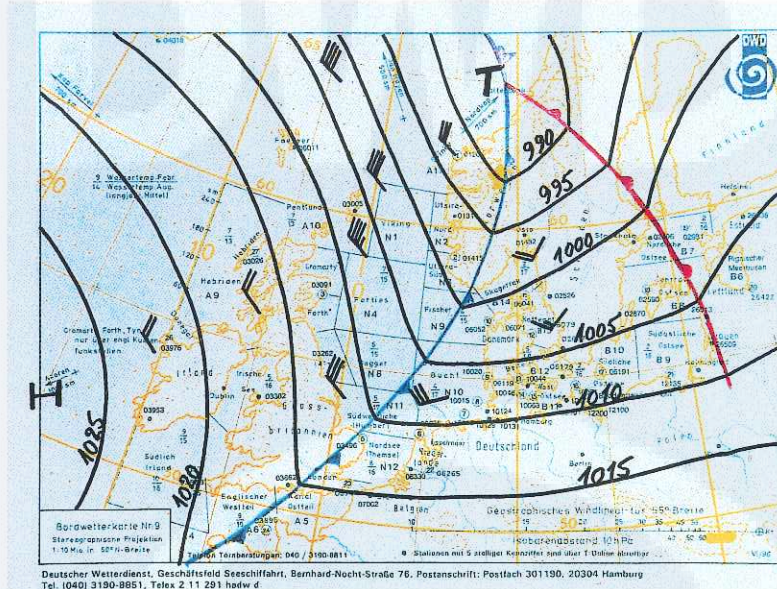


ANLEITUNG ZUM ZEICHNEN VON BORDWETTERKARTEN

NACH SEEWETTERBERICHTEN



FÜR DEN DEUTSCHEN WETTERDIENST, GESCHÄFTSFELD SEESCHIFFFAHRT,
BEARBEITET VON

DIPL.-MET. K.-H. BOCK

ÜBERARBEITET VON DIPL.-MET. H. ERDMANN
UND DIPL.MET. R. FRANKE

DEUTSCHER WETTERDIENST, GESCHÄFTSFELD SEESCHIFFFAHRT

HAMBURG 1997

DWD

Deutscher Wetterdienst, Seeschiffahrtsberatung
Bernhard-Nocht-Straße 76 20359 Hamburg
Postfach 30 11 90 20304 Hamburg

Telefon: 069 8062-6201

Telefax: 069 8062-6193

E-Mail: seeschiffahrtsberatung@dwd.de

www.dwd.de/seeschiffahrt

www.dwd.de/seewetter

Druck und Verlag, Deutscher Wetterdienst, Hamburg

Ungenehmigter Nachdruck, auch auszugsweise, verboten

Inhalt	Seite
1. Vorwort	3
1.1 Einige physikalische Vorbemerkungen	4
2. Eintragungen in die Bordwetterkarte	6
2.1 Wetterlage	6
2.2 Stationsmeldungen	7
3. Die Analyse des Druckfeldes	9
3.1 Interpolieren	9
3.2 Die Windrichtung	13
3.3 Die Fronten	16
4. Die Praxis an Bord: Beispiele	21
4.1 Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 04.08.1985	21
4.2 Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 05.05.1986	27
4.3 Deutsche Welle-Seewetterbericht vom 28.08.1989	31
5. Weitere Auswertung der Bordwetterkarten	36
5.1 Bestimmung von Windrichtung und -stärke	36
5.2 Abschätzung zur Höhe der Windsee	41
Abbildungsverzeichnis:	43
Literaturverzeichnis:	44

1. 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 - Geschäftsfeld Seeschifffahrt - speziell für diesen, zahlenmäßig immer weiter zunehmenden Zweig der Schifffahrt Seewetterberichte für Nord- und Ostsee sowie für das Mittelmeer entwickelt.

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 erleichtert.

Viele Anfragen beim Seewetteramt und Kontakte mit Sportbootfahrern auf Bootsausstellungen haben jedoch gezeigt, daß das Anfertigen von Bordwetterkarten nicht zum Unterrichtsprogramm der Sportboot-Führerscheinschulen 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 sechs 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.

1.1 EINIGE PHYSIKALISCHE VORBEMERKUNGEN

Wichtigste meteorologische Größe sowohl für den Segelsportler als auch für den Motorbootssportler ist der Wind. Wind ist Luftbewegung. Fassen wir kurz die Kausalkette zusammen, die zu Luftbewegung 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. So erhalten die polaren Gebiete im Mittel erheblich weniger Energie als die äquatorialen Regionen. Überschreiten die dadurch entstehenden Nord-Süd-Temperaturunterschiede gewisse Grenzwerte, so reagiert das atmosphärische Gasgemisch aufgrund vielfältiger dynamischer Prozesse darauf mit dem Aufbau von Massenüberschuß (= Hochdruck) und Massendefizit (= Tiefdruck) Gebieten. In diesen Gebieten mit horizontalen Druckunterschieden werden sofort Kräfte wirksam, die die Luftmassen zu horizontalen Bewegungen veranlassen:

- a.) Die sogenannte Druckgradientkraft bewirkt eine Bewegung vom hohen zum tiefen Druck.
- b.) Die ablenkende Kraft der Erdrotation verursacht eine Ablenkung der Luftteilchen nach rechts (Nordhalbkugel), in Bewegungsrichtung

gesehen.

- c.) Die Reibung der Luft an der Erdoberfläche läßt sich durch eine Kraft darstellen, die der jeweiligen Bewegung stets entgegengesetzt gerichtet ist.
- d.) 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 diese 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 unmittelbaren Kontakt kommen, entstehen sogenannte Fronten, in deren Bereich 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 (siehe Abb. 1, folgende Seite) 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. Die Fronten stellen schmale Übergangszonen dar, die unterschiedlich temperierte Luftmassen trennen. Die stärksten Wetteraktivitäten treten in der Nähe der Bodenfronten innerhalb der Zyklone auf. Art und Intensität der Wettererscheinungen hängen wesentlich von den Temperaturgegensätzen im Frontbereich ab. Es werden Warm-, Kaltfronten und Okklusionen unterschieden. Mit dem Begriff "Tiefausläufer" sind im allgemeinen Okklusionen gemeint. Falls in der Wetterlage nur von einem Ausläufer gesprochen wird, sollte er als Okklusion oder Kaltfront gezeichnet werden.

