lehrer die volle Freiheit über den Umfang und die Art der Behandlung im Unterricht. Eine stoffliche oder lehrplanmäßige Bindung wird mit der Herausgabe dieser Lehrstoffe nicht angestrebt.

**Anleitung zum Zeichnen von Bordwetterkarten
nach Seewetterberichten**

*

Für das Seewetteramt bearbeitet von
Dipl.-Met. K.-H. Bock

*

Deutscher Wetterdienst · Seewetteramt
Hamburg 1980

Inhalt

1.	Einige physikalische Vorbemerkungen	2
2.	Eintragungen in die Bordwetterkarte	3
2.1	Wetterlage	3
2.2	Stationsmeldungen	3
3.	Analyse des Druckfeldes	4
3.1	Interpolieren	5
3.2	Die Windrichtung	6
3.3	Die Fronten	7
4.	Die Praxis an Bord: Beispiele	8
4.1	Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 10. 04. 1979	8
4.2	Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 25. 09. 1979	10
4.3	Deutsche Welle-Seewetterbericht vom 09. 04. 1980	12
5.	Weitere Auswertung der Bordwetterkarten	13
5.1	Bestimmung von Windrichtung und -stärke	13
5.2	Abschätzungen zur Höhe der Windsee	14
	Anhang	16

Vorwort

Ein System von Seewetterberichten wurde von fast allen seefahrenden Ländern zur Sicherheit der Schifffahrt eingerichtet. Da die Sportschifffahrt in besonderem Maße vom Wetter abhängig ist, hat der Deutsche Wetterdienst – Seewetteramt – speziell für diesen, zahlenmäßig immer weiter zunehmenden Zweig der Schifffahrt zwei Seewetterberichte für Nord- und Ostsee sowie für das westliche Mittelmeer entwickelt (siehe Anhang, Abbildung 1).

Diese Seewetterberichte für die Sportschifffahrt unterscheiden sich wesentlich von den von Rundfunk und Fernsehen her bekannten Wetterberichten: sie enthalten neben den Vorhersagen für die einzelnen Seegebiete eine ausführliche Beschreibung der Wetterlage und vor allem Wetterbeobachtungen ausgewählter Stationen. Sie sollen – etwas Übung und Wettererfahrung vorausgesetzt – den Sportbootfahrer in die Lage versetzen; unterwegs eine eigene Wetterkarte anzufertigen. Die Arbeit wird durch besondere Bordwetterkarten-Vordrucke (Abbildung 2) erleichtert.

Viele Anfragen beim Seewetteramt und Kontakte mit Sportbootfahrern auf Bootsausstellungen haben, jedoch gezeigt, daß das Anfertigen von Bordwetterkarten nicht zum Unterrichtsprogramm der Sportbootführerscheinschulen zählt und daher weitgehend unbekannt ist, daß aber auch die Interpretation fertiger Wetterkarten Schwierigkeiten macht.

Mit dem vorliegenden Leitfaden soll versucht werden, die Lücke zwischen Seewetterbericht und Bordwetterkarte zu schließen. Anhand von drei ausgewählten Wetterlagen werden die verschiedenen Schritte dargestellt, die zur Konstruktion einer Bordwetterkarte erforderlich sind. Besonderer Wert wird wegen der engen Korrelation zwischen Druck- und Windfeld auf die Technik der Analyse der Luftdruckverteilung gelegt.

Diese Anleitung soll einführende Darstellungen meteorologischen Grundwissens nicht ersetzen, sondern setzt dies vielmehr an vielen Stellen voraus. Nur die für die Analyse der Wetterkarten erforderlichen physikalischen Zusammenhänge werden erläutert.

Da eine selbst gezeichnete Bordwetterkarte nur ein Teil einer sehr viel umfangreicheren und genaueren, vom DWD (Deutscher Wetterdienst) mit viel mehr Aufwand und dem erforderlichen Fachwissen angefertigten Wetterkarte ist, muß die Frage nach dem Nutzen von Bordwetterkarten gestellt werden – zumal amtliche Vorhersagen für die interessierenden Seegebiete zur Verfügung stehen. Vor allem zwei Ziele werden mit dem System „Seewetterbericht – Bordwetterkarte“ verfolgt:

- neben dem mehr passiven Abhören und Mitschreiben von Seewetterberichten soll das Anfertigen eigener Wetterkarten zu einer intensiven Auseinandersetzung mit der Wetterlage und deren zeitlichen Änderungen führen;
- die eigene Wetterbeobachtung, der erhebliche zeitliche Vorsprung gegenüber dem Termin des Wetterberichtes (etwa fünf bis sechs Stunden) und die geographische Präsenz z. B. in Küstenregionen, lassen eine bessere Beurteilung der Vorhersage zu, wenn die Wetterlage als gezeichnetes Bild vorliegt.

Um den Unterschied zwischen Bordwetterkarte und einer amtlichen Wetterkarte hervorzuheben: die Bordwetterkarte enthält nur Stationsmeldungen aus unmittelbar interessierenden Seegebieten. Zusätzlich werden Hoch- und Tiefdruckzentren sowie Fronten angegeben, also jene meteorologischen Gebilde, die der Meteorologe erst aus einer Vielzahl von Wettermeldungen analysieren muß. Die Bordwetterkarte ist daher eine Nachbildung einer bereits fertigen Analyse.

1. Einige physikalische Vorbemerkungen

Wichtigste meteorologische Größe sowohl für den Segelsportler als auch für den Motorbootportler ist der Wind. Wind ist Luftbewegung. Fassen wir kurz die Kausalkette zusammen, die zu Luftbewegungen führt:

- Für jede Art von Transportvorgängen ist Energie erforderlich. In der Atmosphäre wird sie durch die Sonne geliefert, die täglich am Außenrand der Atmosphäre eine genau definierte Strahlungsmenge zur Verfügung stellt.
- Diese Strahlungsmenge ist global nicht gleichmäßig verteilt, sondern weist grosse Abhängigkeiten von der geographischen Breite auf: die polaren Gebiete erhalten im Mittel erheblich weniger Energie als die äquatorialen.
- Überschreiten die dadurch entstehenden nord - süd (oder breitenkreis - senkrechten) Temperaturunterschiede gewisse Grenzwerte, so reagiert das atmosphärische Gasmisch auf Grund vielfältiger dynamischer Prozesse darauf mit dem Aufbau von Massenüberschuß- (= Hochdruck) und Massen-defizit- (= Tiefdruck) Gebieten.
- In diesen Gebieten mit horizontalen Druckunterschieden werden sofort Kräfte wirksam, die die Luftmassen zu horizontalen Bewegungen veranlassen:
 - die sogenannte Druckgradientkraft bewirkt eine Bewegung vom hohen zum tiefen Druck.
 - die ablenkende Kraft der Erdrotation verursacht eine Ablenkung der Luftteilchen nach rechts (Nordhalbkugel), in Bewegungsrichtung gesehen.
 - die Reibung der Luft an der Erdoberfläche läßt sich durch eine Kraft darstellen, die der jeweiligen Bewegung stets entgegengesetzt gerichtet ist.
 - eine Zentrifugalkraft, die sich je nach Krümmungsrichtung zur Druckgradientkraft addiert (im Hochdruckgebiet) oder diese vermindert (im Tief), wird wirksam, wenn die Bewegung auf gekrümmten Bahnen verläuft.
- Wenn alle Kräfte im Gleichgewicht stehen, resultieren daraus die bekannten Bewegungsrichtungen der Luftmassen um Hoch- und Tiefdruckgebiete. Diese antizyklonalen und zyklonalen Wirbel bewirken gleichzeitig den polwärts gerichteten Transport warmer und den äquatorwärts gerichteten Transport kalter Luftmassen, wodurch die unterschiedliche Energiezufuhr der Sonneneinstrahlung teilweise ausgeglichen wird.
- Überall da, wo im Zusammenhang mit den beschriebenen Transportvorgängen verschieden temperierte Luftmassen in unmittelbarem Kontakt kommen, entstehen sogenannte Fronten, in deren Bereichen sehr intensive Wettererscheinungen ablaufen.

Der Teil „Wetterlage“ in den Seewetterberichten enthält in erster Linie Angaben über Hoch- und Tiefdruckgebiete, deren Fronten sowie die Verlagerungstendenzen dieser Gebilde. In einer Modell-Wetterkarte (Abbildung 3) sind alle Begriffe, die für die Beschreibung von Wetterlagen gebräuchlich sind, durch ihre Zuordnung zu den jeweiligen meteorologischen Gebilden dargestellt.

Der Begriff „Tiefausläufer“ wird leider in mehrfacher Bedeutung verwendet. Allgemein bezeichnet er lediglich eine Ausbuchtung der Isobaren zum hohen Druck hin. Ist dies mit einer Front verbunden, so ist von Warmfront- bzw. Kaltfrontausläufer die Rede. Die Version „Okklusionsausläufer“ wird nicht verwendet. Auch ein Trog ist in diesem Sinne ein Ausläufer, der Begriff „Trogausläufer“ ist jedoch nicht üblich. Falls in der Wetterlage nur von einem Ausläufer gesprochen wird, sollte er als Okklusion oder Kaltfront gezeichnet werden.

2. Eintragungen in die Bordwetterkarte

Entsprechend der Unterteilung des Vordruckes sind Wetterlage, Stationsmeldungen und Vorhersagen des Deutschlandfunk – bzw. Deutsche Welle – Seewetterbericht in die betreffenden Spalten zu übernehmen. Wetterlage und Stationsmeldungen sind in die Wetterkarte einzutragen, wobei auf einige Vereinbarungen zu achten ist.

2.1 Wetterlage

Alle im Teil „Wetterlage“ angesprochenen meteorologischen Gebilde sind, sofern sie nicht weit außerhalb des Kartenausschnittes liegen, mit den dazugehörigen Druckwerten einzutragen. **Hochs** und **Tiefs** werden in der gewohnten Weise z. B. H 1 030, T 990, abgekürzt. Bei nicht ortsfesten Druckzentren wird eine Bewegungsrichtung angegeben, die in der Wetterkarte mit einem Pfeil angedeutet wird. Die Länge des Pfeiles soll ein Maß für die Zuggeschwindigkeit sein. Bei Tiefdruckgebieten werden in der Regel drei Fälle unterschieden:

- es zieht schnell (rasch) entsprechend 30 bis 40 Knoten oder 700 bis 950 sm in 24 Stunden,
- es zieht langsam entsprechend 5 bis 10 Knoten oder 120 bis 240 sm in 24 Stunden,
- es zieht (ohne Geschwindigkeitsangabe) entsprechend etwa 20 Knoten oder 400 bis 500 sm in 24 Stunden.

Fronten und **Ausläufer** sind stets in Verbindung mit dem zuvor genannten Tief zu sehen (und auch zu zeichnen). In der Wetterlage wird der Verlauf von Fronten durch mehrere Positionen und des dort herrschenden Druckwertes beschrieben, z. B.: Kaltfront 990 mbar bei ..., 1 000 mbar bei ..., 1 010 mbar bei ... Das bedeutet: an den angegebenen Positionen wird die Kaltfront von den Isobaren der Druckwerte 990, 1 000 und 1 010 mbar geschnitten. Für das Zeichnen der Wetterkarte sind dies wertvolle Hilfspunkte.

Auch die Position von **Trögen** wird mit Hilfe von 2 oder 3 Druckwerten angegeben. Bei der Bewegungsrichtung von Fronten und Trögen hat sich das Wort „schwenken“ eingebürgert, womit zum Ausdruck gebracht werden soll, daß Fronten und Tröge unabhängig von der Veränderung des Tiefkerns zusätzliche Bewegungen ausführen. Geschwindigkeitsangaben werden hierbei nicht gemacht. **Randtiefs** sind Druckgebilde, die sich von einem „Zentraltief“ abgelöst haben und mit diesem häufig durch Fronten verbunden sind.

Eine **Welle** ist ein flaches, sich meist noch entwickelndes (vertiefendes) Tief.

Bei **nichtstationären Hochdruckgebieten** ist von „verlagernden“ oder „wandernden“ Hochs die Rede, um anzudeuten, daß die Bewegung meist umfangreicher Hochs sehr viel langsamer erfolgt als bei Tiefs. Die Spitze des Pfeiles für die Zugrichtung sollte nach 24 Stunden eine Distanz von 100 bis 150 sm markieren. Bei „rasch wandernden“ Hochs sollte allerdings die doppelte bis 3-fache Strecke zugrunde gelegt werden. Nur wenn es die Sicherheit der Prognose erlaubt, wird für den Folgetag die genaue Position der Druckgebilde angegeben.

Auch **Hochkeile**, deren Position ebenfalls durch Druckwerte fixiert wird, „schwenken“. Hochkeile, die (oft) zwischen zwei Tiefdruckgebieten liegen, schwenken ebenso schnell, wie die betreffenden Tiefs ziehen.

2.2 Stationsmeldungen

Der unmittelbare Zweck einer Wetterkarte besteht darin, den allgemeinen Zustand der Atmosphäre in einem gegebenen Augenblick darzustellen. Aus prognostischer Sicht spricht man vom sogenannten Anfangszustand. Voraussetzung dazu ist eine große Anzahl von Wetterbeobachtungen, die **gleichzeitig** in einem bestimmten Gebiet auszuführen sind. Diese Art der Systemanalyse heißt in der Meteorologie das **synoptische Prinzip**; es vermittelt eine Gesamtschau des Wetters zu einem **festen Zeitpunkt**.

Trägt man die von einer Vielzahl sogenannter synoptischer Stationen gewonnenen Wetterbeobachtungen in eine Karte ein, erhält man eine **synoptische Karte**. International wurde vereinbart, die synoptischen Termine nach GMT festzulegen. Die Haupttermine sind 00, 06, 12 und 18 Uhr GMT.

Eine solche Stationsmeldung enthält eine Reihe gemessener und beobachteter meteorologischer Größen, die nach einem festen Schema als Zahl oder Symbol in die Wetterkarte eingetragen werden: das sogenannte Stationsmodell.

Im Deutschlandfunk – und Deutsche Welle – Seewetterbericht wird nur eine Auswahl der für den Wassersportler wichtigsten meteorologischen Größen verbreitet:


- Windrichtung und -geschwindigkeit,
- Luftdruck,
- Temperatur,
- besondere Wettererscheinungen.

Trotz dieser geringen Auswahl empfiehlt sich auch beim Eintragen der Wettermeldungen in die Bordwetterkarte, nach dem Stationsmodell vorzugehen.

Durch die Ziffern im jeweiligen Stationskreis der Bordwetterkarte ist die Zuordnung von Wettermeldung und Station eindeutig. Beispiel einer Wettermeldung:

SE 5, diesig, 5 Grad, 1 008 mbar.

Die Windrichtung wird entsprechend den Richtungen der 16-teiligen Windrose (Abbildung 4) angegeben; die Darstellung der Windstärke erfolgt nach der Beaufort-Skala (Abbildung 5). Die Windrichtung wird durch einen Pfeil an den Stationskreis gezeichnet, der symbolisch die Spitze des Pfeiles sein soll.

5 1 008
= 

Der Windpfeil zeigt immer in die Richtung, in die der Wind weht (**der Pfeil fliegt mit dem Wind**): bei SE-Wind weist die Spitze des Pfeiles nach NW. Die Windstärke wird durch Fiedern und Wimpel (Abbildung 5) gekennzeichnet. Ein Strich des Fiederblattes repräsentiert 2 Bft-Stärken, ein halber entspricht 1 Bft. Für 10 Bft wird ein ausgefüllter Wimpel gezeichnet. Bei den Fiedern ist darauf zu achten, daß sie immer in die Richtung zum tieferen Druck (von der jeweiligen Station aus betrachtet) zeigen. Um diese Richtung zu finden, wird eine alte Regel angewendet: bei achterlichen Winden befindet sich der tiefere Druck stets an der Backbordseite (auf der Nordhalbkugel).

Für die Eintragung des aktuellen Wetters zur Zeit der Beobachtung wird das betreffende Symbol (Abbildung 6) verwendet. Die Temperatur (ganze Grad C) erscheint links neben dem Stationskreis über dem Wettersymbol. Der Luftdruck (ganze Millibar) steht rechts neben dem Stationskreis.

3. Die Analyse des Druckfeldes

Im Vorangegangenen waren die Hoch- und Tiefdruckgebiete als die primär winderzeugenden Systeme dargestellt worden. Der atmosphärische Luftdruck ist daher die entscheidende meteorologische Größe, ihre Analyse muß sehr sorgfältig durchgeführt werden. Jede atmosphärische Bewegung ist Massentransport, der stets mit einer Änderung des Druckfeldes verknüpft ist. Diesen zeitlichen Druckänderungen wird daher in der meteorologischen Prognose-Praxis größte Aufmerksamkeit geschenkt. Das Gleiche sollte auf See zur Selbstverständlichkeit werden.

Zur Darstellung des Luftdruckfeldes werden Isobaren gezeichnet, Linien, die Punkte gleichen Luftdruckes miteinander verbinden. Entlang einer Isobare ändert sich also der Druck nicht, zwischen zwei Isobaren ist der Druckunterschied überall gleich. Durch mehrere solcher Linien lassen sich Gebiete mit höherem und niedrigerem Luftdruck herausarbeiten. Isobaren in einer Wetterkarte werden oft mit Höhenlinien in topographischen Karten verglichen, auf denen Erhebungen und Täler darzustellen sind. Wie durch die Isobaren die unterschiedlichen Druckgebilde sichtbar werden, zeigt Abbildung 3.

Von größtem praktischen Nutzen ist die Tatsache, daß Richtung und Geschwindigkeit des Windes in enger Beziehung zu den Isobaren stehen:

- um die Zentren der Hochdruckgebiete weht der Wind im Uhrzeigersinn, um die Zentren der Tiefdruckgebiete entgegengesetzt (jeweils auf der Nordhalbkugel),
- die Windrichtung verläuft über der freien See nahezu parallel zur Isobarenrichtung mit einer geringen Strömungskomponente zum tiefen Druck hin,
- je enger der Isobarenabstand wird (zunehmender Druckunterschied), umso größer ist die Windgeschwindigkeit (objektive Methoden zur Bestimmung der Windgeschwindigkeit aus dem Isobarenabstand lernen wir noch kennen).

Da die Stationsmeldungen auf der Bordwetterkarte willkürlich verteilt sind, ist eine **Interpolation** zwischen den eingetragenen Druckwerten notwendig, um den Druck zu erhalten, für den eine Isobare gezeichnet werden soll. Wir vereinbaren, in Abständen von je 5 mbar Isobaren zu zeichnen, d. h. für die Werte ... 995, 1000, 1005, ... mbar usw. Die Analyse der Druckwerte einer Wetterkarte ist somit eine flächenmäßige (zweidimensionale) Interpolation. Um eine Wetterkarte zu vervollständigen, ist es oft erforderlich, Isobaren auch außerhalb der Gebiete mit gemeldeten Druckwerten zu zeichnen (Extrapolation). Einige einfache Beispiele sollen zunächst das Verfahren von Interpolation und Extrapolation deutlich machen. Gleichzeitig erkennen wir auch, daß eine solche manuelle Analyse der Druckwerte stets mit individuellen Ungenauigkeiten behaftet sein muß.

3.1 Interpolieren

Da die Zentren der Hochs und Tiefs sowie die Fronten in der Wetterlage bereits angegeben sind, kommt es zunächst darauf an, den Isobarenverlauf dazwischen zu konstruieren.

In Abbildung 7 sind 6 Druckwerte gegeben. Wir erkennen, daß der Druck von „Norden“ nach „Süden“ zunimmt. Da wir stets annehmen, daß sich der Druck gleichmäßig ändert (nur an Fronten ist das anders!), kann man abschätzen, wo etwa die Druckwerte liegen, für die Isobaren zu zeichnen sind. Hilfsmittel: wir verbinden einzelne Druckwerte durch Hilfslinien und teilen die Strecken im Verhältnis der Druckunterschiede auf. Wir markieren die Schnittpunkte, an denen der Luftdruck z. B. 1000, 1005, ... mbar beträgt. Die gestrichelten Linien verbinden alle auf diese Weise gewonnenen Schnittpunkte und stellen eine erste Annäherung an den tatsächlichen Isobarenverlauf dar.