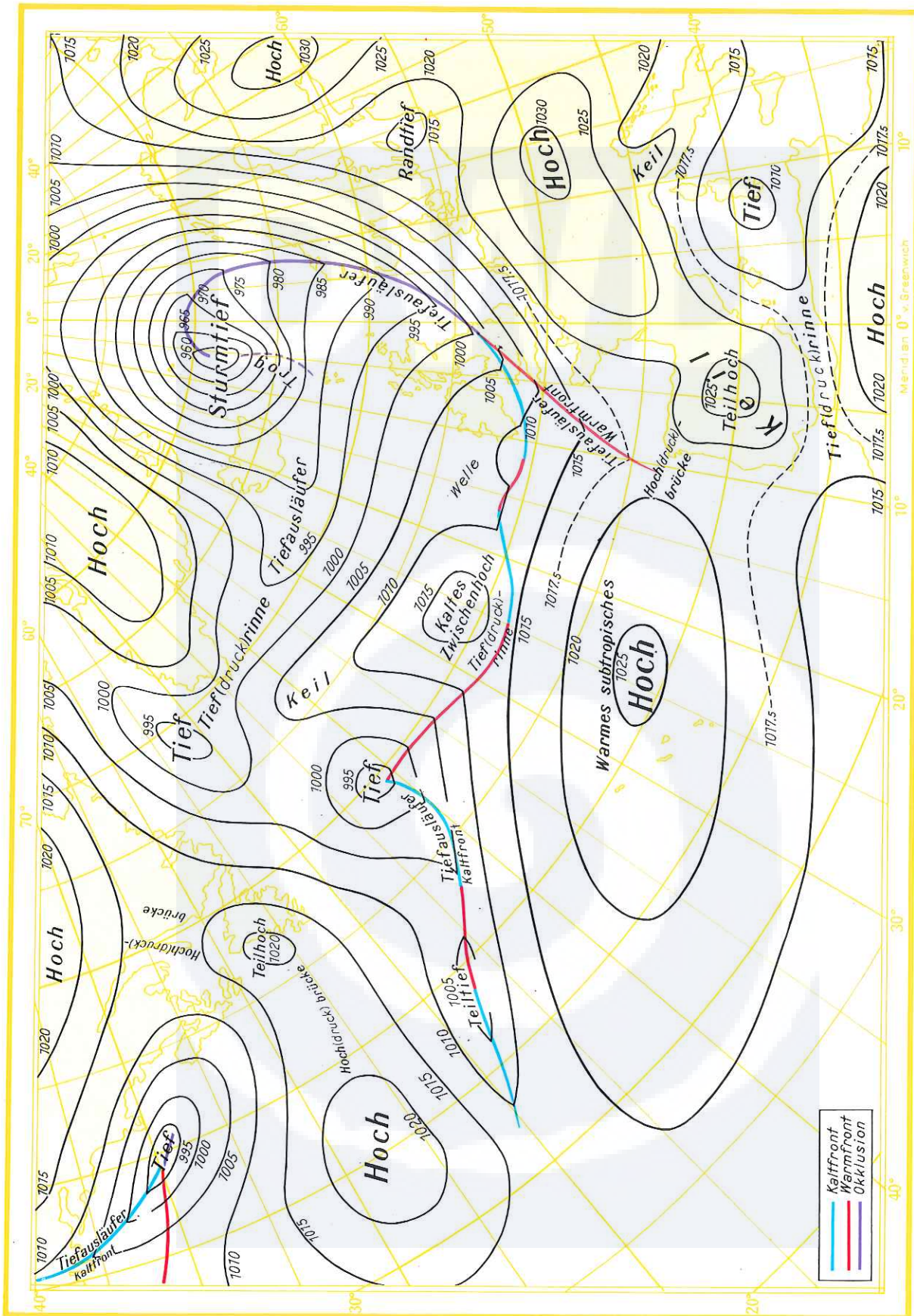


Abb. 1 Fiktive Druckverteilung über dem Nordatlantik mit den meteorologischen Begriffen zur Beschreibung von Wetterlagen

2. EINTRAGUNGEN IN DIE BORDWETTERKARTE

Entsprechend der Unterteilung des Vordruckes sind Wetterlage, Stationsmeldungen und Vorhersagen des Seewetterberichts über Deutschlandfunk - bzw. Deutsche Welle - 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 1030, 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:

- a.) es zieht schnell (rasch), entsprechend 30 bis 40 Knoten oder 700 bis 950 Seemeilen in 24 Stunden,
- b.) es zieht langsam, entsprechend 5 bis 10 Knoten oder 120 bis 240 Seemeilen in 24 Stunden,
- c.) es zieht (ohne Geschwindigkeitsangabe), entsprechend etwa 20 Knoten oder 400 bis 500 Seemeilen 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 den dort herrschenden Druckwerten beschrieben, z. B.: Kaltfront 990 hPa bei ..., 1000 hPa bei ..., 1010 hPa bei ... Das bedeutet: an den angegebenen Positionen wird die Kaltfront von den Isobaren der Druckwerte 990, 1000, 1010 hPa geschnitten. Für das Zeichnen der Wetterkarte sind dies wertvolle Hilfspunkte.

Auch die Positionen von Trögen werden 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 im allgemeinen nicht gemacht. Rand- und Teiltiefs sind Druckgebilde, die sich im Strömungsbereich eines "Zentraltiefs" gebildet haben und mit diesem häufig durch Fronten verbunden sind. Während Randtiefs später häufig die Position des "Zentraltiefs" einnehmen, lösen sich Teiltiefs aus der Zirkulation des "Zentraltiefs" und führen ein Eigenleben.

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

Bei nichtstationären Hochdruckgebieten ist von "sich

verlagernden" oder "wandernden" Hochs die Rede, um anzuzeigen, 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 Seemeilen 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 Positionen ebenfalls durch Druckwerte fixiert sind, "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 synopti-

sche Karte.

International wurde vereinbart, die synoptischen Termine nach UTC festzulegen.

Die Haupttermine sind 00, 06, 12 und 18 Uhr UTC.

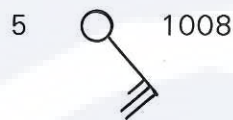
Eine solche Stationsmeldung enthält eine Reihe gemessener und beobachteter meteorologischer Größen, die nach einem festen Schema als Zahl oder Symbol in die Wetterkarte eingetragen werden: das sogenannte Stationsmodell.

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

- a.) Windrichtung und -geschwindigkeit,
- b.) Luftdruck,
- c.) Temperatur,
- d.) besondere Wettererscheinungen.

Trotz dieser Auswahl empfiehlt es 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. Eine Wettermeldung aus einem Seewetterbericht, die z. B. lautet: SE 5, diesig, 5 Grad, 1008 hPa, wird folgendermaßen als Stationsmodell in die Bordwetterkarte eingetragen:



Die Darstellung der Windstärke erfolgt nach der Beaufortskala (Abb. 2). Die Windrichtung wird entsprechend den Richtungen der 16-teiligen Windrose angegeben (Abb. 3) und mit einem Pfeil an den Stationskreis, der symbolisch die Spitze des Pfeils sein soll, gezeichnet. Der Windpfeil zeigt immer in die Richtung, in die der Wind weht (der Pfeil mit dem Wind): bei SE-Wind weist die Spitze des Pfeiles nach

NW. Die Windstärke wird durch Fiedern und Wimpel (Abb. 2) gekennzeichnet. 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 (Abb. 4) verwendet. Die Temperatur (ganze Grad C) erscheint links neben dem Stationskreis über dem Wettersymbol. Der Luftdruck (ganze hPa) steht rechts neben dem Stationskreis.

Abb. 2

Geschwindigkeiten und Auswirkungen des Bodenwindes sowie Befiederung durch die Beaufortskala

Windstärke nach Beaufort		Bezeichnung	Geschwindigkeitsbereiche und Äquivalentwerte			Auswirkungen auf See	
			kt	m/s	km/h		
0		still	< 1	0.0	< 1	0	spiegelglatte See
1		leiser Zug	1-3	0.3-1.5	1-5	3	kleine schuppenförmig aussehende Kräuselwellen ohne Schaumkämme
2		leichte Brise	4-6	1.6-3.3	6-11	9	ganz kleine Wellen, noch kurz, aber ausgeprägter. Kämme sehen glasig aus und brechen sich nicht
3		schwache Brise	7-10	3.4-5.4	12-19	15	kleine Wellen; Kämme beginnen sich zu brechen; Schaum überwiegend glasig; ganz vereinzelt können kleine weiße Schaumköpfe auftreten
4		mäßige Brise	11-16	5.5-7.9	20-28	24	Wellen noch klein; werden aber länger; weiße Schaumköpfe treten schon ziemlich verbreitet auf
5		frische Brise	17-21	8.0-10.7	29-38	34	mäßige Wellen, die eine ausgeprägte lange Form annehmen; überall weiße Schaumkämme; ganz vereinzelt kann schon Gischt vorkommen
6		starker Wind	22-27	10.8-13.8	39-49	44	Bildung großer Wellen beginnt; Kämme brechen sich und hinterlassen größere weiße Schaumflächen; etwas Gischt
7		steifer Wind	28-33	13.9-17.1	50-61	56	See türmt sich; der beim Brechen entstehende weiße Schaum beginnt sich in Streifen in die Windrichtung zu legen
8		stürmischer Wind	34-40	17.2-20.7	62-74	68	mäßig hohe Wellenberge mit Kämmen von beträchtlicher Länge; von den Kanten der Kämme beginnt Gischt abzuwehen; Schaum legt sich in gut ausgeprägten Streifen in die Windrichtung
9		Sturm	41-47	20.8-24.4	75-88	81	hohe Wellenberge, dichte Schaumstreifen in Windrichtung, "Rollen" der See beginnt; Gischt kann die Sicht schon beeinträchtigen
10		schwerer Sturm	48-55	24.5-28.4	89-102	95	sehr hohe Wellenberge mit langen überbrechenden Kämmen; Schaum legt sich in dichten weißen Streifen in die Windrichtung; See weiß durch Schaum; schweres stoßartiges "Rollen" der See; Sichtbehinderung durch Gischt
11		orkanartiger Sturm	56-63	28.5-32.6	103-117	110	außergewöhnlich hohe Wellenberge (kleine und mittlere Schiffe können für einige Zeit hinter den Wellen verschwinden); die See ist völlig mit langen weißen Schaumflecken bedeckt; die sich in die Windrichtung legen; überall werden die Kanten der Wellenkämme zu Schaum zerblasen; Sicht ist herabgesetzt
12		Orkan	64 und mehr	32.7 und mehr	118 und mehr	125 und mehr	Luft ist mit Schaum und Gischt angefüllt; See vollständig weiß; Sicht sehr stark herabgesetzt

WINDTAFEL

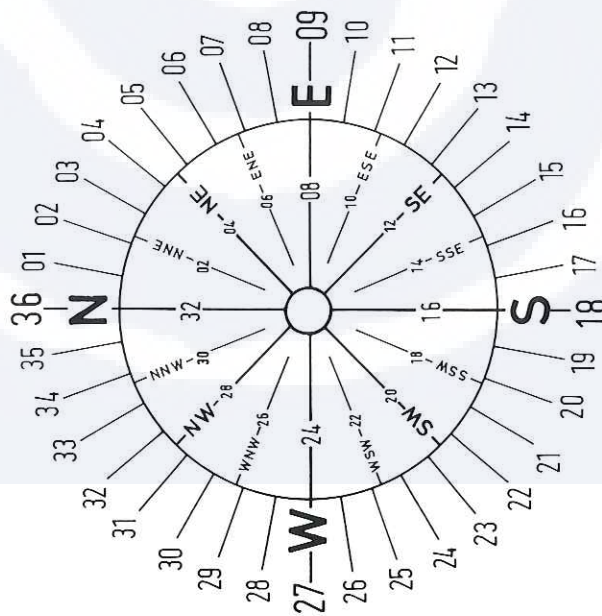


Abb. 3 Windrose

Symboltafel

ww	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	N	C _L	C _M	C _H	C	W	a	E
00	☉	☉	☉	☉	☉	☉	S 5/4	☉	☉	☉	☉				→		∧	☐
10	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
20	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
30	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
40	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
50	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
60	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
70	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
80	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉
90	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉	☉

DWD SY 4,79

Abb. 4

-Symboltafel- Mit diesen Symbolen werden vollständige Wettermeldungen verschlüsselt. Nur eine Auswahl davon wird in den Seewetterberichten verwendet.

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 Druckveränderungen 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 Abb. 1 auf Seite 5.

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

a.) um die Zentren der Hochdruckgebiete weht der Wind im Uhrzeigersinn, um die Zentren der

Tiefdruckgebiete entgegengesetzt (jeweils auf der Nordhalbkugel),

b.) die Windrichtung verläuft über der freien See nahezu parallel zur Isobarenrichtung mit einer geringen Strömungskomponente zum tiefen Druck hin,

c.) je enger der Isobarenabstand wird (zunehmender Druckunterschied), um so größer ist die Windgeschwindigkeit (objektive Methode 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 hPa Isobaren zu zeichnen, d. h. für die Werte ... 995, 1000, 1005, ... hPa 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 der Interpolation und Extrapolation deutlich machen. Gleichzeitig erkennen wir auch, daß eine solche manuelle Analyse der Druckwerte stets mit individu-

ellen 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 zu konstruieren.

In Abb. 5 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, ... hPa 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 wird, 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 ausgezoge-

nen Linien dargestellt wird.

Die Isobaren 995 hPa und 1015 hPa 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.

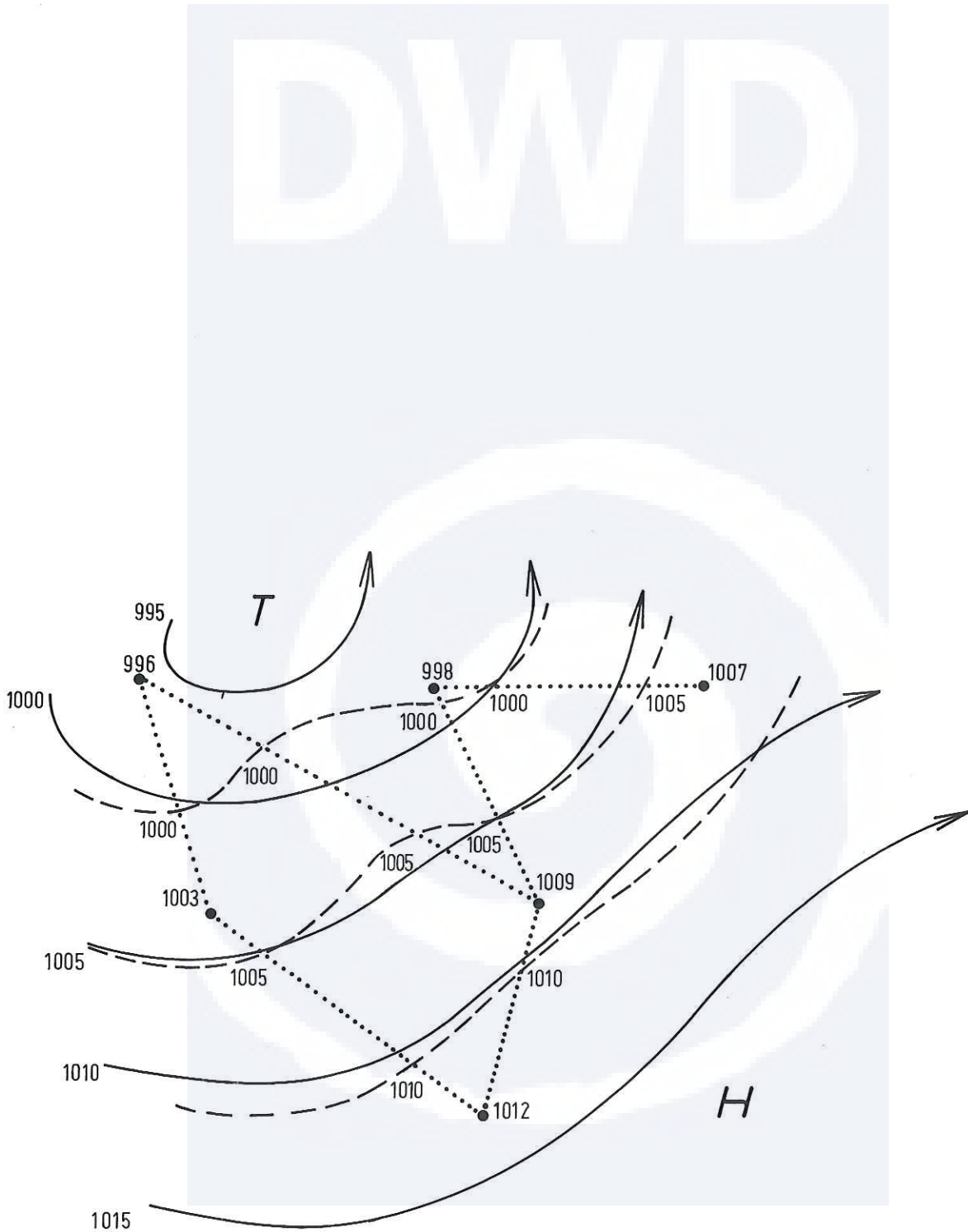


Abb. 5 Beispiel einer Interpolation zwischen 6 vorgegebenen Druckwerten. Die Hilfslinien sind punktiert.

In Abb. 6 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 bei-

den Tiefs entstehen lassen. Lediglich mit Hilfe der Windrichtung bei vorhandenen Wettermeldungen kann in solchen Fällen ein eindeutiger Isobarenverlauf gefunden werden.

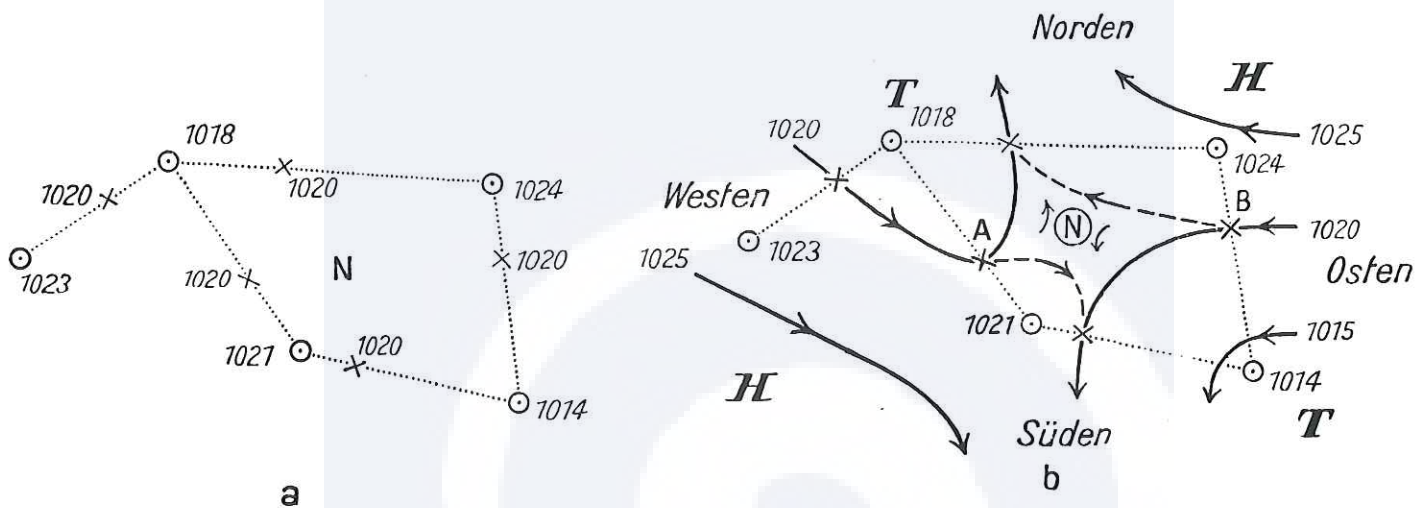


Abb. 6 Ein anderes Beispiel mit 5 Druckwerten, einem sogenannten neutralen Punkt N sowie 4 Druckzentren

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;
- 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 gezeichnet.