Da mit diesen Hilfslinien immer nur zwischen jeweils **zwei** Druckwerten (linear) interpoliert, nicht aber benachbarte Werte beachtet werden, ist der Verlauf dieser Isobaren noch unstetig und repräsentiert nicht genau das wahre Druckfeld. Geht man von der Interpolation entlang einer Geraden zu einer mehr flächenmäßigen über und bezieht auch benachbarte Punkte mit ein, so erhält man einen etwas mehr geglätteten Verlauf der Isobaren, wie er ungefähr durch die ausgezogenen Linien dargestellt wird.

Die Isobaren 995 mbar und 1015 mbar erhält man, wenn man das Druckfeld zu niedrigeren und höheren Druckwerten vervollständigt und die Isobaren an bereits vorhandene angleicht. Bei einiger Übung im Zeichnen von Wetterkarten sollte auf die Hilfslinien verzichtet werden.

In Abbildung 8 wird zwischen 4 Druckzentren interpoliert. Eine solche Anordnung erzeugt in der Mitte des Gebietes bei N einen sogenannten neutralen oder Sattelpunkt: nach zwei Seiten nimmt der

Druck zu, nach den beiden anderen ab. Entsprechend sind hier zwei Isobarenführungen möglich. Durch die ausgezogenen Linien wird eine Hochdruckbrücke zwischen den beiden Hochs analysiert, während die gestrichelten Isobaren eine Tiefdruckrinne zwischen den beiden Tiefs entstehen lassen. Lediglich mit Hilfe der Windrichtung bei vorhandenen Wettermeldungen kann in solchen Fällen ein eindeutiger Isobarenverlauf gefunden werden.

Über das Zeichnen von Isobaren können wir bislang festhalten:

Isobaren

- sind glatte oder stetig verlaufende Linien; auch ihr gegenseitiger Abstand kann sich nur stetig ändern;
- verschiedener Druckwerte dürfen sich nicht berühren oder kreuzen; sie verlaufen im allgemeinen gleichgerichtet nebeneinander her;
- sind entweder in sich geschlossen oder beginnen und enden am Kartenrand;
- haben den tieferen Druck auf der Nordhalbkugel stets auf der linken Seite, in Windrichtung gesehen;
- in deren Verlauf eine plötzliche Umkehr der Windrichtung stattfindet, sind falsch.

Ein brauchbare Interpolationshilfe – besonders für Anfänger – ist eine Hilfslinie vom höchsten zum niedrigsten Druckwert entsprechend den Angaben der Wetterlage. Mit Hilfe der anderen Stationsmeldungen können dann auf dieser Linie die Schnittpunkte der zu zeichnenden Isobaren abgeschätzt werden. Dabei sollte nach Möglichkeit die unterschiedliche Windstärke berücksichtigt werden: im allgemeinen nimmt die Windstärke vom Hoch zum Tief zu, während im Bereich des Tiefzentrums eine erneute Windabnahme eintritt. In gleicher Weise sollte der Isobarenabstand zunächst abnehmen und im Tiefzentrum wieder zunehmen. Derartige Verhältnisse (Abbildung 9) gelten in erster Linie für größere und langsam wandernde Tiefdruckgebiete.

3.2 Die Windrichtung

Auf den engen Zusammenhang zwischen Druck und Wind ist wiederholt hingewiesen worden. Windrichtung und -stärke erleichtern die Konstruktion der Isobaren wesentlich.

In Abbildung 10 sind zwei Meldungen des Druckes 990 mbar dargestellt: einmal mit NNE-Wind Stärke 6, einmal mit SSW-Wind Stärke 9. Die gerade Verbindung zwischen beiden Beobachtungen ist keine Isobare, denn

- die Windpfeile würden mit dieser Isobare einen erheblich zu großen Winkel bilden, und
- entlang dieser Isobare würde ein Windsprung von 180 Grad stattfinden.

Der richtige Isobarenverlauf – in Übereinstimmung mit Windrichtung und -stärke – ist in Abbildung 10 dargestellt:

- eine nahezu isobarenparallele Windrichtung mit einem geringen Winkel vom höheren zum tieferen Druck,
- eine überall **stetige** Drehung des Windes von NNE auf SSW.

Wegen des stärkeren SSW-Windes ist rechts der Isobarenabstand geringer als links. Außerdem muß infolge der allgemein hohen Windstärke innerhalb der 990 mbar-Isobare mindestens noch eine abgeschlossene Isobare mit Tiefkern liegen.

Eine andere mögliche Fehlerquelle ist in Abbildung 11 dargestellt. Würde die 1 015 mbar-Isobare in der punktierten Weise gezeichnet, ergäbe sich bei B folgende Situation: Vom Tief 1 005 mbar nach rechts fortschreitend steigt der Druck an und ist rechts von der ausgezogenen 1 015 mbar-Isobare bei

B höher als 1 015 mbar. Links vom Hoch 1 020 mbar ist jedoch der Druck bei B niedriger als 1 015 mbar. Da das Druckfeld an jedem Ort nur einen Wert annehmen kann, ist nur die gestrichelte Version der 1 015 mbar-Isobare richtig.

Auch folgende Wetterlage kann zu einer falschen Konstruktion der Isobaren führen: Im Seewetterbericht wird ein Tief 992 mbar und ein Randtief 1 003 angegeben, beide sind relativ eng benachbart (Abbildung 12). Zwischen den Tiefs existieren leider keine Stationsmeldungen. Problematisch ist für den Anfänger dann immer: welche ist die erste umfassende, d. h. beide Tiefs einschließende Isobare? Es wäre z. B. möglich, die 1 010 mbar-Isobaren so zu zeichnen, wie es die gestrichelten Linien andeuten. Auf diese Weise entsteht jedoch im Norden des Randtiefs und im Süden des Haupttiefs ein starkes Druckgefälle mit den entsprechend hohen Windstärken. Außerdem müßte zwischen beiden Tiefs auf engstem Raum eine Richtungsänderung dieser starken Winde von 180 Grad erfolgen. Den tatsächlichen Windverhältnissen wird durch die ausgezogenen Isobaren Rechnung getragen; zwischen beiden Tiefkernen existiert eine windschwache Zone.

3.3 Die Fronten

Zusammenhang zwischen Fronten und Isobarenbild

Fronten mit markanten Wettererscheinungen werden in der Wetterlage mit Hilfe von Schnittpunkten zwischen Fronten und ausgewählten Isobaren angegeben. Drei verschiedene Fronttypen kommen in den Seewetterberichten vor:



Die dargestellten Symbole sind beim Zeichnen der Fronten international gebräuchlich.

Eine **Warmfront** entsteht, wenn sich warme Luft in Richtung auf Gebiete mit kälterer Luft bewegt.

Dringt kalte Luft gegen das von Warmluft eingenommene Gebiet vor, so wird die vordere Begrenzung der Kaltluft als **Kaltfront** bezeichnet.

Im allgemeinen bewegen sich Kaltfronten schneller als Warmfronten und überholen sie. Die Kaltluft schiebt sich unter die Warmluft und drängt diese in die Höhe. Die Kaltfront befindet sich am Erdboden als **Okklusionsfront**, während die Warmfront nur noch in der Höhe existiert.

Abbildung 13 zeigt, wie durch die Schnittpunkte dreier Isobaren etwa eine Kaltfront zu legen ist. Allgemein sind vor allem Warm- und Kaltfronten in ihrem mittleren Teil wegen der dort höheren frontsenkrechten Komponente des Windes „ausgebeult“.

Fronten sind als Begrenzungslinien unterschiedlicher Luftmassen definiert. Da die Luftströmung über See fast parallel zu den Isobaren verläuft und die Fronten bzw. Okklusionen im allgemeinen weit in den Tiefkern hineinreichen, müssen die Isobaren die Fronten schneiden. Da Fronten von ihrer Entstehung her Tiefdruckrinnen sind, erleiden Isobaren an Fronten einen Knick zum hohen Druck hin. Fronten sind daher die **einzigsten** Orte, an denen eine Richtungsänderung der Isobaren durch einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Knick gezeichnet werden kann.

Neben einer sprunghaften Änderung der Windrichtung ändert sich meist auch beim Durchgang einer Front die Windgeschwindigkeit, hervorgerufen durch eine übergangslose Änderung des Isobarenabstandes. Abbildung 14 zeigt schematisiert die beiden Fälle:

- a) Abflauen bei Frontdurchgang und
- b) Zunahme des Windes bei Frontdurchgang, in beiden Fällen Rechtdrehen des Windes.

Ursache ist der unterschiedliche Winkel, den die Isobaren vor und hinter der Front mit ihr bilden. Bilden Isobaren und Front einen nahezu rechten Winkel, so ist der gegenseitige Isobarenabstand bei einem gegebenen Druckfeld am größten. Wird der Raum, in dem bestimmte Druckunterschiede herrschen, aus irgendeinem Grund auf einer Seite der Front eingeeengt, reagiert das Druckfeld mit einem Umbiegen der Isobaren: der Winkel zwischen Front und Isobarenrichtung wird kleiner.

Sehr häufig ist der Fall a) anzutreffen, wenn ein vom Nordatlantik ostwärts ziehendes Frontensystem durch ein stationäres Hoch über Skandinavien blockiert wird. Abbildung 15 zeigt einen idealisierten Isobarenverlauf, wie er etwa einer solchen Wetterlage entspricht. Stürmische Südost- bis Südwinde vor der Front sind hierfür charakteristisch.

Fall b) tritt ein, wenn einer ostwärts abziehenden Kaltfront ein gut ausgebildeter Hochkeil mit starkem Druckanstieg folgt und auf diese Weise die Isobaren stark in Nord-Süd-Richtung drehen („Aufsteilen“ der Strömung) bei gleichzeitiger Verringerung des Isobarenabstandes. Herbstliche und winterliche Wetterlagen liefern hierfür typische Beispiele.

4. Die Praxis an Bord: Beispiele

Im folgenden Abschnitt werden drei Seewetterberichte – zwei Deutschlandfunk-Seewetterberichte (für Nord- und Ostsee) und ein Deutsche Welle-Seewetterbericht (für das westliche Mittelmeer) herangezogen, um das Entstehen von Bordwetterkarten nachzuvollziehen.

4.1 Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 10. 04. 1979

In Abbildung 16 ist in den Vordruck der Bordwetterkarte Nr. 9 der Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 10. 04. 1979, 12.40 Uhr MEZ bereits eingetragen.

1. **Die Wetterlage** von 06.00 GMT wird nach Möglichkeit vollständig in die Wetterkarte eingetragen. Druckgebilde, die außerhalb des Kartenausschnittes liegen, sollten am Rand vermerkt werden. So steht das Sturmtief 977 mbar mit ungefähre Ortsangabe am linken unteren Rand, da, wo etwa Kap Finisterre liegt. Der Ausläufer mit den Druckangaben 995 mbar und 1 005 mbar wird entsprechend über Wales und der nördlichen Nordsee markiert. Aus den Angaben der Wetterlage ist leider nicht zu entnehmen, um welchen Typ von Ausläufer es sich hierbei handelt. Durch die Lage der Kaltfront über dem Ärmelkanal (995 mbar) wird die Situation etwas klarer: der Ausläufer kann nur die Warmfront sein. Ausläufer hängen stets mit dem zuvor genannten Tief in Verbindung. Das bedeutet in diesem Fall, daß sowohl die Kaltfront als auch die Warmfront in den Tiefkern bei Kap Finisterre laufen und dort, wo die Kaltfront bis an die Warmfront heranreicht, eine Okklusion bilden.

Dem in Abbildung 16a gezeichneten Frontenverlauf liegen natürlich auch die Vorstellungen einer sogenannten Idealzyklone zugrunde (nachzulesen in allen einschlägigen Lehrbüchern), wobei hier das ganze Frontensystem um etwa 90 Grad zyklonal, d. h. gegen den Uhrzeigersinn um das Tief herum, gedreht ist. Eine solche Frontenlage ist für ältere, sich bereits auffüllende Tiefs typisch.

Der Pfeil an der Kaltfront gibt deren Bewegungsrichtung an. Anschließend werden das Hoch 1 030 mbar sowie der Hochkeil (HK) 1 025 mbar eingetragen. Bei der Länge des Richtungspfeiles erinnern wir uns an die vorangehenden Bemerkungen über Verlagerungsgeschwindigkeiten.

2. Das Eintragen der **Stationsmeldungen** dürfte bei Berücksichtigung aller bereits gegebenen Hinweise keine Schwierigkeiten mehr bereiten. Bis auf das Ozeanwetterschiff „L“ (Station 24) handelt es sich ausschließlich um Küstenstationen. Deren Windrichtung und -stärke lassen nur bedingt Rückschlüsse auf die Verhältnisse auf freier See zu. Im Bereich der westlichen Ostsee liegen die Stationen 15 bis 18 sehr gedrängt. Um alle Meldungen einzutragen, können platzsparend beim Luftdruck die ersten beiden Ziffern (Hunderter und Tausender) (1 015 = 15) oder die erste (995 = 95) weggelassen werden. Mehrdeutigkeiten treten bei den in unseren Breiten üblichen Druckwerten nicht auf.
3. Der schwierigere Teil beim Erstellen einer Bordwetterkarte ist das **Zeichnen der Isobaren**. Betrachtet man nur die Druckwerte der Stationsmeldungen, so wird ersichtlich: der Druck nimmt kontinuierlich von Nordosten nach Südwesten ab. Entsprechend haben nahezu alle Stationen Winde aus südöstlichen Richtungen, und als Folge werden auch die Isobaren die Hauptrichtung Südost-Nordwest aufweisen. Dabei hat der tiefere Druck stets links und der höhere rechts von der Isobare zu bleiben. Die Richtung der Windstärke-Fieder ist jetzt von Nutzen, da sie zum tieferen Druck zeigen.

Um Anhaltspunkte für die Abstände der Isobaren zu erhalten, werden einige Hilfslinien dort gezogen, wo die Stationen relativ weit auseinanderliegen und aufgrund der Druckwerte mindestens eine Isobare dazwischen liegt. Nicht sinnvoll wäre es in diesem Fall zum Beispiel, eine Hilfslinie direkt vom Hoch zum Tief zu ziehen, da sie durch die Gebiete hoher Stationsdichte führen würde und nur wenig zusätzliche Informationen über die Lage der Isobaren liefert. In unserem Beispiel wurden zwischen den Stationen 4 und 24, 2 und 3, 5 und 10 sowie 12 und 21 Hilfslinien gezogen und auf ihnen die Schnittpunkte der zwischen den entsprechenden Druckwerten liegenden Isobaren markiert. Dabei wird bereits die an den Stationen gemessene Windstärke berücksichtigt: die Schnittpunkte werden nicht einfach entsprechend dem Verhältnis von Strecke und Druckunterschied festgelegt, sondern etwas zu den Stationen mit der höheren Windstärke verschoben, um so einen entsprechend engeren Isobarenabstand zu erhalten. Zwei objektive Verfahren, um aus dem Isobarenabstand die Windgeschwindigkeit zu ermitteln, werden später erläutert.

Zweckmäßigerweise beginnt man mit dem Entwerfen der Isobaren (weicher Bleistift!) dort, wo der Verlauf aufgrund vieler Stationsmeldungen eindeutig ist. Die 1 020 mbar-Isobare z. B. ist durch drei Stationsmeldungen und einem zusätzlichen Hilfspunkt festgelegt. Das Umbiegen nach Nordwesten im östlichen Skagerrak erfolgt aufgrund des sehr starken Südostwindes der Station 12. Die Isobare muß dieser Windrichtung etwa folgen – allerdings muß stets auf eine geringe Strömungskomponente vom hohen zum tiefen Druck geachtet werden. Die 1 025 mbar-Isobare umschließt das Hoch, da 1 030 mbar als höchster Kerndruck angegeben war. Bei 1 015 mbar ist der Verlauf über Südnorwegen nicht ganz eindeutig. Würde man die Isobare etwa der Windrichtung anpassen, müßte man die gepunktete Linie zeichnen. Dies führt jedoch im Ostteil der nördlichen Nordsee zu einem engen Isobarenabstand mit Südoststurm. Da außerdem die südnorwegische Küste sehr stark gegliedert ist und die Windrichtung in hohem Maße durch lokale Einflüsse geprägt wird, ist hier die Abweichung zwischen Wind- und Isobarenrichtung groß (derartige Abweichungen treten bei allen gebirgigen Küsten auf). Daher ist es erforderlich, eine Glättung des Isobarenverlaufes in der dargestellten Weise vorzunehmen.

Die 1 010 mbar-Isobare kann ohne Schwierigkeiten an die 1 015 angeglichen werden; nordwestlich der Shetlands ist der Verlauf wegen fehlender Meldungen ungewiß. Erst das Ozeanwetterschiff gibt wieder einen Anhaltspunkt für diese Isobare. Für die 1 005 mbar-Isobare stehen neben einer Stationsmeldung (7) zwei Hilfspunkte sowie der Schnittpunkt mit der Warmfront zur Verfügung. Hier kann ein schwacher Knick zum höheren Druck im Verlauf der Isobare angedeutet werden. Die 1 000 mbar-Isobare läßt sich mit Hilfe der Stationsmeldungen gut an die 1 005 angleichen. Auch bei den Stationen 4 und 5 entspricht Windrichtung und -stärke nicht dem Druckfeld, wofür ebenfalls geographische Gründe verantwortlich sind.

Die 995 mbar-Isobare ist nur noch durch zwei Schnittpunkte auf den Fronten definiert. Im übrigen ist der Verlauf westlich der Warmfront stark an die 1 000 mbar-Isobare angeglichen. Dieses Verfahren ist bei fehlenden Stationsmeldungen stets anzuwenden. Die 990 mbar-Isobare ist vollständig extrapoliert und soll andeuten, daß der tiefere Druck noch weiter im Südwesten liegt.

Die Bordwetterkarte ist damit fertig. Ohne die Vorhersagen für die einzelnen Seegebiete zu kennen, sehen wir sofort: über der gesamten Nordsee und ostwärts bis zur mittleren Ostsee herrschen südöstliche Winde. Entsprechend dem Isobarenabstand ist die Windstärke in der nördlichen Nordsee und in Skagerrak, Kattegat und westlicher Ostsee am höchsten. Die weitere Wetterentwicklung ist abhängig

- von der räumlichen Änderung des Hochs und des Tiefs und
- von deren Intensitätsänderungen.

In den Vorhersagen bis 24 Uhr wird für alle Seegebiete Südostwind mit Stärken zwischen 5 und 6 Bft prognostiziert, und auch in den Aussichten ist meistens von „wenig Änderung“ die Rede: auf den ersten Blick also eine beständige – stationäre – Wetterlage.