Eine 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 (Abb. 7) gelten in erster Linie für größere und langsam ziehende Tiefdruckgebiete.

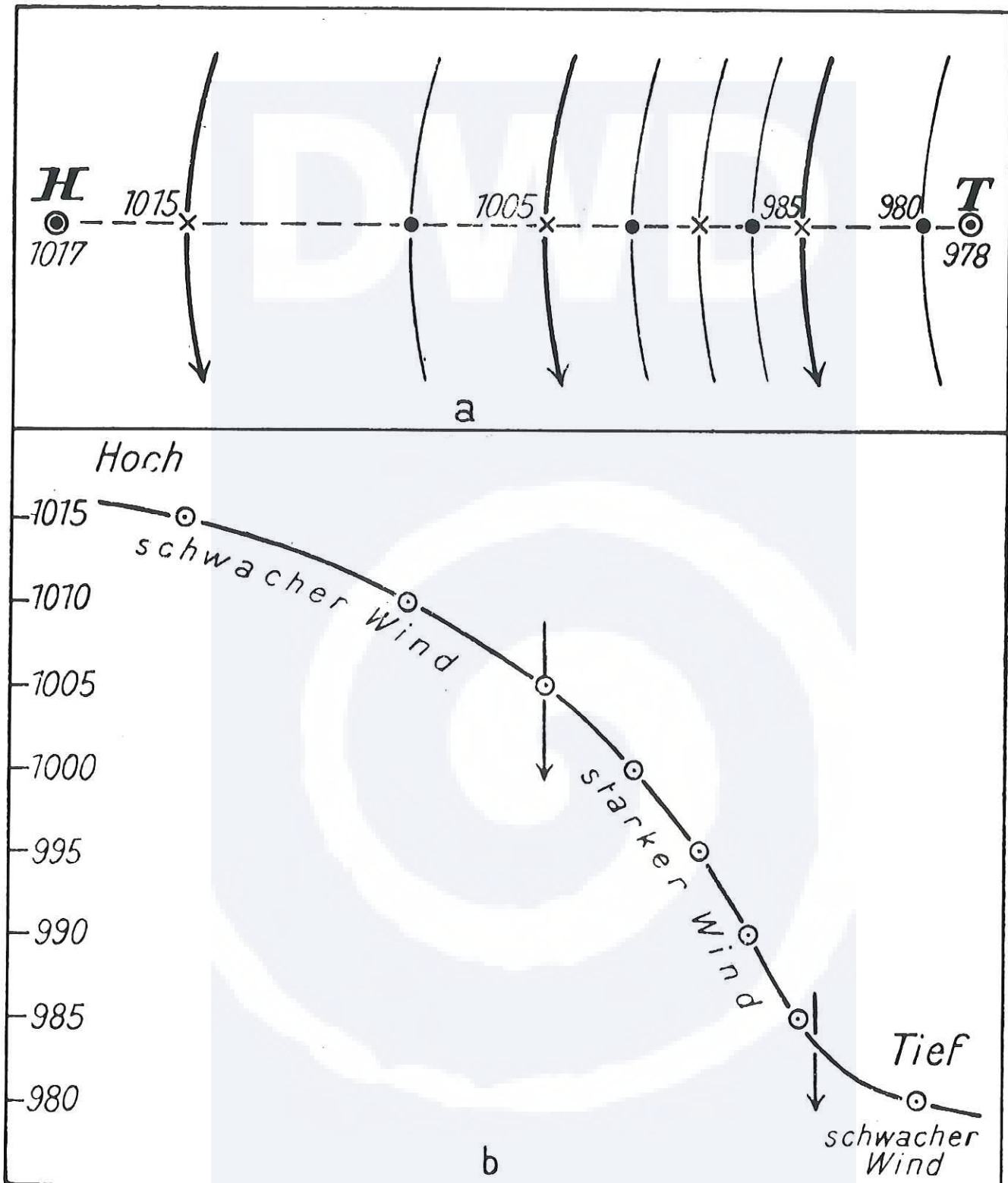


Abb. 7

Interpolation zwischen höchstem und tiefstem Druck entlang einer Hilfslinie. Berücksichtigt wurde die Änderung der Windstärke, wie diese zwischen zwei ausgeprägten Druckzentren typisch ist.

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 Abb. 8 sind zwei Meldungen des Druckes 990 hPa 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 - wird dargestellt durch:

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 hPa-Isobare mindestens noch eine abgeschlossene Isobare mit Tiefkern liegen.

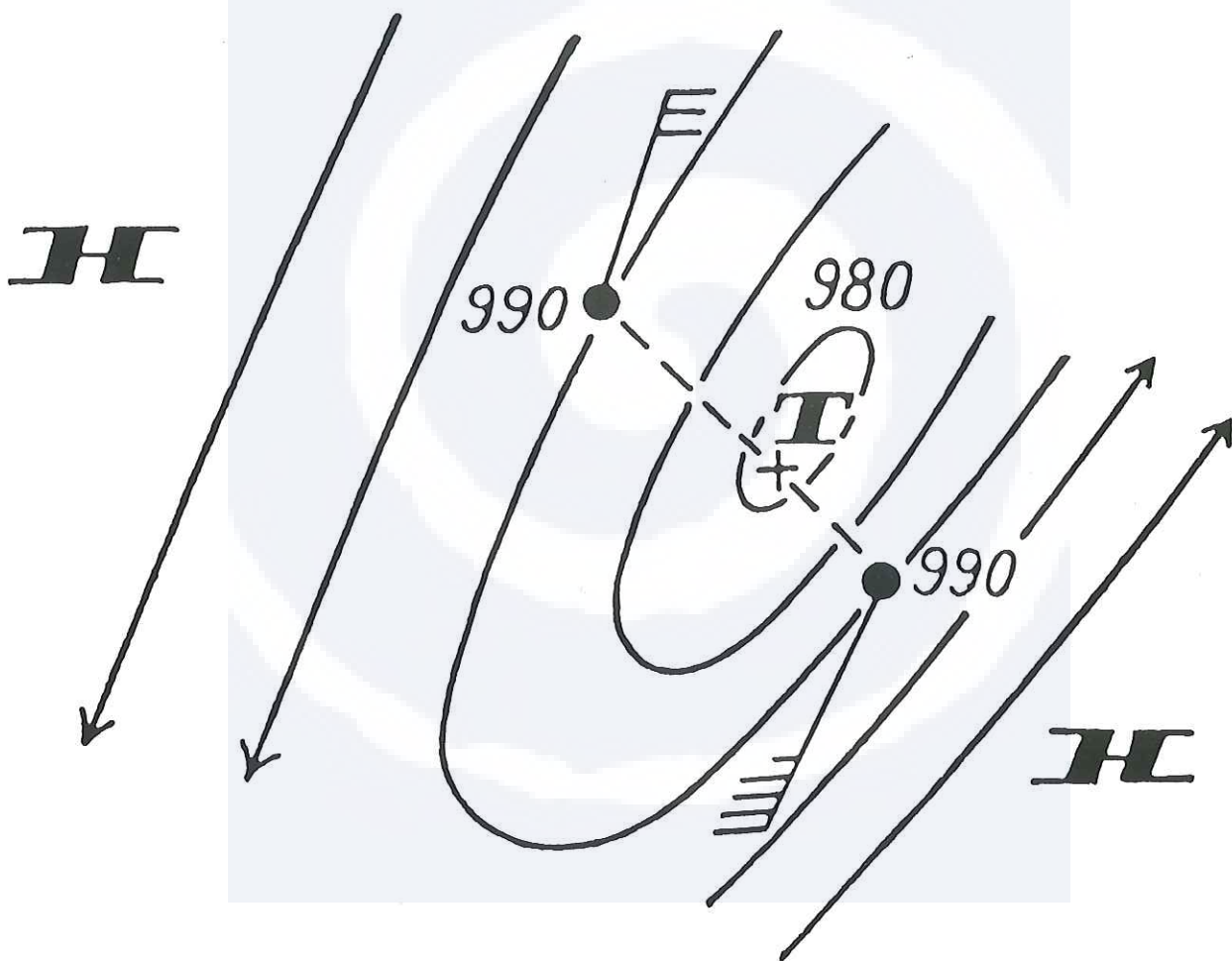


Abb. 8 Berücksichtigung von Windrichtung und -stärke beim Zeichnen der Isobaren.

Eine andere mögliche Fehlerquelle ist in Abb. 9 dargestellt. Würde die 1015 hPa-Isobare in der punktierten Weise gezeichnet, ergäbe sich bei B folgende Situation: Vom Tief 1005 hPa

nach rechts fortschreitend steigt der Druck an und ist rechts von der ausgezogenen 1015 hPa-Isobare bei B höher als 1015 hPa. Links vom Hoch 1020 hPa ist jedoch der Druck

bei B niedriger als 1015 hPa. Da das Druckfeld an jedem Ort nur einen Wert annehmen kann, ist nur die gestrichelte Version der 1015 hPa-Isobare richtig.

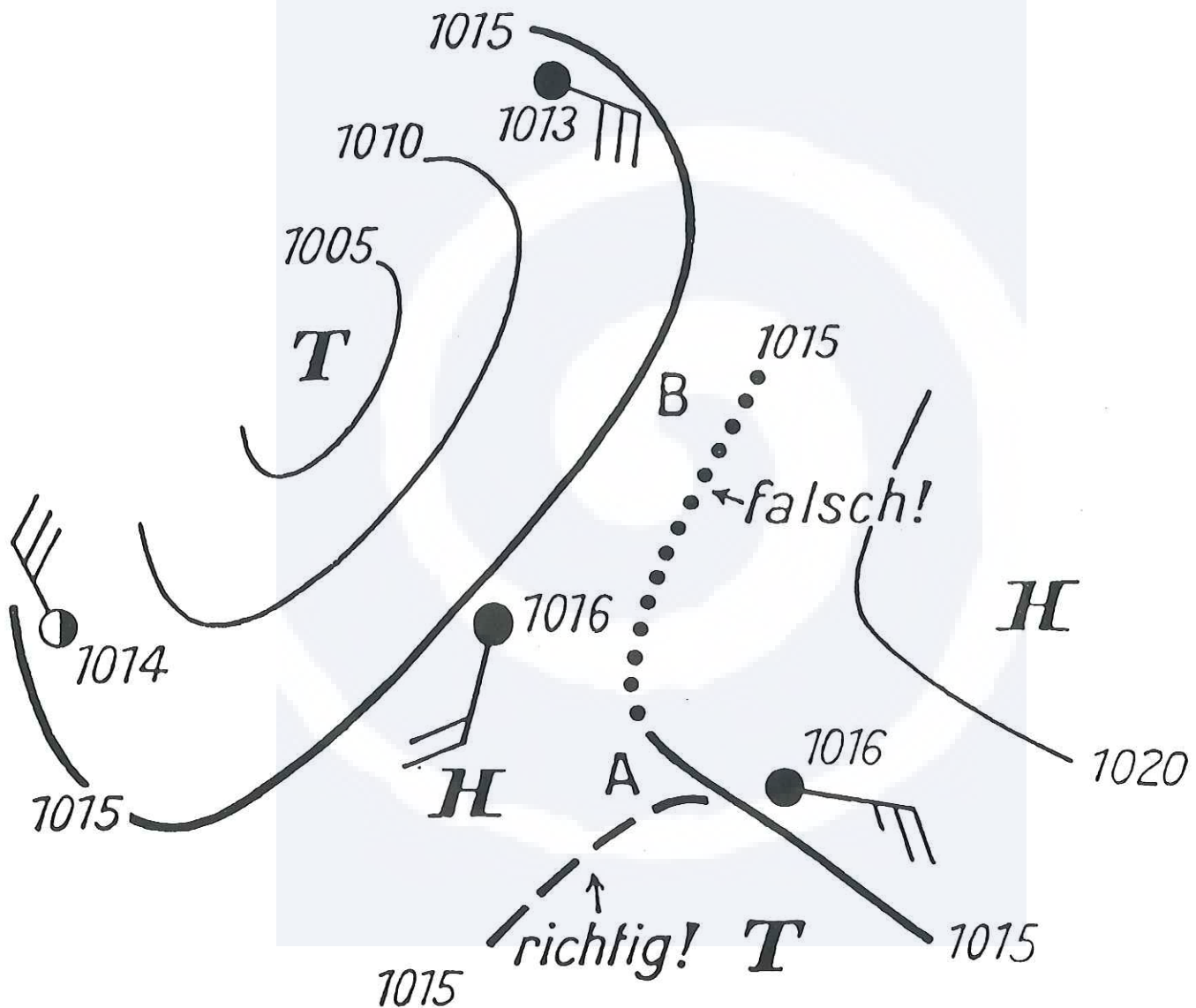


Abb. 9

Mögliche Fehlerquellen beim Zeichnen der Isobaren

Auch folgende Wetterlage kann zu einer falschen Konstruktion der Isobaren führen: Im Seewetterbericht wird ein Tief von 992 hPa und ein Randtief von 1003 hPa angegeben. Beide sind relativ eng benachbart (Abb. 10). Zwischen den Tiefs existieren leider keine Stationsmeldungen. Problematisch ist für den Anfänger dann immer:

welche ist die erste umfassende, d. h. Tiefs einschließende Isobare? Es wäre z. B. möglich, die 1010 hPa-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 den 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.

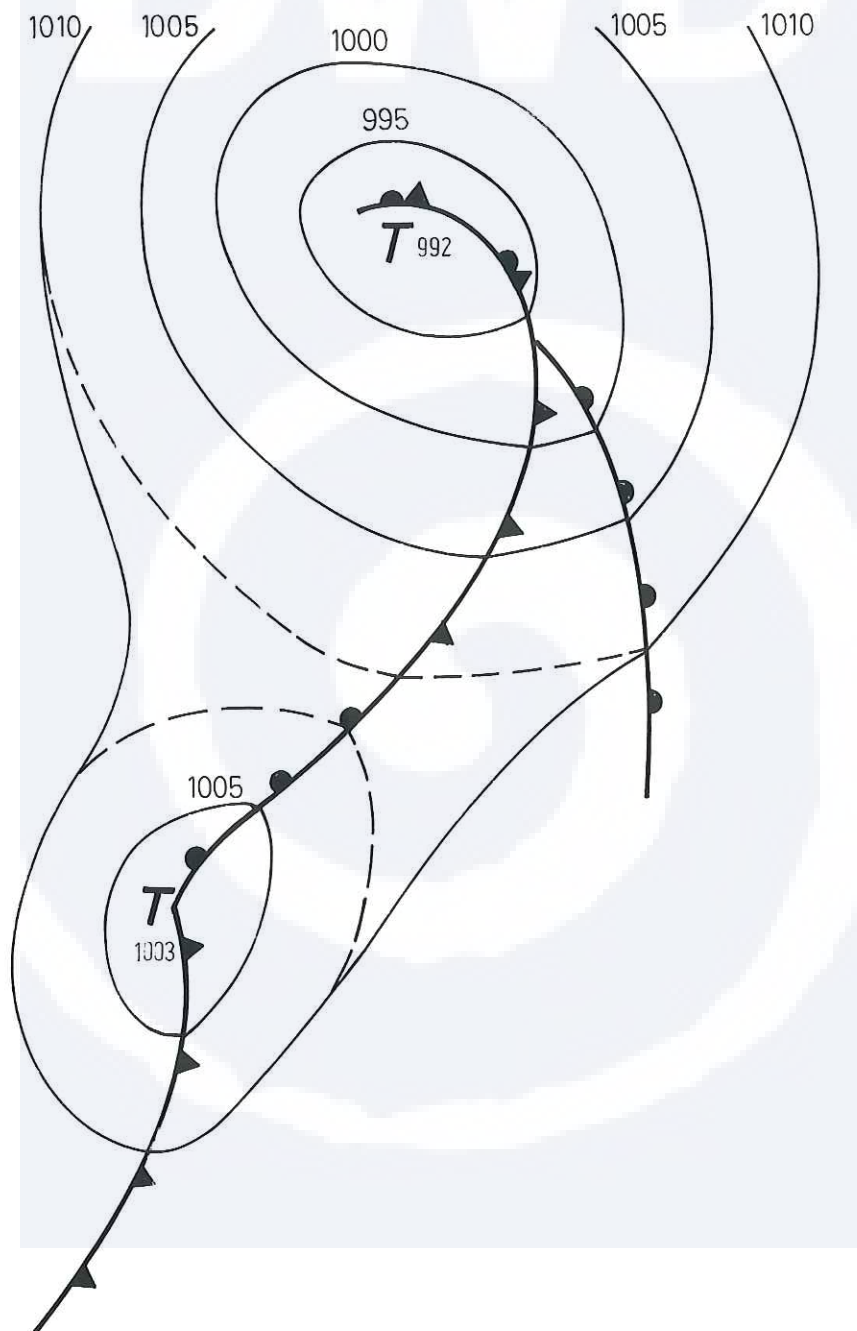


Abb. 10

Tief und Randtief. Die gestrichelt gezeichneten Isobaren zeigen, wie eine solche Druckverteilung nicht zu analysieren ist.