Tatsächlich aber soll sich das Hoch nach Nordwesten verlagern und das Tief in nördliche Richtung ziehen. Nur wenn beide Vorgänge ohne wesentliche Änderung des Druckniveaus im Kernbereich von Hoch und Tief ablaufen, bleiben Isobarenabstand und -richtung im wesentlichen erhalten: dies käme einer Verlagerung des gesamten Druckfeldes nach Nordosten gleich. Allerdings ist dieser Prozeß an einem festen Beobachtungsort innerhalb des Kartenausschnittes mit schwach fallenden Drucktendenzen verbunden, wobei im allgemeinen ein Betrag von etwa 1 mbar in drei Stunden nicht überschritten wird. Betrachten wir daraufhin gegen 13.00 Uhr nach Abhören des Seewetterberichtes unser Barometer (die Druckwerte sollten regelmäßig notiert werden!), so stellt man

- in der nördlichen Ostsee 0.6 mbar
- in der westlichen Ostsee 0.4 mbar
- in der südwestlichen Nordsee 0.7 mbar

Druckfall in drei Stunden fest. Dies sind Werte, die keine raschen Wetterentwicklungen ankündigen und mit der Prognose in Einklang stehen. Für die nächsten 12 bis 18 Stunden sind daher kaum Überraschungen zu befürchten. Ein Blick auf die Wetterlage am 11. 04. um 06.00 GMT bestätigt dies (Abbildung 17). Das skandinavische Hoch ist mit seinem Schwerpunkt nach Nordosten gezogen: die Verlagerungsgeschwindigkeit war etwas schneller als angenommen. Der Tiefkern liegt jetzt westlich des Kanalausganges mit 985 mbar als niedrigster Isobare. Alle anderen Isobaren sind gegenüber der Vorkarte etwas nach Nordosten verschoben.

Sind weitere, über den 24-stündigen Prognosezeitraum hinausreichende Aussagen möglich?

Der Abbau des skandinavischen Hochdruckgebietes und des weit nach Mitteleuropa reichenden Hochkeiles erfolgt langsam. Das Tief westlich von Kap Finisterre ist bereits in einem fortgeschrittenen Entwicklungszustand, was wir an den räumlich weit entfernten Ausläufern erkennen. Sekundärentwicklungen an den Ausläufern sind nicht auszumachen. Spektakuläre Vertiefungen im Bereich dieser Zyklone sind daher unwahrscheinlich. Somit kann man erwarten, daß die Windrichtung aus Südost bis Süd noch bestehen bleibt und daß bei dieser Richtung die obere Grenze der Windgeschwindigkeit Bft 6 sein wird.

4.2 Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 25. 09. 1979

Das folgende Beispiel ist eine für die Nordsee typische spätsommerliche / frühherbstliche Wetterlage. Abbildung 18 enthält den Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 25. 09. 1979, 12.40 Uhr MEZ.

1. Die **Wetterlage** ist durch ein kräftiges Tief über dem Nordmeer sowie hohem Druck über West- und Mitteleuropa gekennzeichnet, so daß die gesamte Nordsee und das Skagerrak von einer starken Südwestströmung beeinflusst werden.

Zu bemängeln ist an der Darstellung der Wetterlage, daß keine Fronten angegeben sind. Obwohl vermutlich die Fronten außerhalb der Vorhersagegebiete liegen, wird die Konstruktion des Druckfeldes zusätzlich erschwert. Es fehlen vor allem die sehr nützlichen Hilfspunkte der Schnittstellen zwischen Front und Isobaren.

2. Beim Eintragen der Druckzentren mit den Verlagerungspfeilen treten weiter keine Schwierigkeiten auf. Das Nordmeer-Sturmtief weit außerhalb des Kartenausschnittes wurde erwähnt, weil es wesentlichen Einfluß auf die Zugbahn des Randtiefs hat. Nachdem alle Stationsmeldungen in die Bordwetterkarte übernommen worden sind, fällt uns beim Vergleich der Druckwerte der ungewöhnlich hohe Betrag 1013 mbar an der Station 4 auf. Zwischen den Stationen 4 und 3 würde demnach eine Druckdifferenz von nur 2 mbar quer über der nördlichen Nordsee starken Südwestwind hervorrufen. Nach Westen bis zum Tiefkern würden sich andererseits auf engem Raum 4 Isobaren drängen, was vollen Südweststurm bedeutet. An der Station 4 ist jedoch nur Südwest 4 gemessen worden. Der Druck 1013 mbar muß falsch sein. Wenn wir einen Übermittlungsfehler annehmen und bei Station 4 1003 mbar einsetzen, erhalten wir überall realistische Druck- und Strömungsverhältnisse.
3. Wie im vorigen Beispiel bedienen wir uns bei der **Konstruktion des Druckfeldes** mehrerer Hilfspunkte. Zwischen den Stationen 4 und 24 nimmt entlang der Verbindungslinie der Druck bis zum Tiefzentrum ab und westlich vom Tief wieder zu. Die Isobarenabstände lassen sich nur grob festlegen, da die Lage des Randtiefs mit „dicht westlich der Hebriden“ nicht eindeutig definiert ist.

Auf die Schwierigkeiten, die erste, beide Tiefs umfassende Isobare zu finden, wurde bereits hingewiesen. Aufgrund der zur Verfügung stehenden Angaben ist es möglich, die 995 mbar-Isobare abgeschlossen um das Randtief zu zeichnen und die zweite 995 mbar-Isobare etwa in der gestrichelten Form zu skizzieren. Auf diese Weise würde der Trog westlich von Kap Svinöy mit Südwest 7 sogar noch besser betont. Die ausgezogene 995 mbar-Isobare entspricht allerdings den tatsächlichen Druckverhältnissen: sie umschließt beide Tiefs. In der Nordsee wurde der Isobarenverlauf geglättet, um die gleichgerichtete Südwestströmung der Stationen zu bestätigen, so daß die Linien nicht in jedem Fall direkt durch die Hilfspunkte gehen.

Entsprechend der angenommenen Zugrichtung des Randtiefs und der Verlagerung des Hochkeils wird sich das ganze dargestellte Druckfeld nach Osten verschieben. Die Prognosen tragen dieser Entwicklung Rechnung: für die gesamte Nordsee wird Südwestwind vorhergesagt mit den höchsten Windstärken im Westteil der mittleren Nordsee. Hier wird sich der westbritische Trog am intensivsten auswirken. Auch im Kattegat und in der westlichen Ostsee dreht der Wind auf Südwest und nimmt zu. In der mittleren Ostsee werden ebenfalls rückdrehende Winde angenommen: der Hochkeil über Mecklenburg verliert seinen Einfluß auf die Ostsee.

Das Randtief soll nach 24 Stunden an der Südküste Norwegens liegen. Eine entsprechende Ostverlagerung muß daher für den westbritischen Trog angenommen werden, so daß zumindest für den westlichen Teil der Nordsee ein geringfügiges Rechtsdrehen des Windes zu erwarten ist. Die Aussichten geben daher für die betreffenden Seegebiete „Südwest bis West“ an.

Welche zusätzliche Information liefert uns die eigene Wetterbeobachtung in diesem Fall?

Westliche Ostsee um 13.00 Uhr Ortszeit: Nordnordwest 3, fast wolkenlos, das Barometer zeigt keine Tendenz, was bedeutet, daß der bisher schwache Druckanstieg aufgehört hat. Bei beginnendem Druckfall wird der Wind rückdrehen. Meist setzen beide Vorgänge gleichzeitig ein.

In der deutschen Bucht hat der Druckfall zugenommen: von 10 bis 13 Uhr ca. 1 mbar. Auch der Wind hat aufgefrischt und erreicht 20 Knoten, d. h. obere Windstärke 5.

Für den Beobachter im westlichen Skagerrak dürften kaum noch Zweifel bestehen, daß zumindest in Böen die angesagte Windstärke 8 erreicht und auch überschritten wird. Am Wolkenbild erkennt er die klassische Aufzugsbewölkung, und der Südwestwind hat bereits Bft 6 erreicht. Dem Barometer entnimmt er einen Druckfall von 1,5 bis 2 mbar innerhalb der letzten drei Stunden. Die Luftströmung, vorher glatt und stetig, bekommt mehr und mehr „Drücker“: Böen kündigen sich an.

Ist auch bei dieser Wetterlage ein Ausblick auf die „weiteren“ Aussichten möglich?

Das Sturmtief über dem Nordmeer liegt fest. Es wird also auch für den Folgetag seine steuernde Funktion beibehalten. Der Keil des Azorenhochs schwenkt weiter nach Osten; aus seiner Existenz schließen wir auf ein gut ausgebildetes Azorenhoch. Zwischen Nordmeertief und Azorenhoch bleibt die sogenannte West-Lage mit überwiegend westlichen Windkomponenten in Nord- und Ostsee dominierend. Charakteristisch für solche Wetterlagen sind aber auch Störungen, die rasch über den Nordatlantik ostwärts geführt werden und in der Nordsee Windrichtung und -stärke stark modifizieren.

Wir können daher davon ausgehen, daß die Hauptwindrichtung in den folgenden zwei Tagen bei West bleiben wird; Aussagen über zu erwartende Windstärken sind nicht möglich.

Abbildung 19 zeigt die Wetterlage vom 26. 09., 00 GMT, also am Ende des 12-stündigen Vorhersagezeitraumes. Die Darstellung der Fronten macht nachträglich deutlich, daß der von uns analysierte Trog westlich der Britischen Inseln als Kaltfront zu deuten ist, die jetzt über der mittleren und nördlichen Nordsee liegt. Jetzt wird auch die beobachtete Bewölkung verständlich. Hinter der Kaltfront dreht der Wind auf West. Aus dem Isobarenabstand sind die hohen Windgeschwindigkeiten im Skagerrak ersichtlich.

Das Randtief ist schneller gezogen als angenommen, denn es liegt bereits nach 18 Stunden bei Svinöy, wo wir es erst nach 24 Stunden erwartet hatten. Auch dies ist ein Hinweis dafür, daß sehr rasche Wetterentwicklungen für West-Lagen typisch sind.

4.3 Deutsche Welle-Seewetterbericht vom 09. 04. 1980

Die „Bewältigung“ des letzten Beispiels dürfte nach den vorangegangenen Übungen keine Schwierigkeiten mehr bereiten. Es handelt sich um den Seewetterbericht der Deutschen Welle Köln vom 09. 04. 1980 (Abbildungen 20, 20a) für das westliche Mittelmeer.

Es sollte angestrebt werden, die Isobaren ohne zusätzliche Hilfslinien zu zeichnen, da die Wetterlage recht eindeutig ist. Das Tief über Korsika liegt weit südlich, praktisch in der Straße von Bonifatio, was durch die Stationsmeldung von Ajaccio (Ostwind, 1 003 mbar) deutlich wird. Der Ausläufer im Tyrrhenischen Meer ist eine Kaltfront, da die zugehörige Warmfront gesondert angegeben ist. Auch die Lage der Kaltfront ist durch die Stationen 9 (Südwestwind) und 10 (Nordwestwind) unschwer zu finden.

Eine solche Wetterlage: hoher Druck über der Biskaya und Spanien und tiefer Druck östlich von Korsika ist typisch für Mistralbedingungen im Golfe du Lion und bei den Balearen. In den meisten Fällen – so auch hier – entsteht eine derartige Druckverteilung durch südwärts über die Alpen vordringende Kaltluft mit anschließender Bildung eines Lee-Tiefs im Golf von Genua sowie gleichzeitigem Druckanstieg über Spanien und der Biskaya.

Der stärkste Druckgegensatz wird dabei im Golfe du Lion und nördlich der Balearen aufgebaut. Bei der Station 5 (Marseille) wird das zugehörige Starkwindfeld mit Nordnordwest 6 bereits angedeutet.

Die 24-stündigen Vorhersagen für die Gebiete: Golfe du Lion, Ligurisches Meer, westlich Korsika / Sardinien und Tyrrhenisches Meer tragen dieser Entwicklung Rechnung. Für einen 24-stündigen Zeitraum sind die vorhergesagten Windstärken 6 bis 7 durchaus charakteristisch. Erfahrene Mittelmeersegler wissen jedoch, daß bei einer solchen Wetterlage kurzfristig erheblich höhere Windstärken auftreten können. So sollte man in diesem Falle besonders im Golfe du Lion und nordöstlich der Balearen mit Nordnordwest 8, in Böen 9 rechnen und Boot und Besatzung darauf vorbereiten. Der Vorteil einer Bordwetterkarte wird hier augenfällig, da der schmale Bereich des Starkwindfeldes recht gut zu lokalisieren ist.

Nach 24 Stunden liegt das Tief südlicher als angenommen und hat sich bis 1 008 mbar aufgefüllt (Abbildung 21). Die Mistral-Situation ist etwas entschärft, obwohl sich über dem Ligurischen Meer und Norditalien ein Trog erhalten hat. Der Hochkeil 1 020 mbar ist weiter nach Osten und Südosten geschwenkt und überdeckt ganz Westeuropa. Insbesondere durch den nachfolgenden Druckanstieg treten im Golfe du Lion und im Ligurischen Meer weiterhin starke Nord- bis Nordostwinde auf.

5. Weitere Auswertung der Bordwetterkarten

Nur um die amtlichen Prognosen bestätigt zu bekommen, wäre Aufwand und Mühe zur Erstellung einer Bordwetterkarte sicher zu groß. Eine gut analysierte Wetterkarte liefert jedoch noch weitere Informationen, die auf die Wahl des Kurses und auf das Törn-Ziel Einfluss haben.

5.1 Bestimmung von Windrichtung und -stärke

Bei einiger Erfahrung im Umgang mit Wetterkarten läßt sich die Windgeschwindigkeit aus dem Isobarenabstand abschätzen. Folgende Gesetzmäßigkeiten beeinflussen zusätzlich die Windgeschwindigkeit (gleicher Isobarenabstand jeweils vorausgesetzt):

- Gegen den Uhrzeigersinn (zyklonal) fließende Luftmassen haben **niedrigere** Geschwindigkeiten als im Uhrzeigersinn (antizyklonal) fließende (Ursache: Zentrifugalkraft);
- in südlicheren Breiten erzeugt die gleiche Druckdifferenz höhere Geschwindigkeiten als in nördlicheren (Ursache: Corioliskraft ist breitenabhängig);
- in kalten, instabil geschichteten Luftmassen über warmem Wasser treten höhere Windgeschwindigkeiten auf als in warmen, stabil geschichteten Luftmassen über kaltem Wasser (Ursache: turbulente Zusatzkomponenten in Form von Böen, die aus höheren Luftschichten nach unten transportiert werden).

Eine genauere Bestimmung der Windgeschwindigkeit ist mit Hilfe von Diagrammen und sogenannten Windlinealen möglich. Wind-Nomogramme (nach Rudloff, Abbildung 22 und 23) haben den großen Vorteil, daß sie für alle Kartenprojektionen und alle Maßstäbe anwendbar sind. Zur Ermittlung der Windgeschwindigkeit wird der jeweilige Isobarenabstand (in Breitenkreiseinheiten!) und der Krümmungsradius der Isobaren aus der Bordwetterkarte (grob) abgelesen.

Die Abbildungen 22 und 23 enthalten nur Tafeln für geradlinig und zyklonal gekrümmte Isobaren der Krümmungsradien $r = 20, 10, 5, 3, 1$. **vertikal** ist die geographische Breite (φ) aufgetragen. Der Isobarenabstand d wird in Breitengraden abgelesen. Da wir stets in Abständen von 5 zu 5 mbar Isobaren zeichnen, nennen wir diesen Abstand d_5 . Beträgt der Abstand zwischen zwei Isobaren z. B. 3 Breitengrade ($d_5 = 3$), so wäre der 1-mbar-Isobarenabstand $d_1 = d_5 / 5 = 0.6$. Dieser 1-mbar-Abstand d_1 ist in den Nomogrammen als senkrechte Linie enthalten. Bei Wetterkarten mit anderem Isobarenabstand (z. B. 4 mbar – gebräuchlich im Britischen Wetterdienst) sollte stets auf d_1 zurückgerechnet und erst dann im Nomogramm die Windgeschwindigkeit abgelesen werden.

Die Linien konstanter Windgeschwindigkeit verlaufen von rechts unten nach links oben in Abständen von 5 zu 5 **Knoten***. Beim Ablesen ist zwischen diesen Linien zu interpolieren. Man erkennt, daß bei zunehmender zyklonaler Krümmung der Isobaren (geringer werdender Krümmungsradius) die Windgeschwindigkeit für einen bestimmten Wert für φ und d_1 abnimmt. $r = \infty$ gilt für gerade Isobaren. $r = 20$ bedeutet: der Abstand der betreffenden Isobare zum Tiefzentrum beträgt 20 Breitengrade = 1 200 Seemeilen. Bei größerem Krümmungsradius als $r = 20$ wird die Windgeschwindigkeit nach $r = \infty$ bestimmt und mit einem Zuschlag von etwa 10 Knoten versehen.

Zur Demonstration des Verfahrens einige Beispiele: Für obigen Fall ($d_1 = 0.6$ Breitengrade) entnehmen wir in 50 Grad N und für $r = 10$ (Isobarenabstand zum Tiefzentrum 10 Breitengrade) eine Windgeschwindigkeit von 14.5 Knoten entsprechend Bft 4.

Haben wir eine Wetterkarte mit Isobarenabständen von 4 zu 4 mbar, so ist bei dem gleichen Abstand $d_4 = 3$ Breitengrade: $d_1 = d_4 / 4 = 0,75$. Entsprechend ergibt sich ($\varphi = 50$, $r = 10$) eine Windgeschwindigkeit von 12 Knoten = Bft 4.

In einem Fall sehr enger Isobarenabstände messen wir die Distanz zwischen 10 mbar Druckunterschied und erhalten $d_{10} = 2$ Breitengrade, entsprechend $d_1 = 0.2$. Bei $r = 20$ und $\varphi = 40$ Grad N resultiert als Windgeschwindigkeit 44 Knoten = Bft 9.

In kalter Luft, die über warmes Wasser strömt, muß die so ermittelte Windgeschwindigkeit um 10 bis 20 % erhöht werden. Entsprechend ist die Nomogramm-Windgeschwindigkeit bei sehr gleichmäßiger Luftströmung (warme Luft über kaltem Wasser) um 5 bis 15 % zu reduzieren.

In der meteorologischen Praxis wird anstelle der Nomogramme häufig das sogenannte geostrophische Windlineal verwendet (Abbildung 24). **Nachteil:** dieses Windlineal kann nur bei Isobaren-Abständen von 5 mbar, einem Kartenmaßstab von 1: 12,5 Mill. und einer bestimmten Kartenprojektion verwendet werden. Vor allem: der Einfluß der Isobarenkrümmung wird nicht berücksichtigt, so daß diese Windgeschwindigkeit nur für geradlinige Isobaren richtig ist. **Vorteil:** Umrechnungen der der Wetterkarte entnommenen Isobarenabstände sind nicht erforderlich, d.h. die Windgeschwindigkeit kann in der entsprechenden geographischen Breite von der Schablone direkt abgelesen werden.

Bei der **Ermittlung der Windrichtung** erinnern wir uns, daß eine gewisse Komponente des Windes über die Isobaren hinweg vom hohen zum tiefen Druck weht. Bei mittleren Windgeschwindigkeiten ist über See ein Winkel von etwa 10 Grad zwischen Wind- und Isobarenrichtung realistisch, bei schwachen Winden kann dieser Winkel zwischen 30 und 45 Grad liegen. Im Bereich steiler und stark gegliederter Küsten besteht kein eindeutiger Zusammenhang zwischen Isobaren und Windrichtung.

5.2 Abschätzungen zur Höhe der Windsee

Die winderzeugenden Schwerewellen der Wasseroberfläche werden durch eine Reihe meßbarer Größen gekennzeichnet (Erläuterungen hierzu z. B. in A. Watts: Wind and Sailing Boats). Hier soll kurz auf die Möglichkeit, aus der Windgeschwindigkeit die ungefähre Wellenhöhe (Abstand zwischen Wellenberg und -tal) zu ermitteln, eingegangen werden. In der Abbildung 25 sind mittlere Wellenhöhen und Bft-Windstärken einander zugeordnet. Diese Wellenhöhen gelten für offene Seegebiete. In der westlichen Ostsee z. B., in Landnähe, bei ablandigem Wind sind die Wellenhöhen niedriger, die Wellenperiode kürzer und die Neigung steiler.