3.3 DIE FRONTEN

ZUSAMMENHANG ZWISCHEN FRONTEN UND ISOBAREN BILD

Fronten mit markanten Wettererscheinungen werden in der Wetterlage mit Hilfe von

Schnittpunkten zwischen Fronten und ausgewählten Isobaren gegeben. Drei ver-

schiedene Frontentypen kommen in den Seewetterberichten vor:



Warmfront



Kaltfront



Okklusion

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 (siehe Abb. 11, Seite 18).

Dringt kalte Luft gegen das von Warmluft eingenommene Gebiet vor, so wird die vordere Begrenzung der Kaltluft als Kaltfront bezeichnet (siehe Abb. 12, Seite 18).

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 wird am Erdboden zur Okklusionsfront, während die Warmfront nur noch in der Höhe existiert. Dabei unterscheidet man zwischen einer Kaltfront-Okklusion (siehe Abb. 13, Seite 19) und einer Warmfront-Okklusion (siehe Abb. 14, Seite 19).

Fronten sind als Begrenzungslinien unterschiedlicher Luft-

massen definiert. Da die Luftströmung über See fast parallel zu den Isobaren verläuft und die Fronten (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 einzigen Orte, an denen eine Richtungsänderung der Isobaren durch einen mehr oder weniger stark ausgeprägten Knick gezeichnet werden kann.

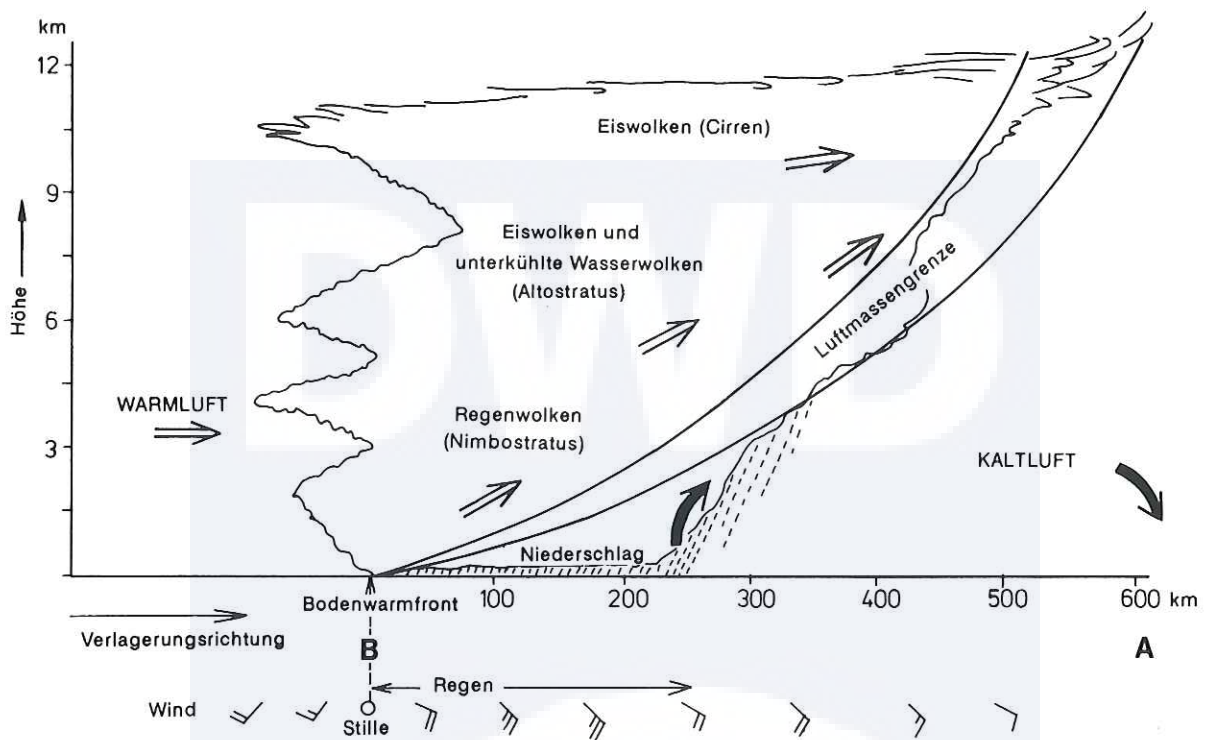


Abb. 11 Seitenansicht einer Warmfront

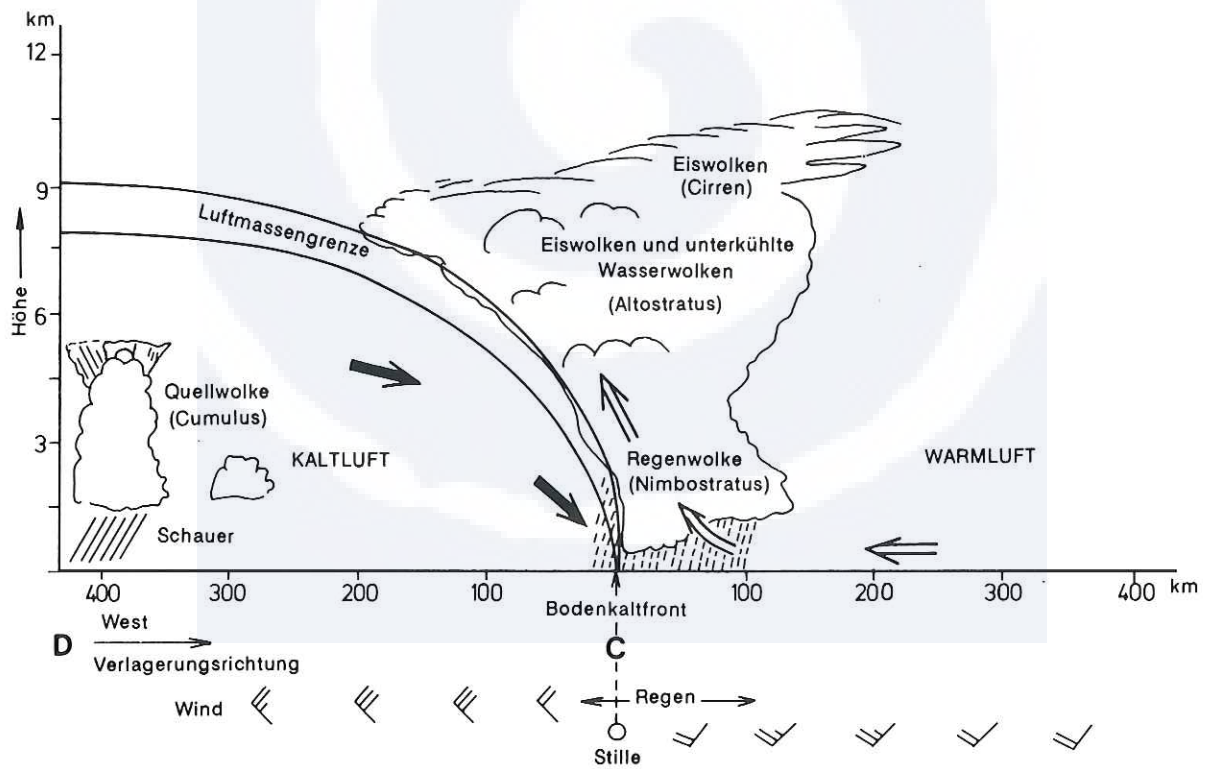


Abb. 12 Seitenansicht einer Kaltfront

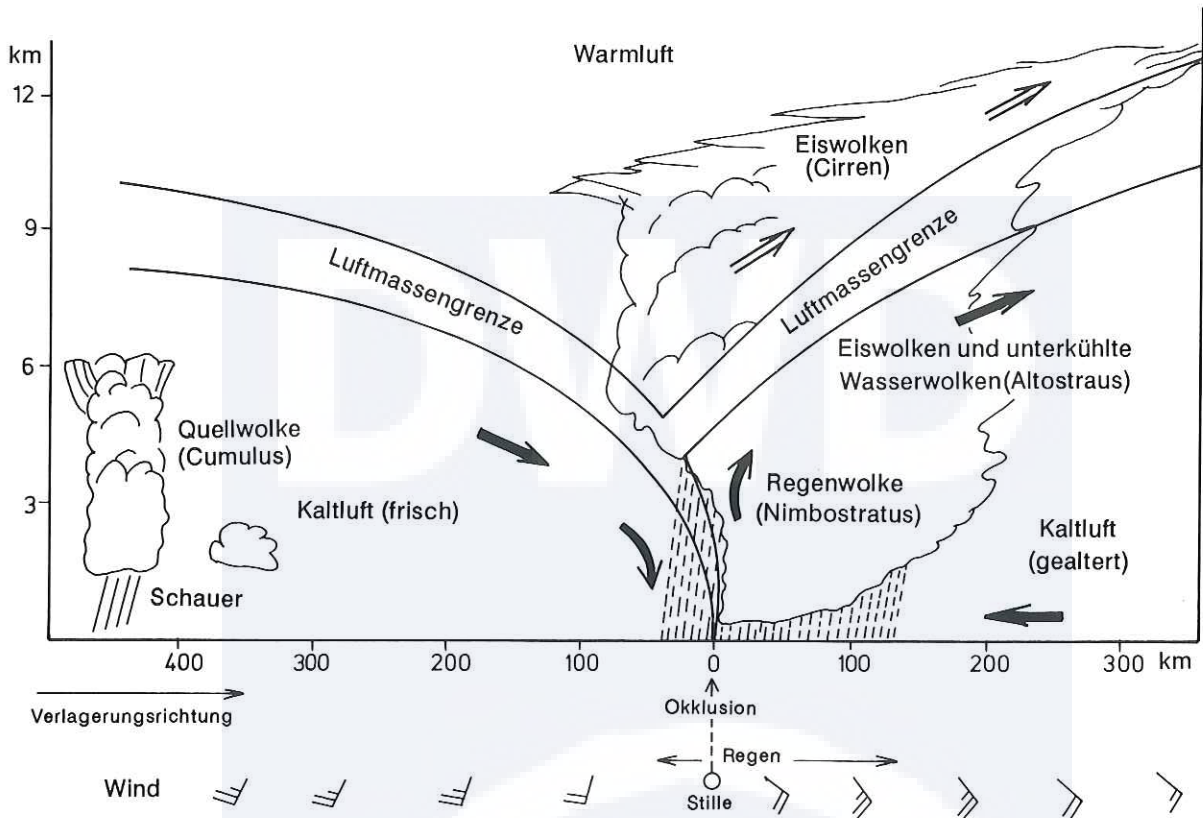


Abb. 13 Seitenansicht einer Kaltfront-Okklusion

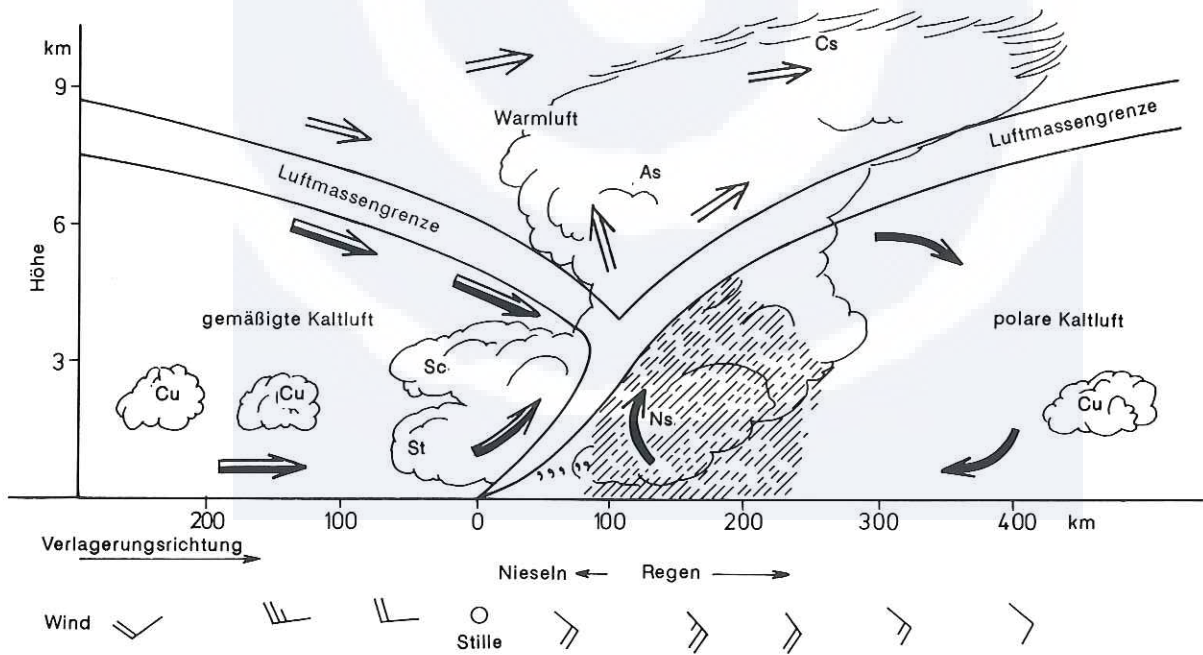


Abb. 14 Seitenansicht einer Warmfront-Okklusion

Abb. 15 zeigt, wie durch die Schwerpunkte 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 leewärts "ausgebeult".

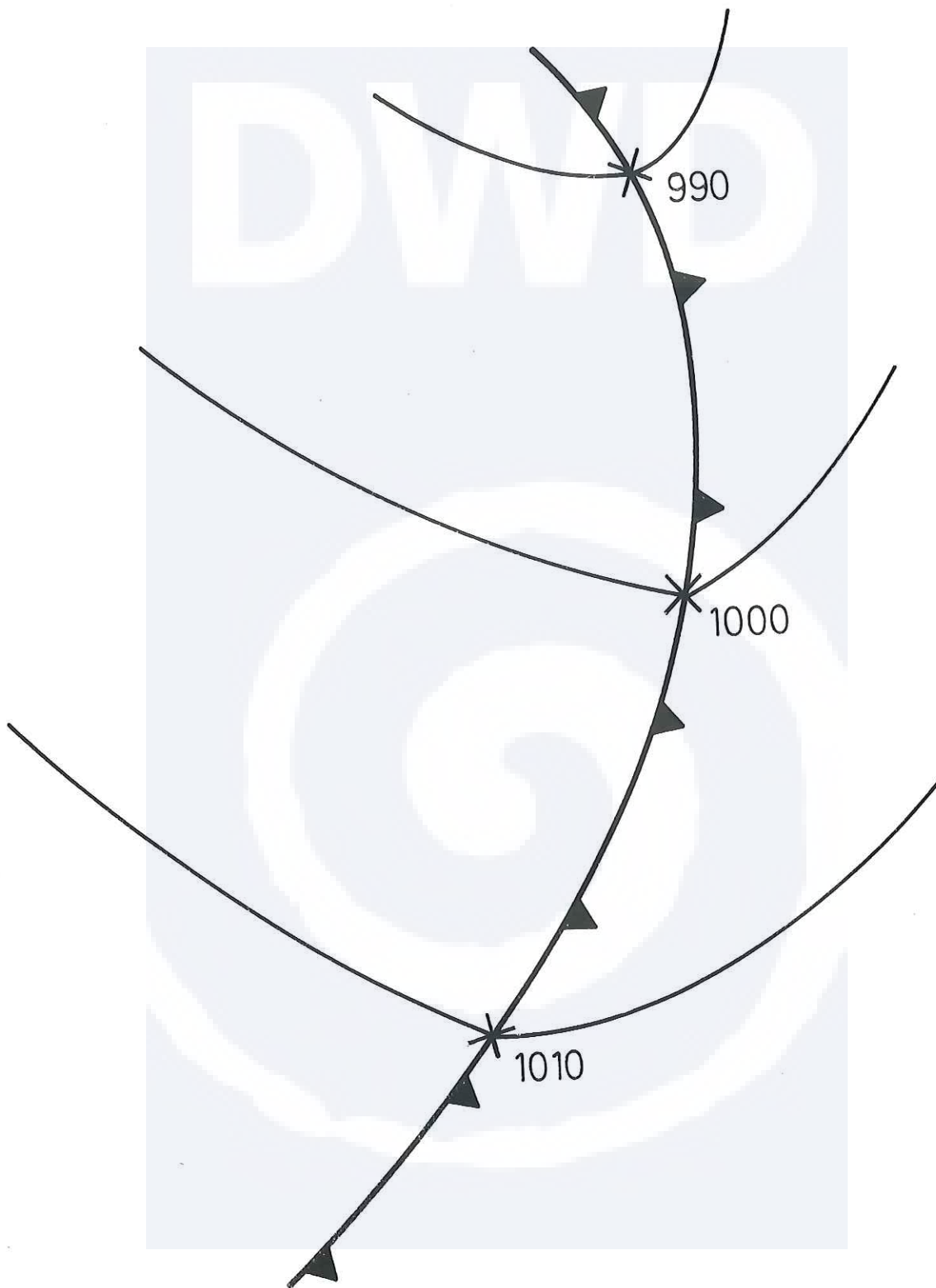


Abb. 15

Beispiel einer durch drei Druckwerte definierten Kaltfront: hier schneiden die entsprechenden Isobaren die Front.