Neben der Windstärke wird die Ausbildung der Windsee wesentlich beeinflusst von

- der Dauer der Windeinwirkung (eine einzelne Bordwetterkarte gibt daher nur beschränkt Auskunft über die Wellenhöhe),

*) Die Windfieder in den Nomogrammen geben abweichend von unserem Gebrauch statt Bft-Windstärken die Windgeschwindigkeit in Knoten an. Ein ganzer Strich entspricht 10, ein halber 5, ein Wimpel 50 Knoten.

- der Länge des Windweges über dem Wasser,
- den Eigenschaften der Luftmasse (kalt, warm, böig, laminar usw.).

Die beiden Kurven in Abbildung 25 legen untere und obere Grenzen der möglichen Seegangshöhen fest. Die starke Zunahme der schraffierten Fläche mit steigenden Windgeschwindigkeiten zeigt, daß der unterschiedliche Einfluß der genannten meteorologischen Bedingungen zu einer erheblichen Streuung der Seegangshöhen bei den höheren Windstärken führt. Bezüglich des Windweges stellen die angegebenen Seegangshöhen eine bereits ausgereifte Windsee dar.

Die Abhängigkeit des Seegangs von der Länge des Windweges („Fetch“), d. h. in kleineren Seegebieten der Einfluß des Abstandes vom Land, ist in Abbildung 26 für verschiedene Windstärken dargestellt. Charakteristisch für alle Windgeschwindigkeiten ist die extreme Zunahme der Wellenhöhen in den ersten 20 bis 40 Meilen Abstand vom Land. Gerade bei hohen Windstärken spielt daher der „Landschutz“ eine große Rolle.

Der hier dargestellte Verlauf der Seegangshöhe wurde aus vielen Messungen gemittelt. Bei besonders böigen Windverhältnissen wachsen die Wellen noch rascher auf maximale Höhen an als Abbildung 26 zeigt.

Literaturverzeichnis:

1. R. Scherhag: Neue Methoden der Wetteranalyse und Wetterprognose, Berlin 1948.
2. A. Watts: Wind and Sailing Boats, Adlord Coles Ltd., London 1965.
3. Zeichnen und Nutzen von Wetterkarten durch Seeleute, DWD, Seewetteramt, Einzelveröffentlichungen, Hamburg 1970.
4. Nautischer Funkdienst, Bd. III, Abschnitt D, DHI Hamburg 1979.

Anhang

- Abbildung 1 Übersicht deutschsprachiger Seewetterberichte und Wettervorhersagen des Deutschen Wetterdienstes, Seewetteramt, für die Schifffahrt. Die GLZ = Gesetzliche Landes Zeit wird seit Einführung der Sommerzeit verwendet.
- Abbildung 2 Vordrucke der im Seewetteramt erhältlichen Bordwetterkarten für Nord- und Ostsee sowie das westliche Mittelmeer. Die Originale haben die doppelte Größe und kosten DM 0,35 pro Stück. Maßstab und Projektion entsprechen den im Seewetteramt gebräuchlichen Arbeitskarten.
- Abbildung 3 Fiktive Druckverteilung über dem Nordatlantik mit den meteorologischen Begriffen zur Beschreibung von Wetterlagen.
- Abbildung 4 Im Deutschen Wetterdienst gebräuchliche Windtafel mit Wingeschwindigkeitstabelle. In den Seewetterberichten werden nur die innerhalb des Kreises angegebenen Hauptwindrichtungen verbreitet.
- Abbildung 5 Abweichend von anderen Wetterkarten ist es bei Bordwetterkarten vorteilhaft, die Windgeschwindigkeit als Beaufort-Stärke nach nebenstehendem Schlüssel einzutragen.
- Abbildung 6 Mit diesen Symbolen wird eine „vollständige“ Wettermeldung verschlüsselt. Nur eine Auswahl davon (Abbildung 2) wird in den Seewetterberichten verwendet.
- Abbildung 7 Beispiel einer Interpolation zwischen 6 vorgegebenen Druckwerten. Die Hilfslinien sind punktiert.
- Abbildung 8 Ein anderes Beispiel mit 5 Druckwerten, einem sogenannten neutralen Punkt N sowie 4 Druckzentren (aus Lit. 2).
- Abbildung 9 Interpolation zwischen höchstem und tiefstem Druck entlang einer Hilfslinie. Berücksichtigt wurde die Änderung der Windstärke, wie sie zwischen zwei gut ausgeprägten Druckzentren typisch ist (aus Lit. 2).
- Abbildung 10 Berücksichtigung von Windrichtung und -stärke beim Zeichnen der Isobaren (aus Lit. 4).
- Abbildung 11 Mögliche Fehlerquellen beim Zeichnen der Isobaren (aus Lit. 2).
- Abbildung 12 Tief mit Randtief. Die gestrichelt gezeichneten Isobaren zeigen, wie eine solche Druckverteilung nicht zu analysieren ist.
- Abbildung 13 Beispiel einer durch drei Druckwerte definierten Kaltfront: hier schneiden die entsprechenden Isobaren die Front.
- Abbildung 14 Unterschiedliche Isobarenabstände vor und hinter einer Kaltfront.
a) Windabnahme,
b) Windzunahme bei Frontdurchgang, bedingt durch unterschiedliche Neigung der Isobaren zur Front.
- Abbildung 15 Typische Wetterlage zum Fall a) von Abbildung 14: „Vorderseitensturm“ (aus Lit. 1).
- Abbildung 16 + 16a Seewetterbericht des Deutschlandfunk vom 10. 04. 1979, 12.40 Uhr MEZ mit Wetterlage von 07.00 Uhr MEZ (= 06.00 Uhr GMT).
- Abbildung 17 Wetterlage vom 11. 04. 1979, 06.00 Uhr GMT.

- Abbildung 18 + 18a Seewetterbericht des Deutschlandfunk vom 25. 09. 1979, 12.40 Uhr MEZ mit Wetterlage von 07.00 Uhr MEZ (= 06.00 Uhr GMT).
- Abbildung 19 Wetterlage vom 26. 09. 1979, 00.00 Uhr GMT.
- Abbildung 20 + 20a Seewetterbericht der Deutschen Welle vom 09. 04. 1980, 13.50 Uhr GMT mit Wetterlage von 09.00 Uhr GMT.
- Abbildung 21 Wetterlage vom 10. 04. 1980, 09.00 Uhr GMT.
- Abbildung 22 + 23 Wind-Nomogramme zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See (nach Rudloff, aus Lit. 4).
- Abbildung 24 Windlineal zur Ermittlung des geostrophischen Windes.
- Abbildung 25 Abschätzung der Seegangshöhen in Abhängigkeit der Windstärke (jeweils voll entwickelte See).
- Abbildung 26 Zunahme der Seegangshöhe mit wachsender Strecke der Windeinwirkung bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten.

Service des Seewetteramtes für die Sportschifffahrt

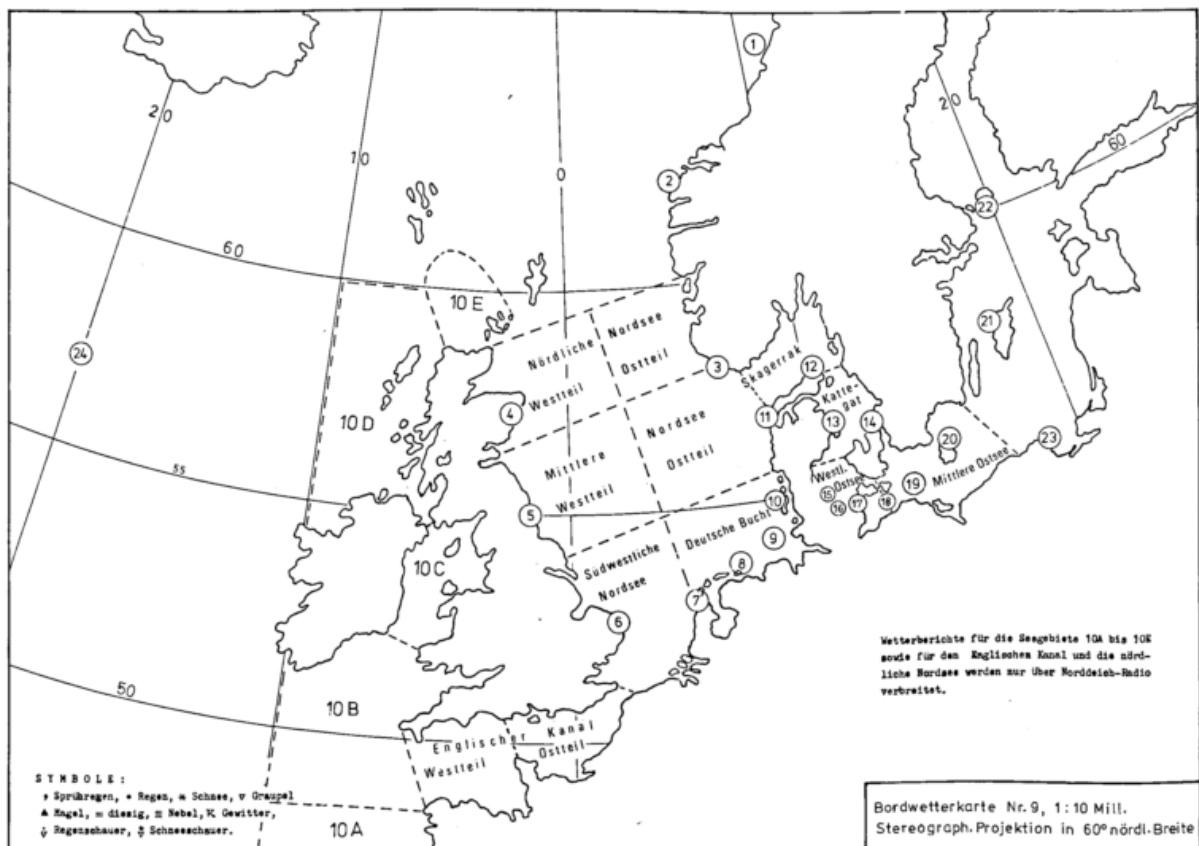
Regelmässige Seewetterberichte (Wetterlage, Vorhersage, Aussichten) und Windvorhersagen

Sender	Seegebiete	Frequenzen	Zeiten	UTC
1. Norddeich Radio DAN	alle Nordseegebiete, Skagerrak, Engl. Kanal, Biskaya, Südlich Irland, Irische See, Hebriden, Pentlands, Norwegische, Isländische und Grönländische Küste	2614 kHz	08.10 } 20.10 }	täglich
2. Kiel Radio DAO	alle Ostseegebiete, Skagerrak, Katttegat	2775 kHz	07.40 } 19.40 }	täglich
3. Deutschlandfunk - Seewetterbericht -	Deutsche Bucht, Südwestliche Nord- see, Mittlere Nordsee, Skagerrak, Katttegat, Westliche Ostsee, Mittlere Ostsee	1269 kHz	06.40 } 12.40 }	täglich
4. Radio Bremen - Seewetterbericht -	wie Deutschlandfunk	1539 kHz (nur 0105)	01.05 }	GLZ
5. Deutsche Welle - Seewetterbericht für das Mittelmeer -	Golfe du Lion, Balearen, Ligurisches Meer, Westl. Korsika - Sardinien, Tyrrhenisches Meer, Adria, Ionisches Meer, Biskaya	936 kHz 883,893 MHz 921,938 MHz	23.05	täglich
6. Nordd. Rundfunk a. Segelsportbericht	Deutsche Bucht, Westl. Ostsee	9545 kHz 6075 kHz	15.10 Mo.-Fr. 16.30 sonnabends	UTC UTC
b. Windvorhersagen	Deutsche Bucht, Westl. Ostsee	2. Programm	08.05 } 22.05 }	vom 19.5. bis 5.10. GLZ
7. Radio Bremen Windvorhersage	Deutsche Bucht, Westl. Ostsee	936 kHz 883,893 MHz 921,938 MHz	im Anschluss an die Nachrichtensendungen	täglich GLZ
8. NDR/WDR Windvorhersage	Deutsche Bucht, Westl. Ostsee	1. Programm	07.00, 13.00, 19.00 nach den Nachrichten	täglich GLZ
			06.00 - 24.00 stdl. nach den Nachrichten	täglich GLZ

Starkwind- und Sturmwarnungen

- Über Norddeich-Radio für alle Nordseegebiete und Skagerrak
- Über Kiel-Radio für alle Ostseegebiete, Skagerrak und Kattegat
- Optischer Signalwarndienst siehe Tafel

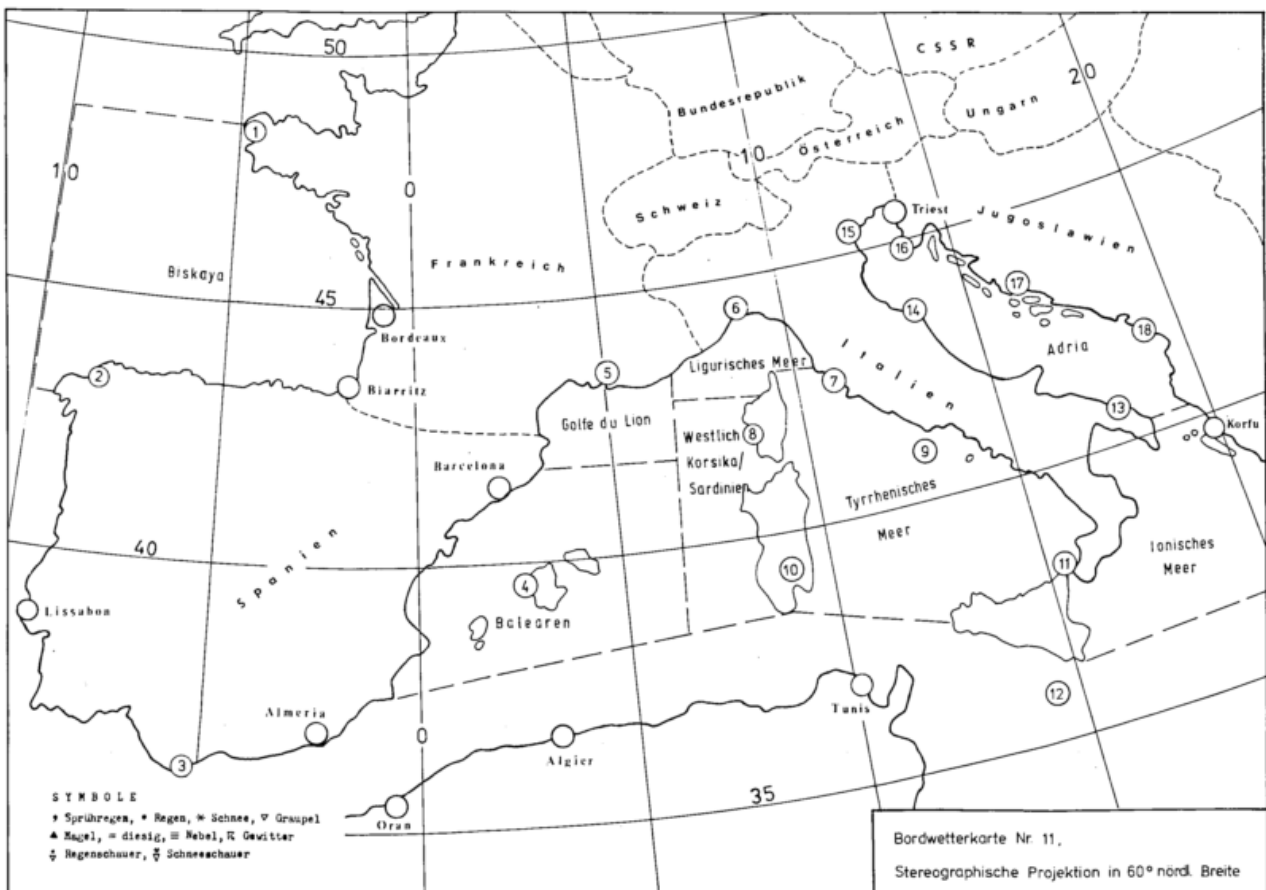
DLF-Sendung vom 12.40, 01.05, 06.40 Uhr MEZ			
Wetterlage von heute 07 Uhr - gestern 19 Uhr - - heute 04 Uhr MEZ -	Stationsmeldungen vom , Uhr 1 Sklinna 2 Svinoy 3 Lista 4 Aberdeen 5 Tynesouth 6 Hessa 7 Den Helder 8 FS Borkum Riff 9 Helgoland 10 List / Sylt 11 Thyboron 12 Skagen 13 Foranes 14 Kullen 15 Kegnaes 16 Leuchtturm Kiel 17 FS Fehmarn Belt 18 FS Mln 19 Arkona 20 Bornholm 21 Vlsby 22 Mariehamn 23 Hel 24 Ozeanwettererschiff L	Vorhersagen bis heute 24 Uhr - heute 12 Uhr - - heute 18 Uhr -	Ansichten bis morgen 12 Uhr - heute 24 Uhr - - morgen 06 Uhr -
	Deutsche Bucht		
	Südwestliche Nordsee		
	Mittlere Nordsee Westteil		
	Mittlere Nordsee Ostteil		
	Skagerrak		
	Kattegat		
	Westliche Ostsee		
	Mittlere Ostsee		



Deutsche Welle Köln - Seewetterbericht vom, Mo-Fr: 15.30 GMT, Sa: 16.30 GMT

Wetterlage von heute 09.00 Uhr GMT	Stationenmeldungen von, 09.00 Uhr	Vorhersagen bis morgen mittag
	1 Brest	Golfe du Lion
	2 La Coruña	
	3 Gibraltar	
	4 Palma de Mallorca	Inlearen
	5 Marseille	
	6 Genova	Ligurisches Meer
	7 Grosseto	
	8 Ajaccio	westlich Korsika/Sardinien
	9 Ponsa	
	10 Cagliari	Tyrrhenisches Meer
	11 Messina	
	12 Malta	
	13 Brindisi	Adria
	14 Ancona	
	15 Venezia	Ionisches Meer
	16 Pola	
	17 Split	
	18 Ulcinj	Biskaya

Sendungen des OHF (werktags von 04.05. bis Mitte Oktober) Stand: März 1981
 06.45 GMT auf 6155 und 15410 kHz: Stationenmeldungen
 11.00 GMT auf 6155, 7170 und 9770 kHz: Stationenmeldungen, Großwetterlage, Prognose



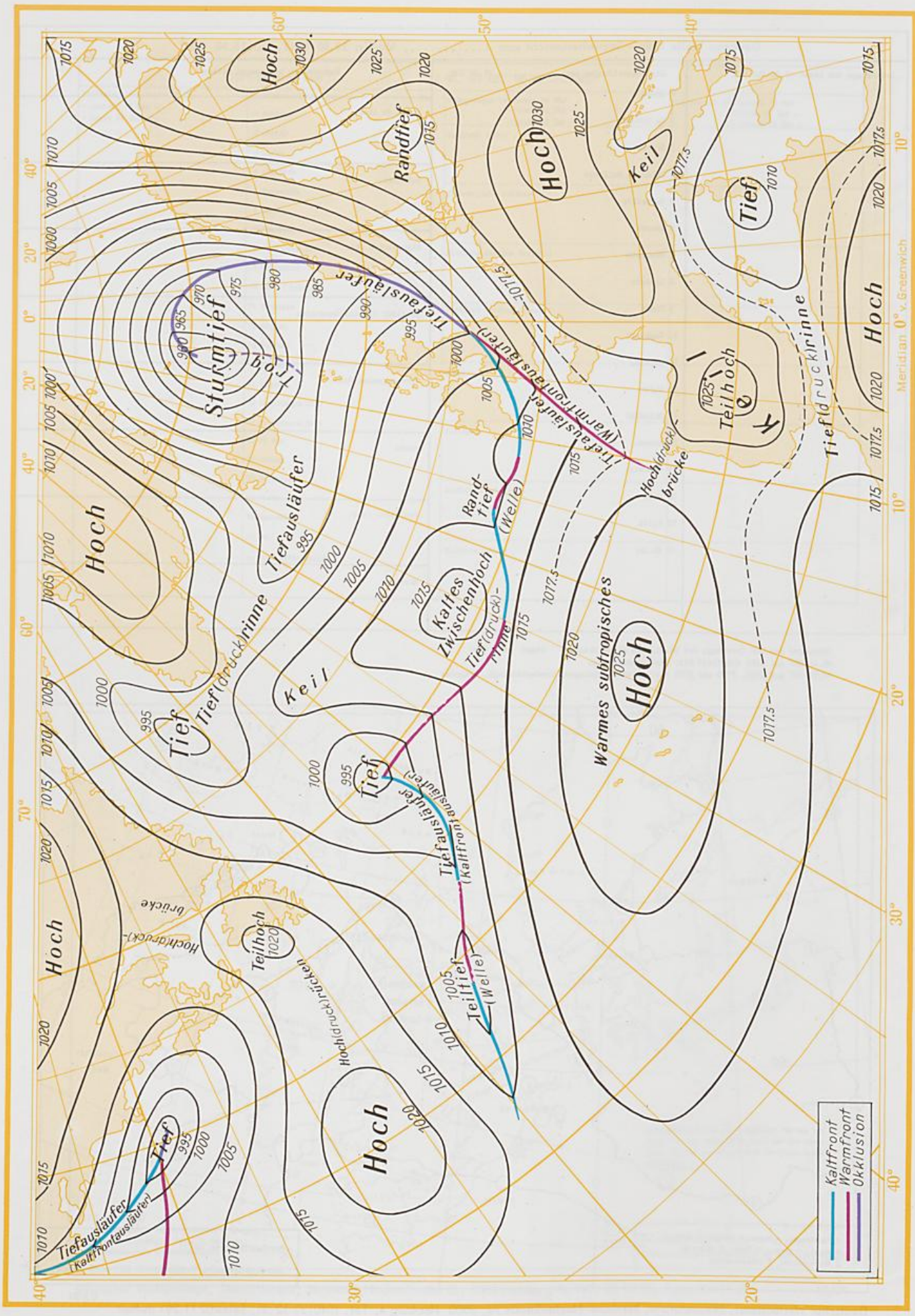


Abb. 3

Bft	Knoten
☉ 0	<1
┃	1 - 3
┃┃	4 - 6
┃┃┃	7 - 10
┃┃┃┃	11 - 15
┃┃┃┃┃	16 - 21
┃┃┃┃┃┃	22 - 27
┃┃┃┃┃┃┃	28 - 33
┃┃┃┃┃┃┃┃	34 - 40
┃┃┃┃┃┃┃┃┃	41 - 47
┃┃┃┃┃┃┃┃┃┃	48 - 55
┃┃┃┃┃┃┃┃┃┃┃	56 - 63
┃┃┃┃┃┃┃┃┃┃┃┃	≥64

Abb. 5

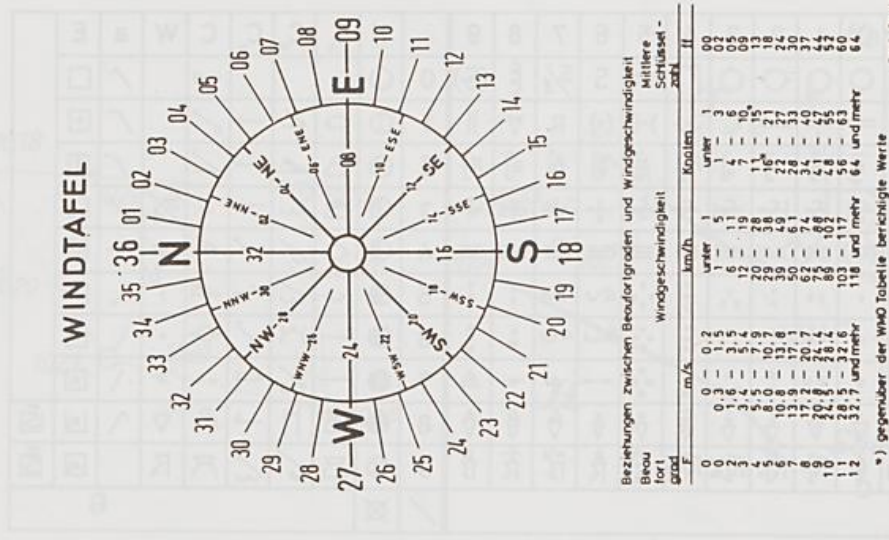


Abb. 4

DWD SY 4/79

Symboltafel

ww	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		N	C _l	C _w	C _n	C	W	a	E
00	○	○	○	○	∞	∞	S	S/2	ε	(S)	0	○				→		∧	□
10	≡	≡	≡	<	∪)	(∩	∇)	(○	∩	∩	→	∩		∩	□
20	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	○	∩	∩	→	∩		∩	□
30	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	○	∩	∩	→	∩	S/2	∩	□
40	(≡)	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	≡	4	○	∩	∩	∩	∩	≡	∩	□
50	,	''	:	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	5	○	∩	∩	∩	∩	,	∩	□
60	.	..	:	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	6	○	∩	∩	∩	∩	.	∩	□
70	*	**	*	**	**	**	*	*	*	*	7	○	∩	∩	∩	--	*	∩	□
80	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	8	○	∩	∩	∩	∩	∩	∩	□
90	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	∩	9	⊗	∩	∩	∩	∩	∩		□
											/	⊗							□

Abb. 6

DWD SY 4/79

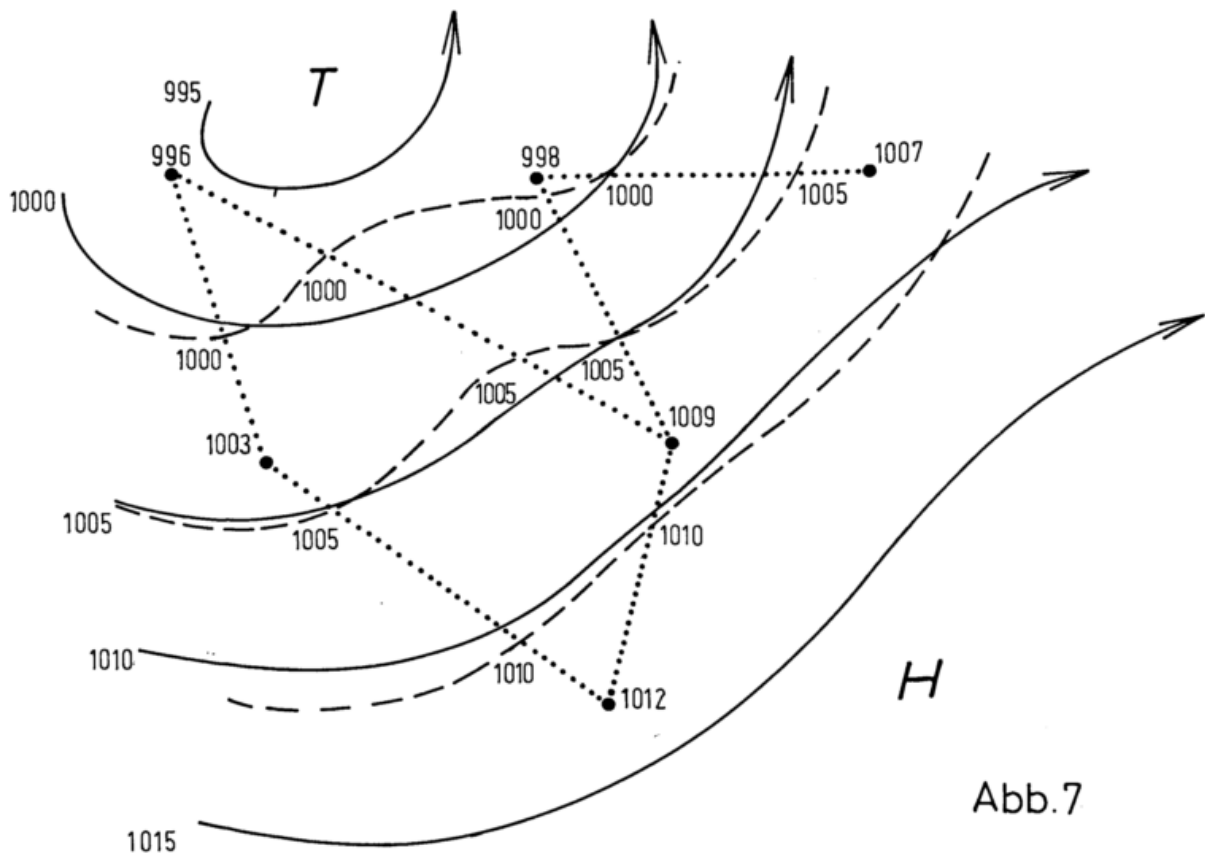


Abb. 7

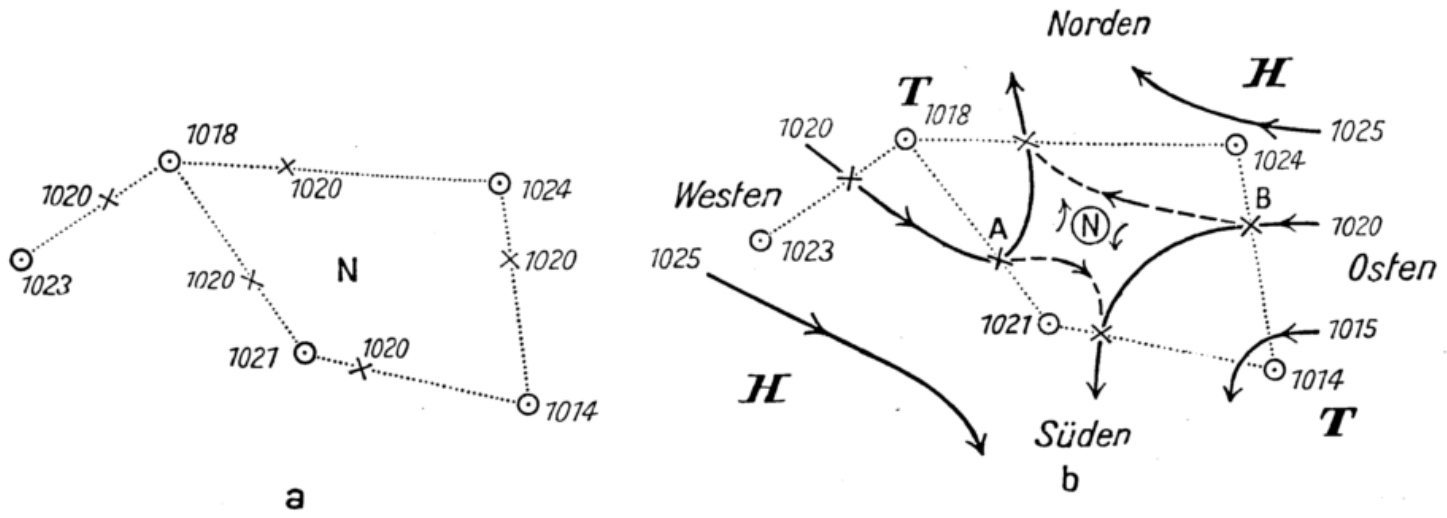


Abb. 8

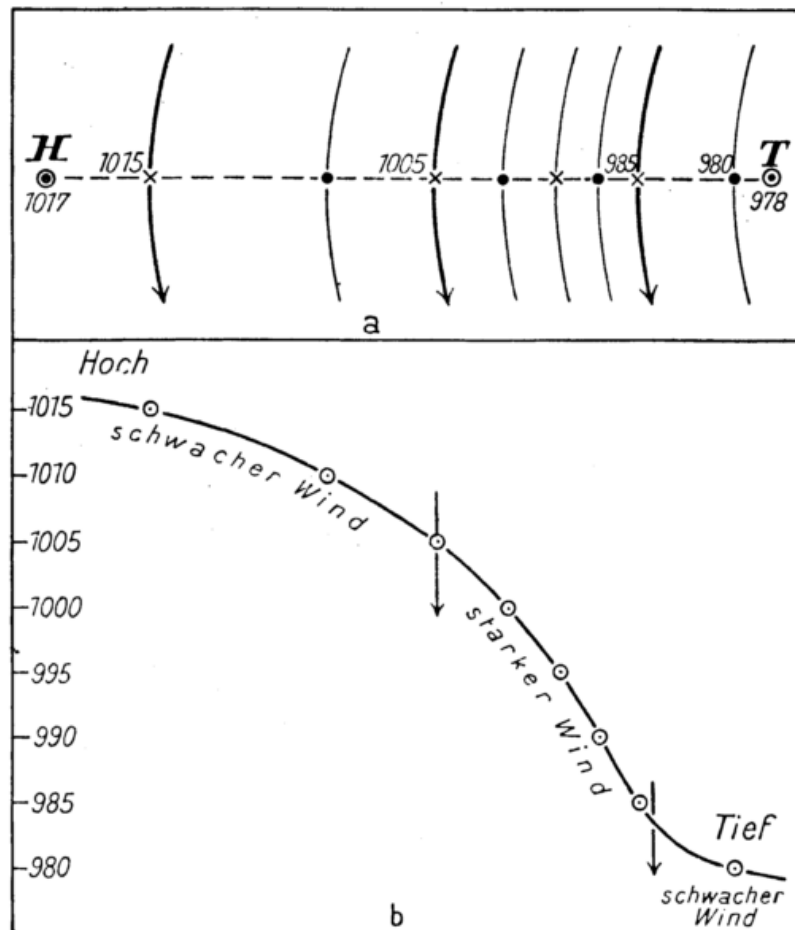


Abb. 9

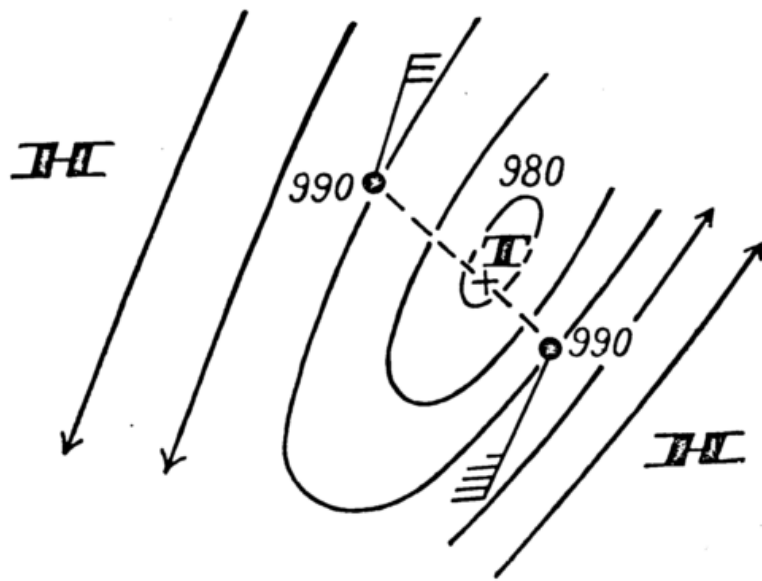


Abb.10

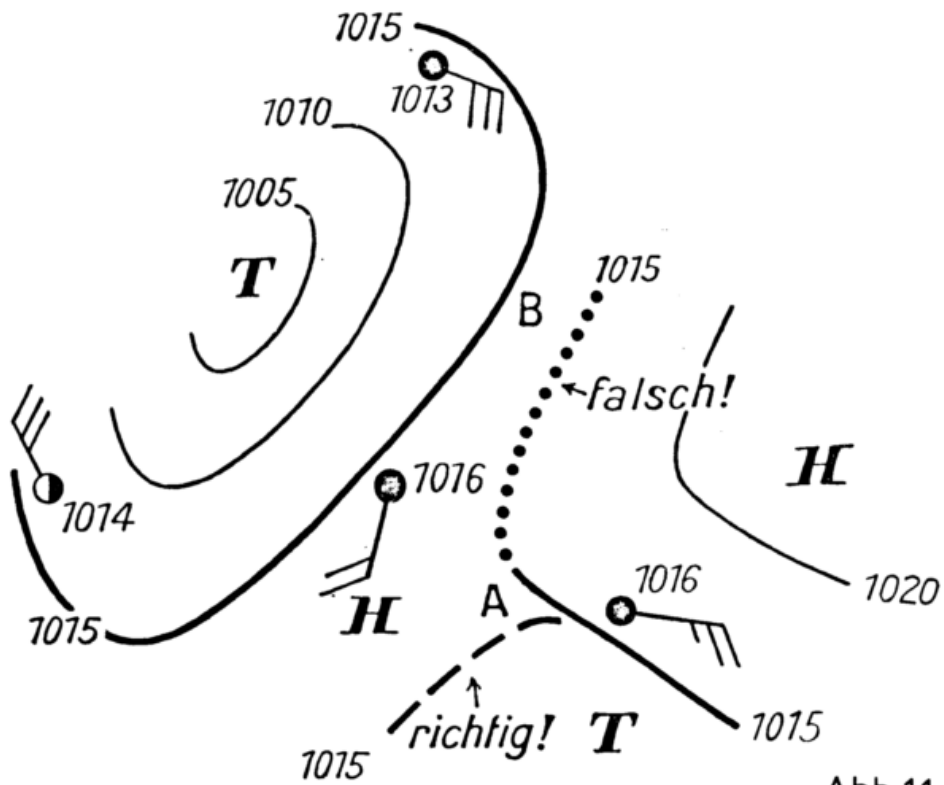


Abb.11

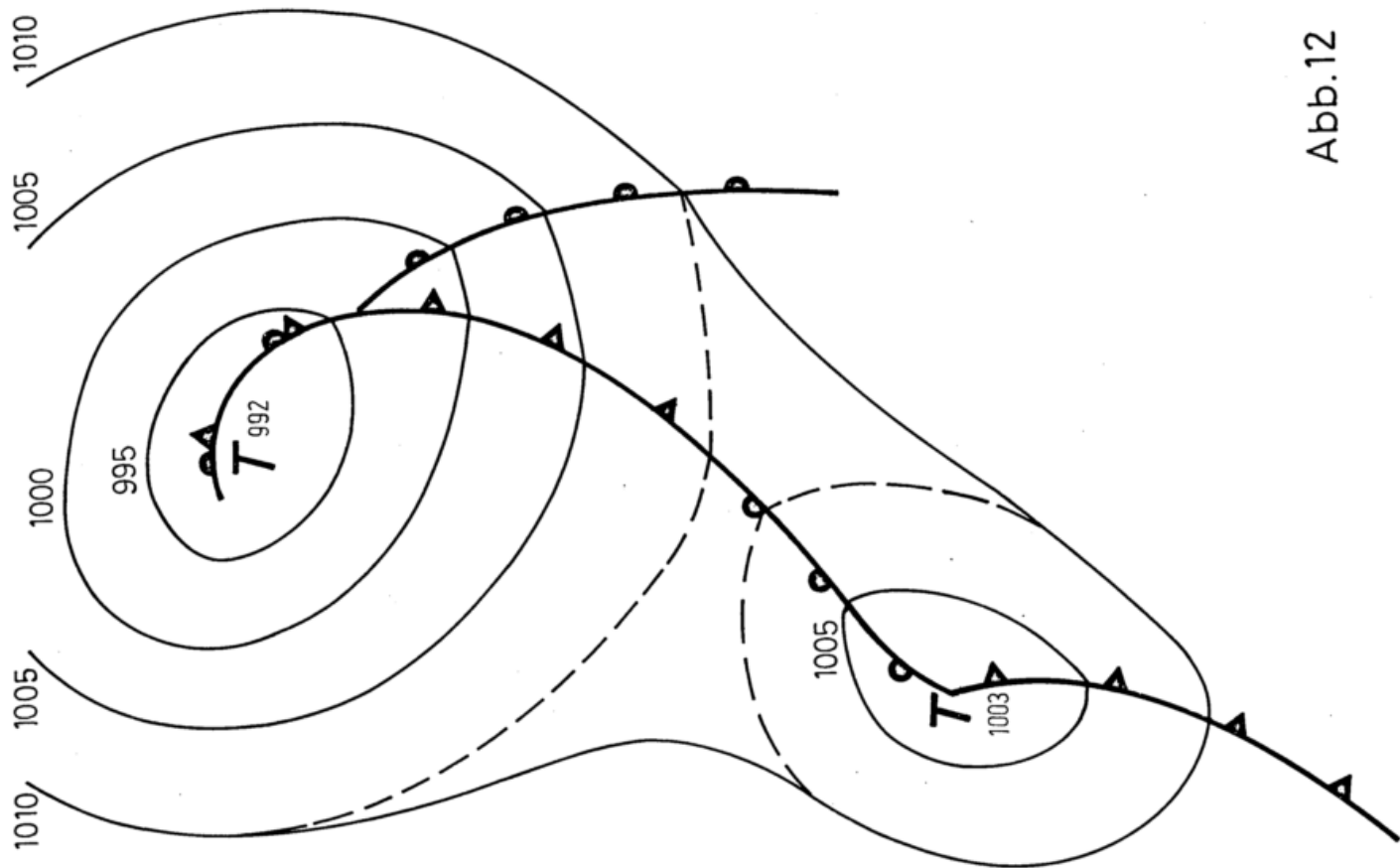


Abb.12

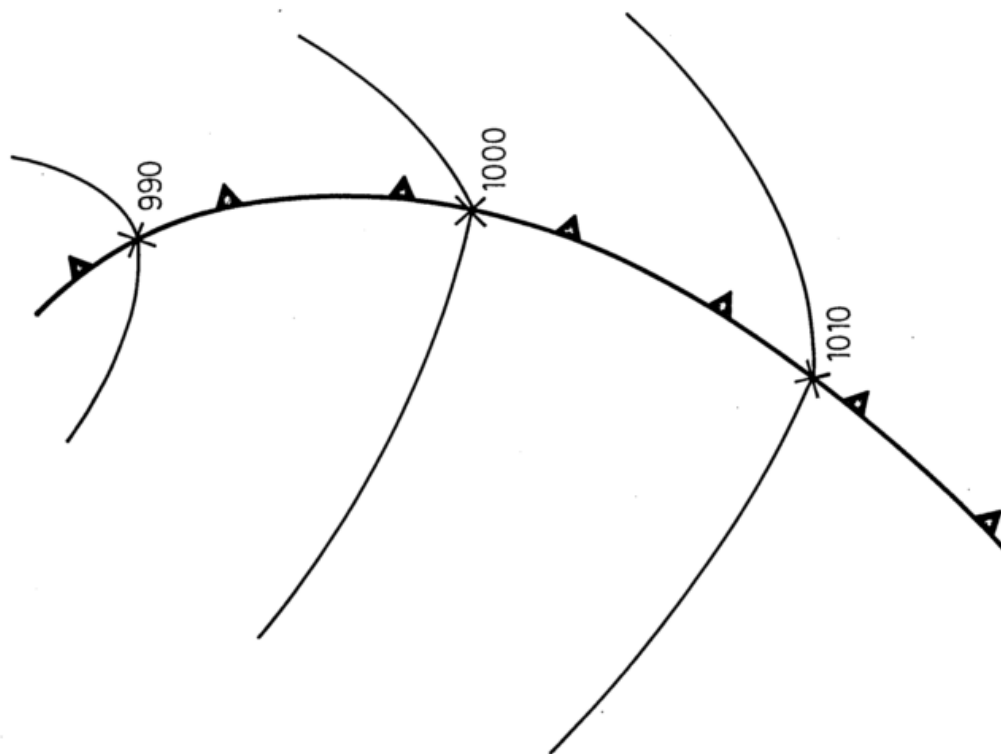


Abb.13

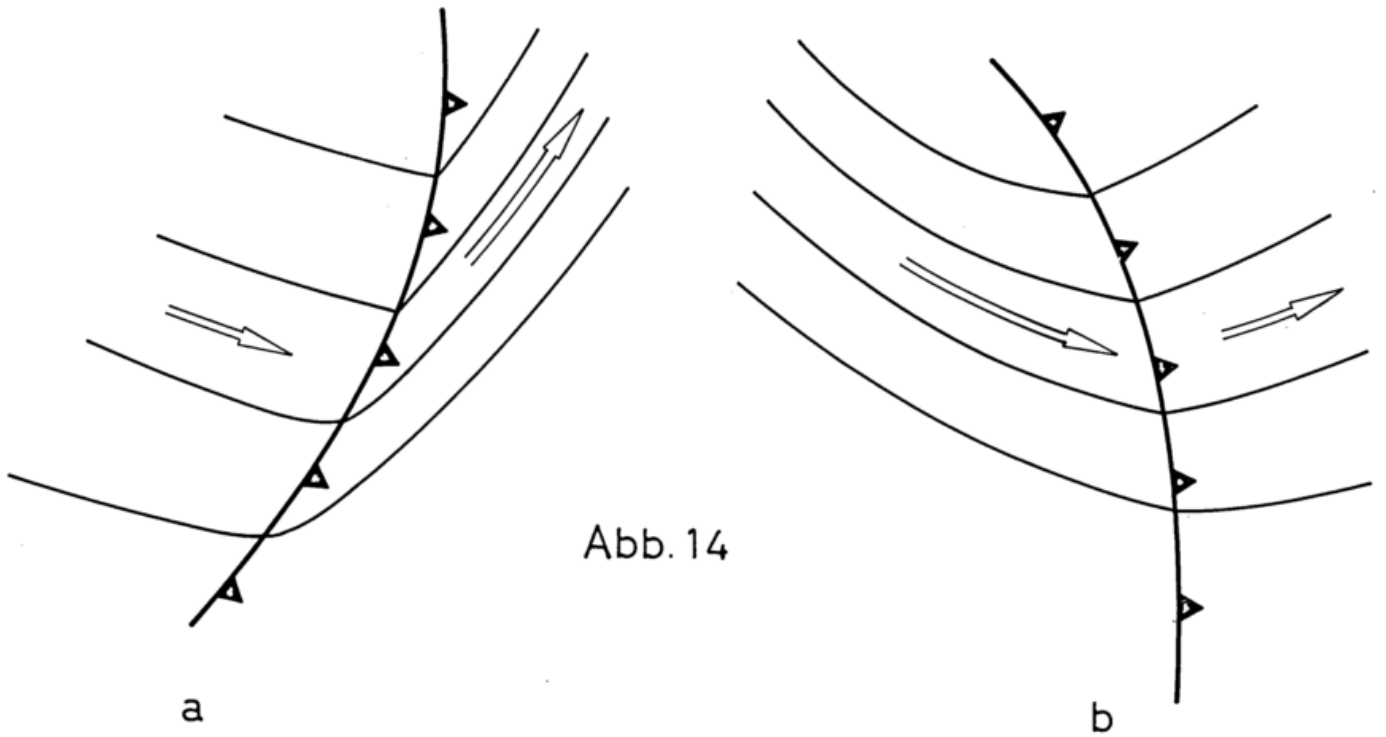


Abb. 14

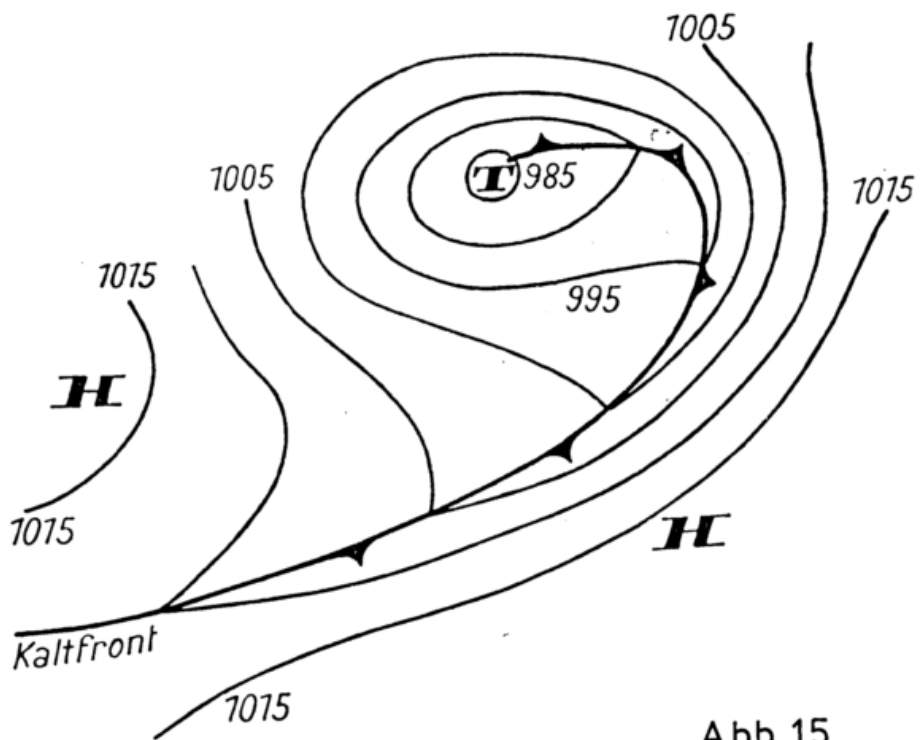
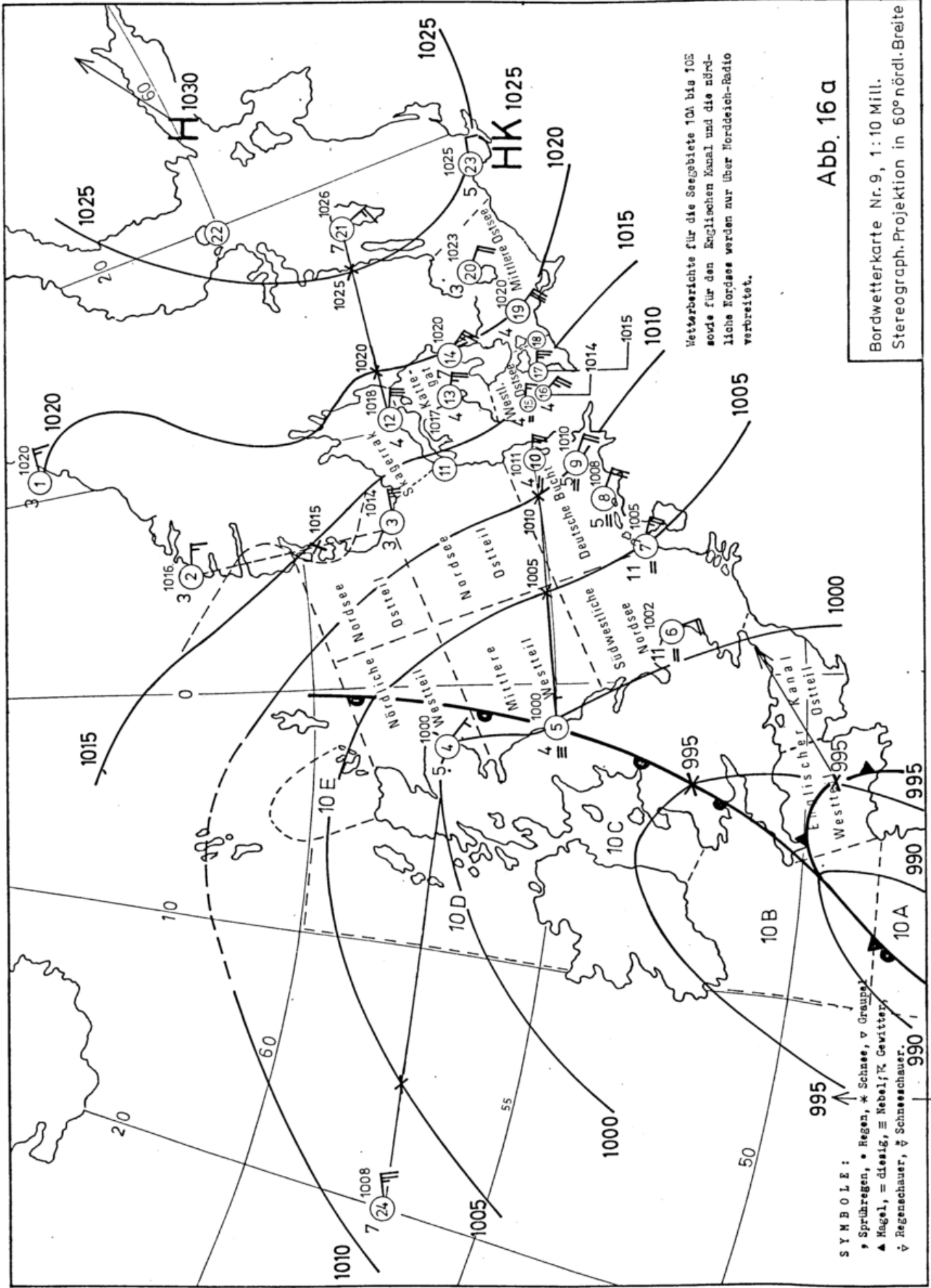


Abb. 15

Wetterlage von heute 07 Uhr - gestern 19 Uhr - - heute 04 Uhr MEZ -	Stationarmeldungen vom 10.04.79 , 10.00 Uhr	Vorhersagen bis heute 24 Uhr - heute 12 Uhr - - heute 18 Uhr -	Aussichten bis morgen 12 Uhr - heute 24 Uhr - - morgen 06 Uhr -
Sturmtief 977 120 sm	1 Sklinna ENE3 3° 1020	Deutsche Bucht	
westlich Kap Finisterre	2 Swinoy E3 3° 1016	SE 5-6, diesig	wenig Änderung
langsam nordziehend. Ausläufer	3 Lista E5 3° 1014	Südwestliche Nordsee	
995 Wales, 1005 Westteil nördl.	4 Aberdeen SE1 Regen 5° 1000	SE 5-6, diesig	SE 5-6, Nebelfelder
liche Nordsee, nordausweitend.	5 Tynemouth E1 Nebel 4° 1000	Mittlere Nordsee Westteil	
Kaltfront 995, westteil Ärmel-	6 Hewaby SSE4 diesig 11° 1002	Mittlere Nordsee Ostteil	} SE6, im Westteil Nebelfelder
konal, 1005 Barcelona, nordost-	7 Den Helder SE5 diesig 11° 1005		
schwenkend, Hoch 1030 finnischer	8 FS Burkan Riff SE5 diesig 5° 1008		
Meerbusen langsam nordostver-	9 Helgoland SE4 diesig 5° 1010		
lagernd, noch etwas verstärkend.	10 List / Sylt ESE5 diesig 4° 1011		
Keil 1025 Danziger Bucht, 1017	11 Thyboron —		
Jugoslawien, wenig verlagernd,	12 Skagen ESE6 4° 1018		
etwas abschwächend.	13 Fornaes ESE5 4° 1017		
	14 Kullen SE5 7° 1020		
	15 Kegnaes ESE5 diesig 4° 1015	E bis SE6, strichweise diesig	wenig Änderung
	16 Leuchtturm Kiel SE5 4° 1014	Skagerrak	
	17 FS Fehmarn Belt ESE5 diesig 3° 1015	Kattgat	
	18 FS Mün —	SE 5-6, diesig	wenig Änderung
	19 Arkona SE6 4° 1020	Westliche Ostsee	
	20 Bornholm SE4 3° 1023	SE 5-6, diesig	wenig Änderung
	21 Visby SSE3 7° 1026	Mittlere Ostsee	
	22 Mariehamn —	SE zunehmend 5-6, diesig	SE 5-6
	23 Hel ESE2 5° 1025		
	24 Ozeanwetterschiff L ENE5 7° 1008		



T 977 (120 sm westl. Finisterre)

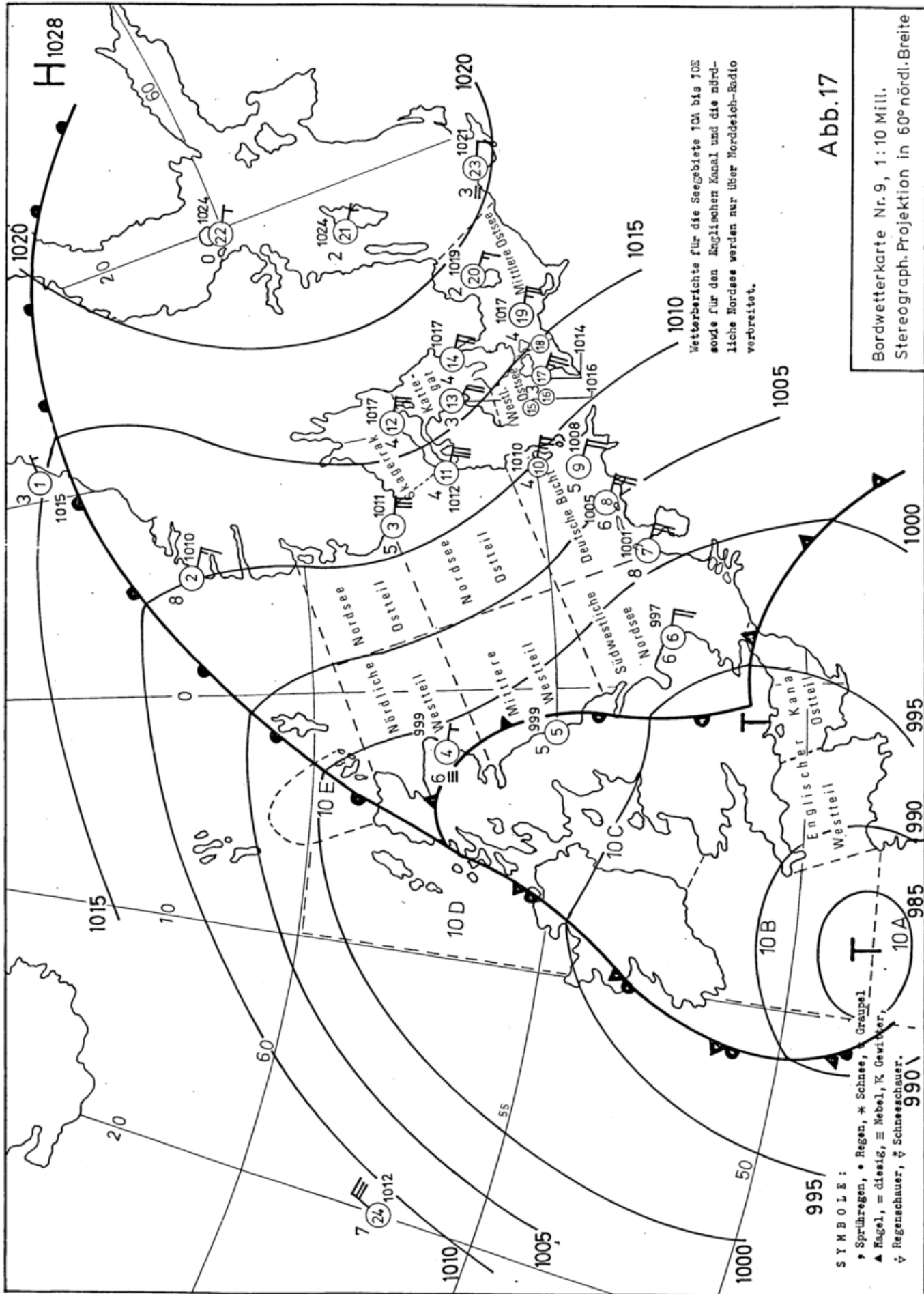
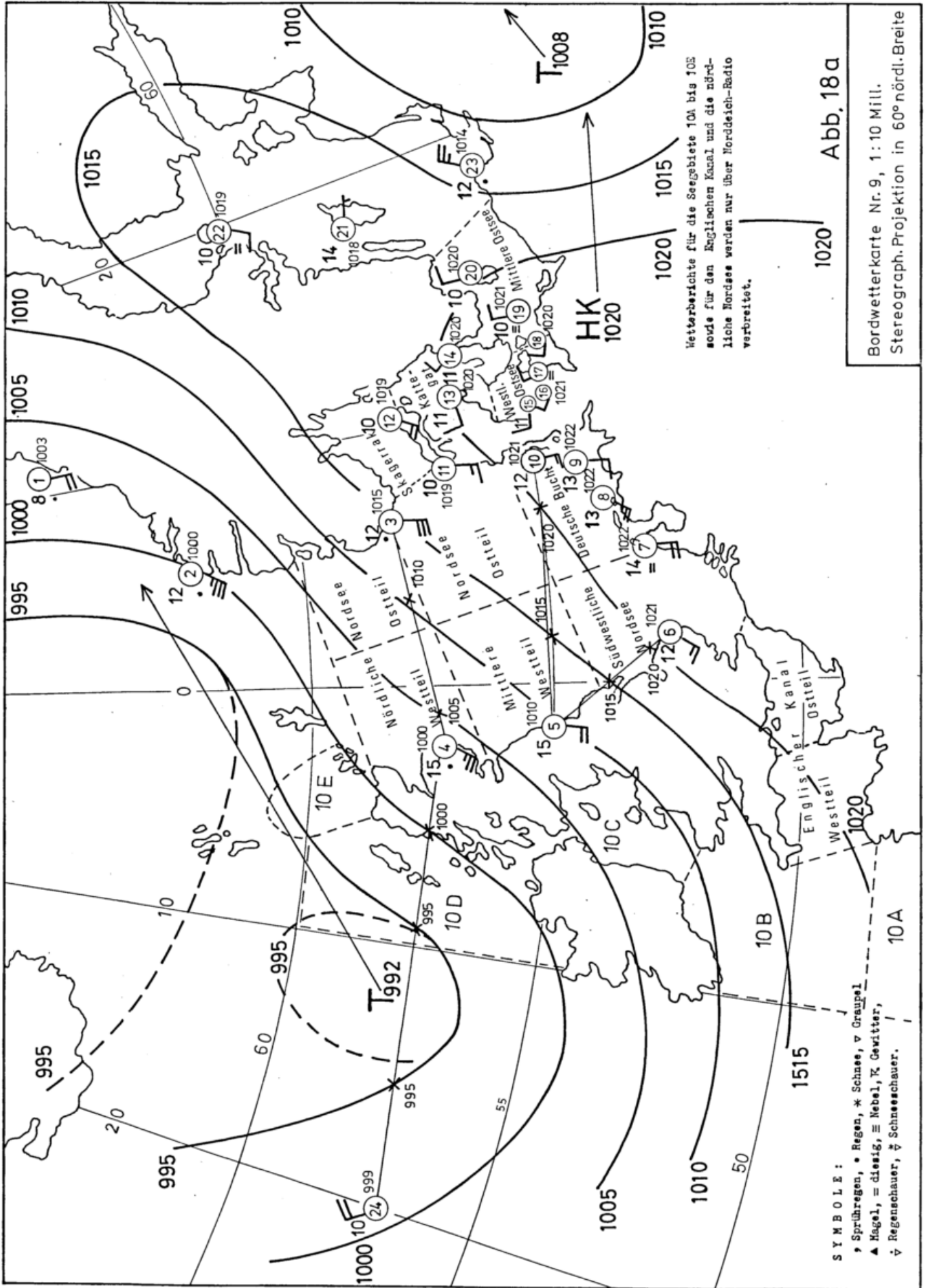


Abb. 17

Bordwetterkarte Nr. 9, 1:10 Mill.
 Stereograph. Projektion in 60° nördl. Breite

Wetterlage von heute 07 Uhr - gestern 19 Uhr - - heute 04 Uhr MEZ -	Stationsmeldungen vom 25.09. / 10.00 Uhr	Vorhersagen bis heute 24 Uhr - heute 12 Uhr - - heute 18 Uhr -	Aussichten bis morgen 12 Uhr - heute 24 Uhr - - morgen 06 Uhr -
Tief 1008 Ostpolen, nordostziehend.	1 Sklinna 54 Regen 8° 1003	Deutsche Bucht	SW 5-6
Umfangreiches Sturmtief 972	2 Svinoy SSW7 Regen 12° 1000	SW 4-5, etwas zunehmend, gute Sicht	
Europäisches Nordmeer, fest-	3 Lista S6 Regen 12° 1015	Südwestliche Nordsee	SW-W 6
legend. Rondtief 992 dicht	4 Aberdeen SSW5 Regen 15° 1013	SW 6, strichweise diesig	
westlich der Hebriden, nordost-	5 Tynemouth S4 15° 1010	Mittlere Nordsee Westteil	SW-W 6-7
ziehend. Azorenhochkeil 1025	6 Hemsby SW3 12° 1021	SW 7-8, mittlere Sicht	
Mittelfrankreich, 1020 Mecklen-	7 Den Helder S4 diesig 14° 1022	Mittlere Nordsee Ostteil	
burg, ostausweitend.	8 FS Borkum Riff SW5 13° 1022	SW 6-7, mittlere Sicht	
	9 Helgoland SW4 13° 1022	Skagerrak	SW-W 6-7
	10 List / Sylt S3 12° 1021	SW 5-6, Westausgang 7-8, mittlere bis gute Sicht	
	11 Thyboron S3 10° 1019	Kattegat	SW 5-6
	12 Skagen SSW4 10° 1019	SW zunehmend 3-4, im nördlichen Teil 5-6, mittlere Sicht	
	13 Fornaes WSW2 11° 1020	Westliche Ostsee	SW 4-5
	14 Kullen NW2 11° 1020	NW 3, südwestdrehend, diesig	
	15 Kegnaes W2 11° 1022	Mittlere Ostsee	SW 4-5
	16 Leuchtturm Kiel NW2 10° 1021	N um 4, rückdrehend, diesig Nebelfelder	
	17 FS Fehmarn Belt NNW3 diesig 11° 1021		
	18 FS Mön W2 diesig 10° 1020		
	19 Arkona NNW2 Nebel 10° 1021		
	20 Bornholm NNW2 10° 1020		
	21 Visby E1 14° 1018		
	22 Mariehamn SSW2 diesig 10° 1019		
	23 Hel NNE5 Regen 12° 1014		
	24 Ozeanwetchterschiff L NW4 10° 999		

T 972



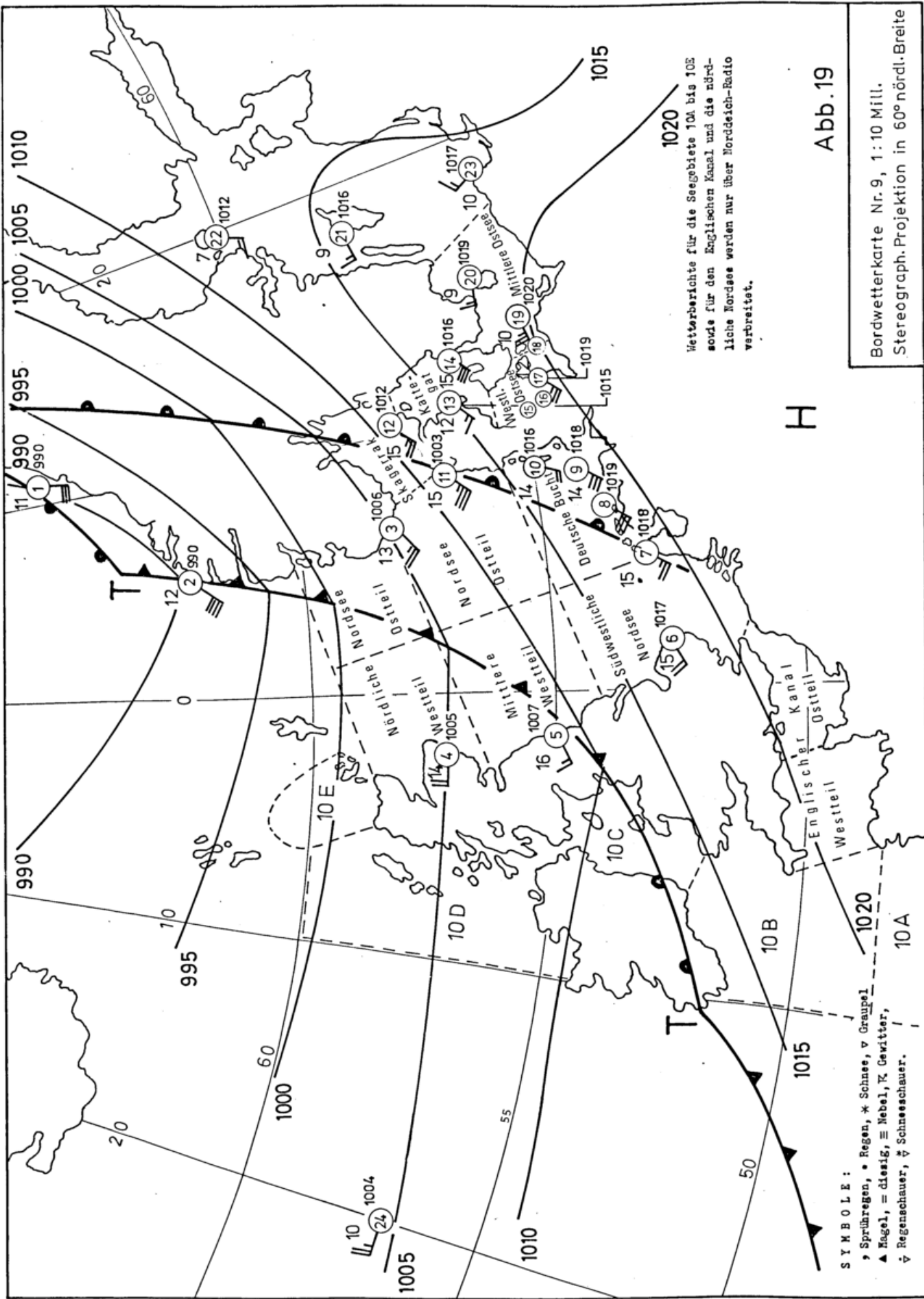
SYMBOLS:

- ☉ Sprühregen, ☉ Regen, * Schnee, ∇ Graupel
- ▲ Hagel, = dünn, ≡ Nebel, X Gewitter,
- ∇ Regenschauer, ∇ Schneeschauer.

Wetterberichte für die Seegebiete 10A bis 10E sowie für den Englischen Kanal und die nördliche Nordsee werden nur über Norddeich-Radio verbreitet.

Abb. 18a

Bordwetterkarte Nr. 9, 1:10 Mill.
Stereograph. Projektion in 60° nördl. Breite



Wetterberichte für die Seegebiete 10A bis 10E sowie für den Englischen Kanal und die nördliche Nordsee werden nur über Norddeich-Radio verbreitet.

Abb. 19

Bordwetterkarte Nr. 9, 1:10 Mill.
Stereograph. Projektion in 60° nördl. Breite

SYMBOLS:

- ☉ Sprühregen, ☁ Regen, * Schnee, ∇ Graupel
- ▲ Hagel, = drossig, ≡ Nebel, K. Gewitter,
- ▽ Regenschauer, ⚡ Schneeschauer.

Deutsche Welle Köln - Seewetterbericht vom 13.48 bis 13.59 Uhr GMT (6075 und 9545 kHz)

Wetterlage von heute 09.00 Uhr GMT

Stationsmeldungen von 09.00 bis 09.00 Uhr

Vorhersagen bis morgen mittag

T 1002 Korsika, vertiefend, ESE-
ziehend. Ausläufer 1008 mbar
Tyrrenisches Meer, ostschwenkend.
Warmfront 1007 mbar Norditalien,
1010 mbar Ungarn, wenig ostschwenkend.
H 1039 mbar westlich von Irland, etwas
südverlagernd. Keil 1025 mbar Biskaya,
1015 mbar Südspanien, verstärkend.
Tief 1008 mbar südlich der Azoren,
langsam abschwächend, festliegend.

1 Brest	NNE 3	9°	1028
2 La Coruña	NE 3	11°	1025
3 Gibraltar	Stille	15°	1015
4 Palma de Mallorca	ENE 4	13°	1015
5 Marseille	NNW 6	10°	1011
6 Genova	NE 5	12°	1009
7 Grosseto	ENE 2	10°	1006
8 Ajaccio	E 2	11°	1003
9 Ponza	SSW 3	9°	1005
10 Cagliari	NW 4, diesig	12°	1008
11 Messina	SW 1	13°	1008
12 Malta	W 5	14°	1012
13 Brindisi	SSW 2, diesig	13°	1008
14 Ancona	ESE 3, Regen	8°	1008
15 Venezia	E 3	10°	1011
16 Pola	ENE 5	10°	1010
17 Split	E 2	13°	1009
18 Ulcinj	E 2, Regen	8°	1011

Golf du Lion

Nordwest bis Nord 6-7, etwas rechtarehend,
gute Sicht.

Kaleuren

Nördliche Winde 4-5, einzelne Schauer,
sonst gute Sicht.

Ligurisches Meer

Nordost zunehmend 6, morgen Ost bis Nordost 6-7,
strichweise diesig.

westlich Korsika/Sardinien

Nördliche Winde zunehmend 6-7, morgen Nord bis
Nordwest 7, mittlere bis gute Sicht.

Tyrrenisches Meer

Westliche Winde 6, vorübergehend etwas rückdrehend, morgen
West bis Nordwest 6-7, Schauerböen, sonst mittlere Sicht.

Adria

Östliche Winde zunehmend 6, Südteil: Ost bis Südost 5,
strichweise diesig.

Ionisches Meer

Süd bis Südwest zunehmend 6, langsam rechtadrehend,
mittlere Sicht.

Biskaya

Nordost 5, morgen etwas abnehmend,
mittlere bis gute Sicht.

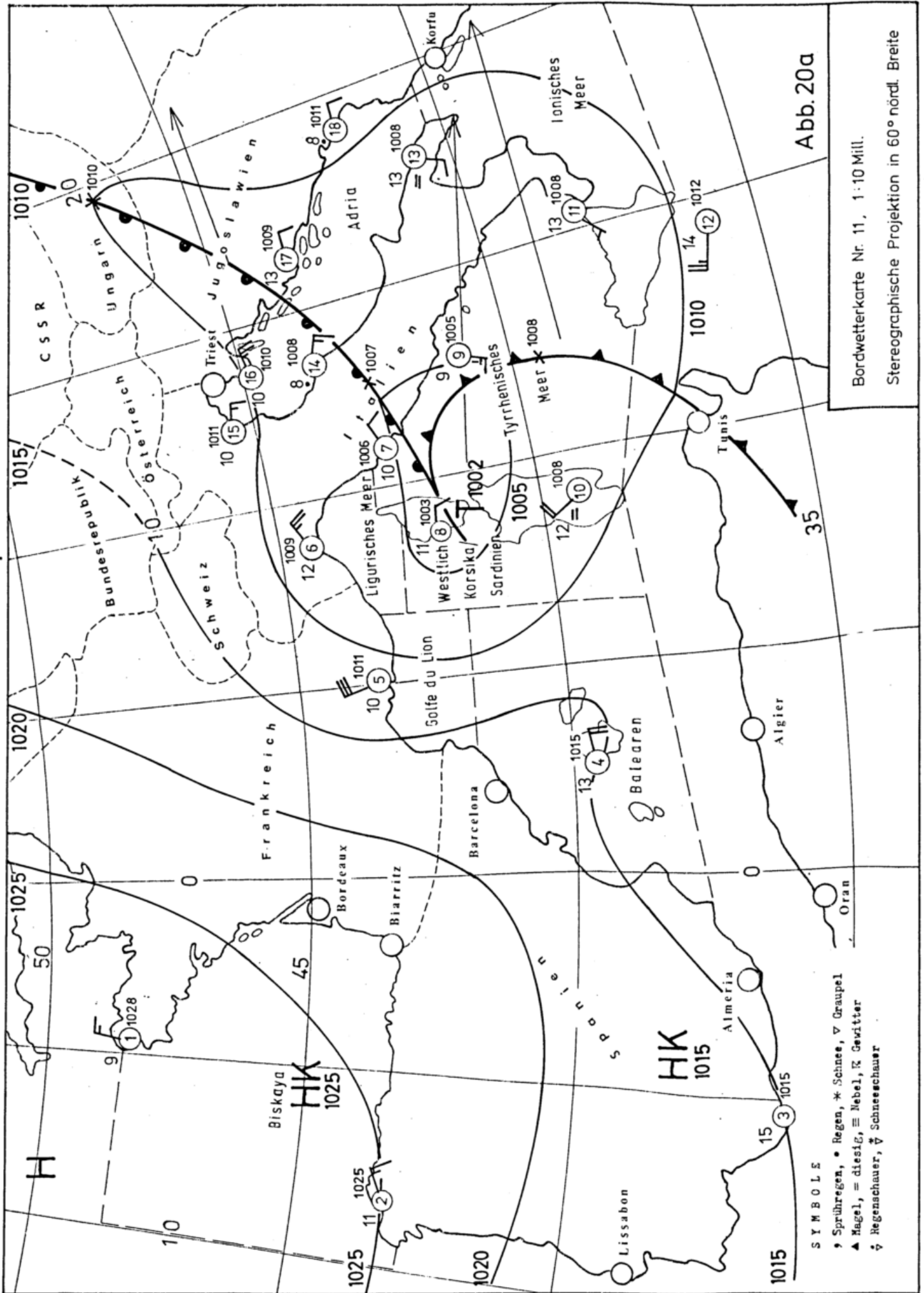


Abb. 20a

Bordwetterkarte Nr. 11, 1:10 Mill.
 Stereographische Projektion in 60° nördl. Breite

- SYMBOLS
- ☉ Sprühregen, ● Regen, * Schnee, ▽ Graupel
 - ▲ Nebel, ≡ Nebel, ⚡ Gewitter
 - ☄ Regenschauer, ☄ Schneehauer

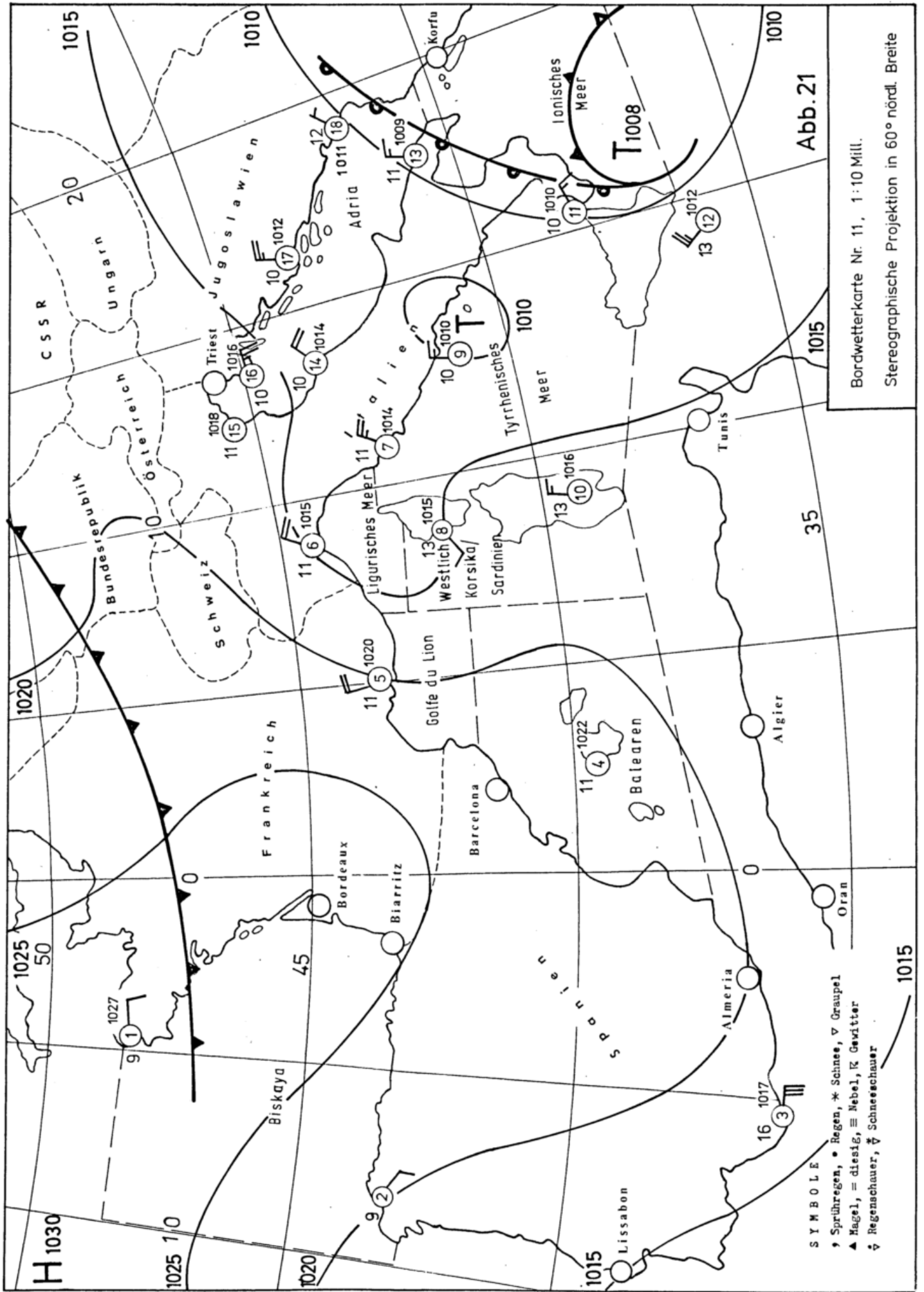
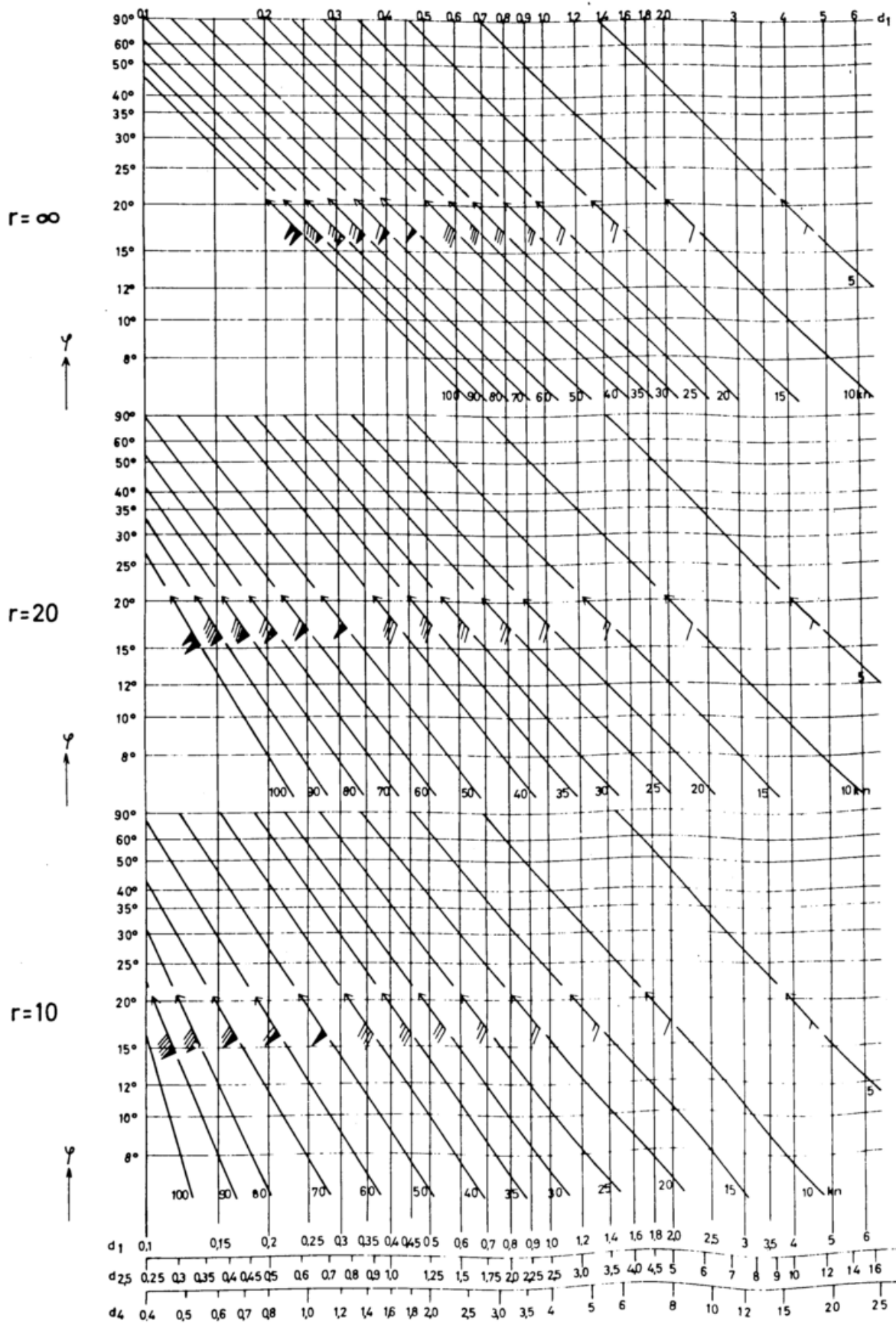


Abb. 21

Bordwetterkarte Nr. 11, 1:10 Mill.
 Stereographische Projektion in 60° nördl. Breite

- SYMBOLS
- ☉ Sprühregen, ● Regen, * Schnee, ∇ Graupel
 - ▲ Hagel, = drossig, ≡ Nebel, ☼ Gewitter
 - ∇ Regenschauer, ∇ Schneeschauer



Dr. Rudloff's Nomogramm zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See nach einer Bordwetterkarte. A für $r = \infty, 20, 10$; B für $r = 5, 3, 1$. Fortsetzung in Abb.23

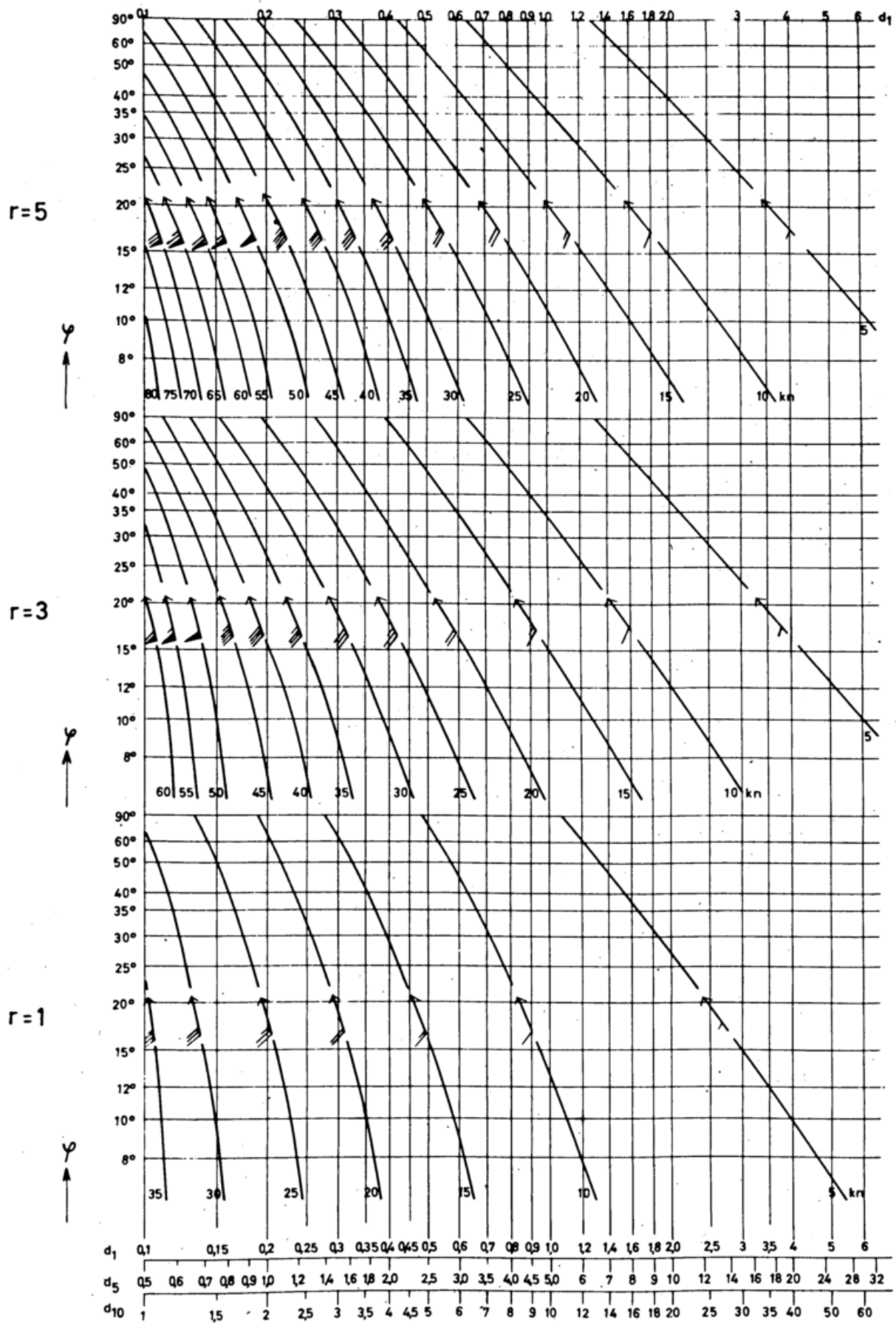


Abb.23

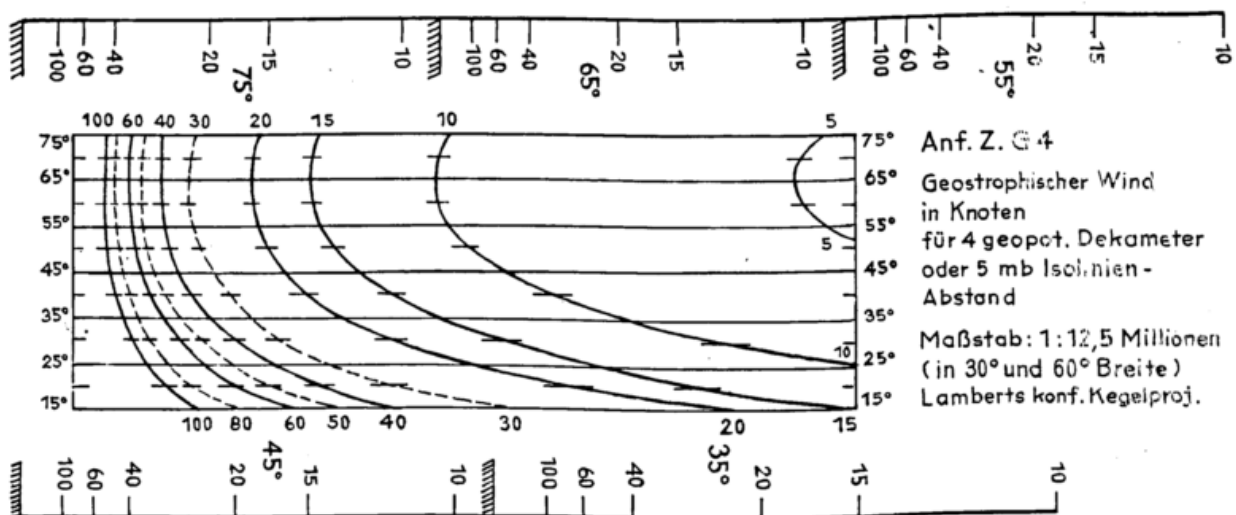
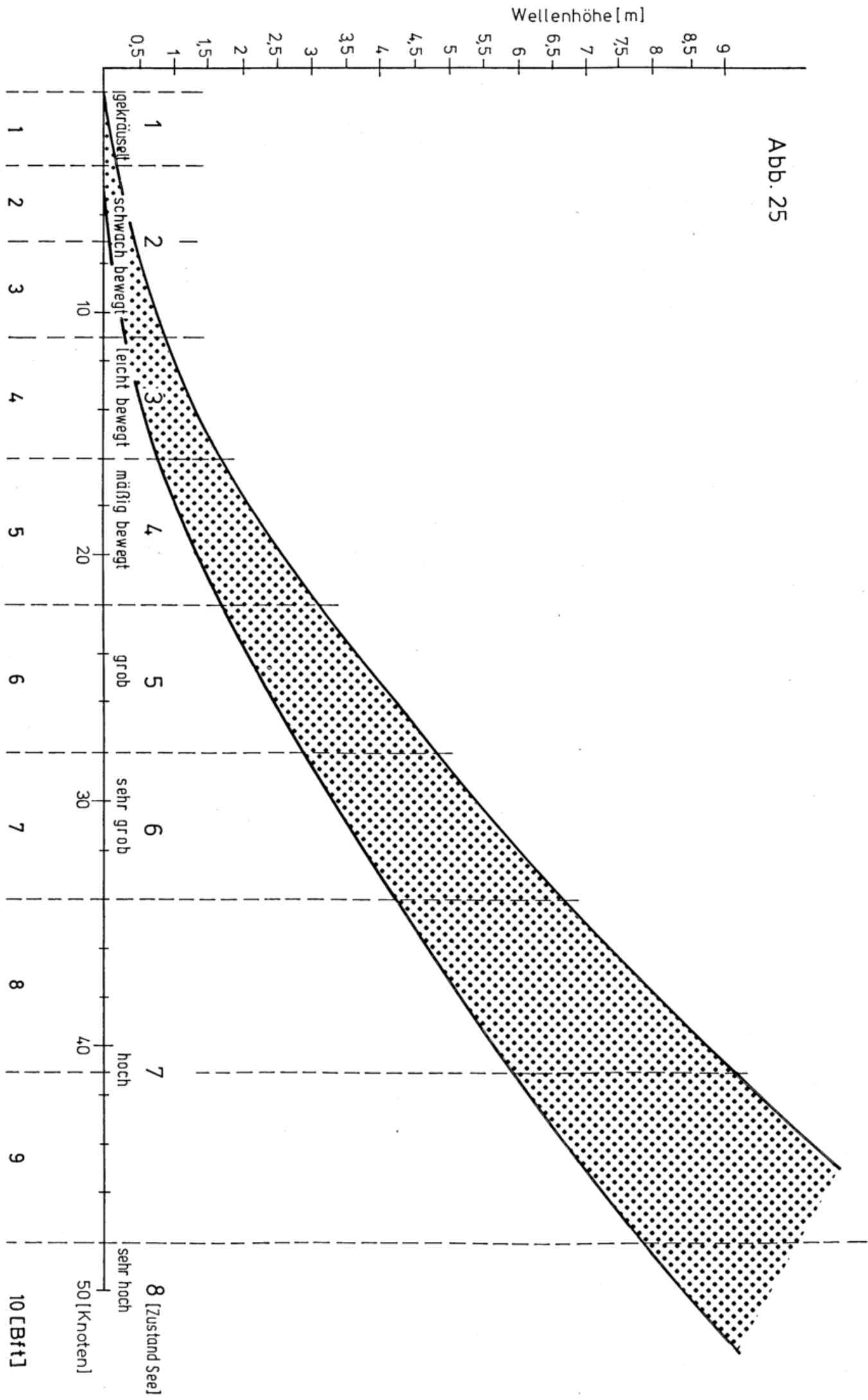


Abb. 24

Abb. 25



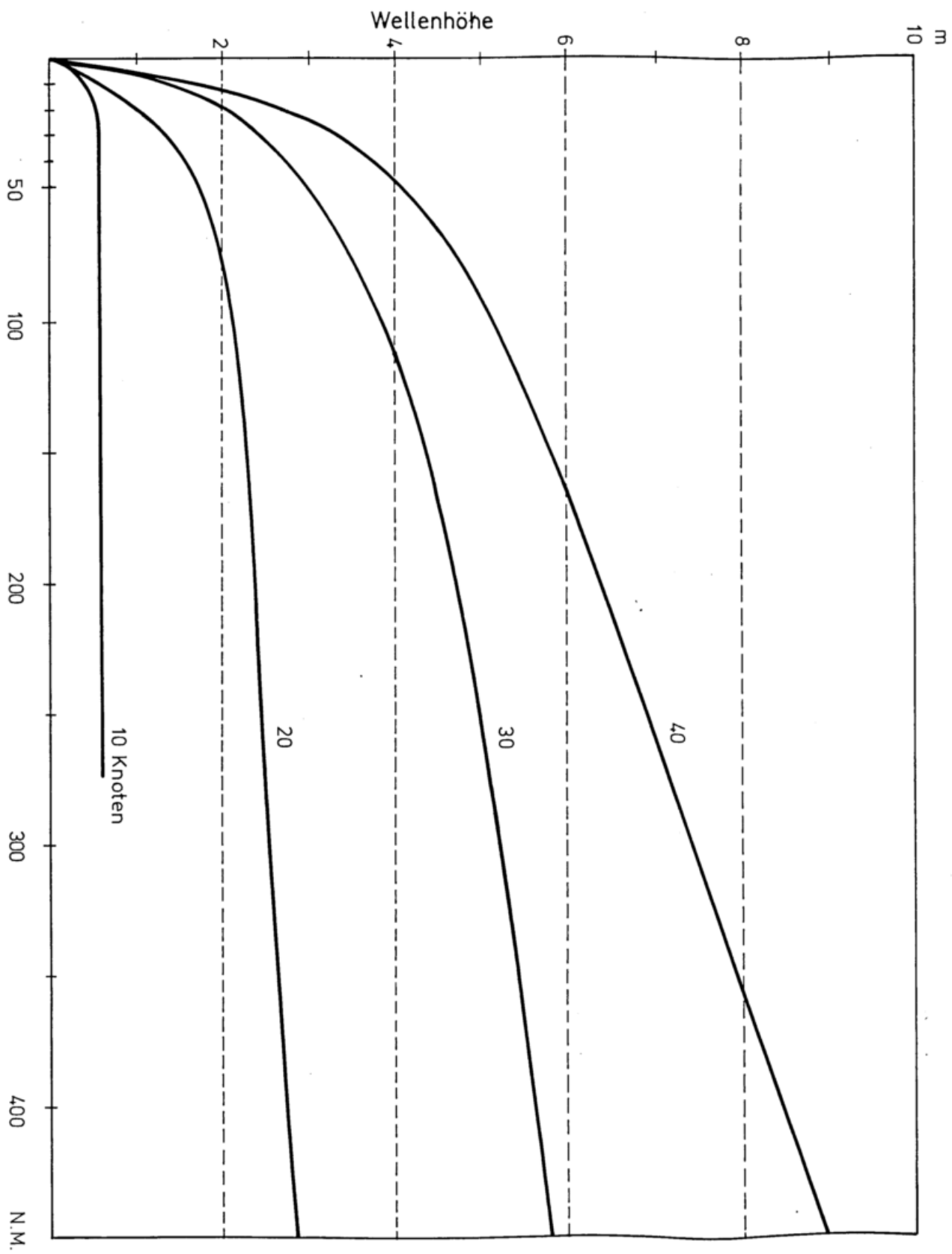


Abb. 26

Fetch bzw. Entfernung vom Land