Neben einer sprunghaften Winddrehung ändert sich meist auch beim Durchgang einer Front die Windgeschwindigkeit, hervorgerufen durch eine Übergangslose Änderung des Isobarenabstandes. Abb. 16 zeigt schematisiert die beiden Fälle:

a.) Abflauen des Windes bei Frontdurchgang und

b.) Zunahme des Windes bei Frontdurchgang, in beiden Fällen Rechtsdrehen des Windes.

Ursache ist der unterschiedliche Winkel, den die Isobaren vor und hinter der Front mit ihr bilden. Entsteht zwischen Isobaren und Front ein nahezu rechter Winkel, so ist der ge-

genseitige 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.

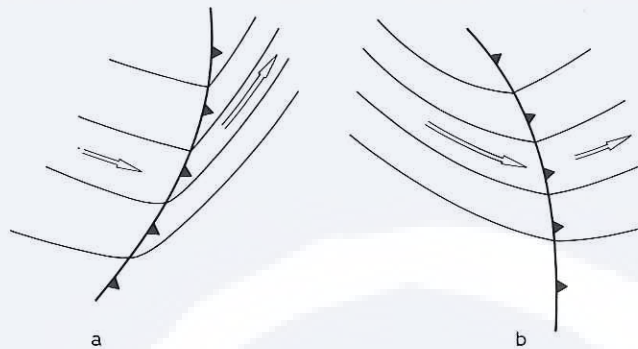


Abb. 16 Unterschiedliche Isobarenabstände vor und hinter der Kaltfront
a.) Windabnahme b.) Windzunahme

Sehr häufig ist der Fall a.) anzutreffen, wenn ein vom Nordatlantik ostwärts ziehendes Frontensystem durch ein stationäres Hoch über Skandinavien blockiert wird. Abb. 17 zeigt einen idealisierten Isobarenverlauf, wie er in 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.

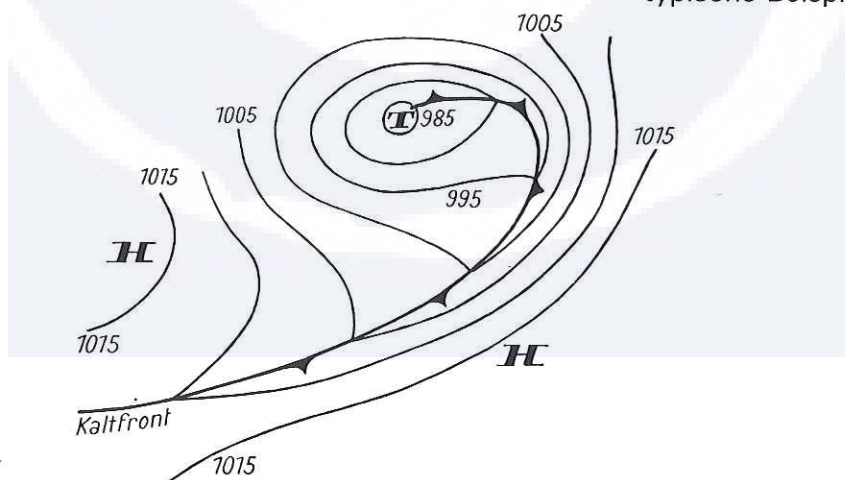


Abb. 17 Typische Wetterlage zum Fall a.) von Abb. 16: "Vorderseitensturm"

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 Mittelmeer) herangezogen, um das Entstehen von Bordwetterkarten nachzuvollziehen.

4.1 DEUTSCHLANDFUNK- SEEWETTERBERICHT VOM 04.08.1985

In Abb. 18 und 19 ist in dem Vordruck der Bordwetterkarte Nr.9 der Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 04.08.1985, 01.05 Uhr GZ, bereits eingetragen.

1.) Die Wetterlage vom 03.08.1985, 18 UTC, wird nach Möglichkeit vollständig in die Wetterkarte eingetragen. Druckgebilde, die außerhalb des Kartenausschnittes liegen, sollten am Rand vermerkt werden, so beispielsweise das Hoch mit Druckangabe 1019 hPa am unteren Kartenrand, wo etwa Mittelfrankreich liegt. Die im Kartenausschnitt erfaßten Druckgebilde werden entsprechend ihrer Kerndruckpositionen mit Druckwertangabe eingetragen. Der genannte **A u s l ä u f e r** mit den Druckangaben 1000 hPa und 1010 hPa wird entsprechend über Schweden und östlich von Berlin markiert. Alle Frontensysteme, also auch der beschriebene Ausläufer, stehen mit dem jeweils vorgenannten Tief in Verbindung. Das bedeutet in diesem Fall, daß der Ausläufer unter Berücksichtigung seiner Ortsangaben in den Kern des Tiefs knapp südwestlich von Svinöy analysiert

werden muß. Ebenso verhält es sich bei der Warmfront des Tiefs bei 53 Nord 18 West, wobei natürlich auch im Frontenverlauf die Vorstellungen einer sogenannten Idealzyklone zugrunde gelegt werden (nachzulesen in allen einschlägigen Lehrbüchern). Die südlich des Tiefkerns befindliche Frontenlage ist für junge, entwicklungsfähige Tiefs typisch. Die Pfeile an den Fronten und Druckgebilden geben deren Bewegungsrichtungen an. Anschließend wird noch der Hochkeil HK, 1005 hPa Irische See und 1000 hPa südwestlich der Hebriden, eingetragen.

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) (1015 = 15) oder die erste Ziffer (995 = 95) weggelassen werden. Mehrdeutigkeiten treten bei den in unseren Breiten üblichen Druckwerten nicht auf.

3.) Der schwierige 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 Norden nach Süden hin ab. Ent-

sprechend haben nahezu alle Stationen Winde aus Südwest bis West, und als Folge werden auch die Isobaren die Hauptrichtung West - Ost 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 Luftdruck zeigt.

DLF-Sendung vom 04.08.1985		12.40 (1269 kHz), 01.05 (1539 und 1269 kHz), 06.40 (1269 kHz) Uhr GZ	
Wetterlage vom 3.8.85., 20 Uhr	Stationsmeldungen vom 3.8.85., 23 Uhr	Vorhersagen bis heute 24 Uhr heute 12 Uhr heute 18 Uhr	Aussichten bis morgen 12 Uhr heute 24 Uhr morgen 06 Uhr
Tief 991 knapp südwestlich Svindö wenig nordostziehend. Ausläufer 1000 knapp südwestlich Stockholm, 1010 östliche DDR ostnordostschwenkend. Resttief 992 Norwegische See auffüllend. Flaches Tief 998 auf 60 N, 19 W auffüllend. Hoch 1019 Mittelfrankreich mit Keil 1005 Irische See, 1000 südwestlich der Hebriden südostverlagernd, abschwächend. Tief 988 auf 53 N, 18 W ostnordostziehend, vertiefend, Sonntag mittag dicht westlich Irland. Warmfront 1000 ca. 100 sm südwestlich Irland ostnordostschwenkend.	1 Sklinna S 1 14° 993 2 Svindö SE 1 13° 993 3 Lista W 4 14° 998 4 Aberdeen WSW 3 13° 999 5 Lynemouth WSW 4 11° 1003 6 Hensby SW 2 Gewitter 12° 1009 7 Den Heider SW 4 13° 1009 8 FS Borkumriff --- 9 Helgoland W 5 15° 1007 10 List auf Sylt WSW 5 Gewitter 14° 1005 11 Thyboron WSW 4 Gewitter 14° 1001 12 Skagen SSW 5 13° 1000 13 Fornaaes SW 3 12° 1002 14 Kullien WSW 7 14° 1002 15 Kegnaes SSW 5 Gewitter 13° 1006 16 Kiel-Holtenau SW 3 13° 1007 17 Puttgarden-Aut. --- 18 FS Min WSW 5 15° 1006 19 Arkona WSW 4 13° 1008 20 Bornholm W 6 14° 1005 21 Visby SSW 5 14° 1003 22 Marienham S 4 Regen 15° 1001 23 Hel SSW 3 15° 1010 24 Ozeanwettersschiff L WNW 2 12° 1002 25 Cherbourg WSW 4 13° 1016	M10, Deutsche Bucht SW-W 6, Schauerböen, gute Sicht Südwestliche Nordsee (N11 Humber, N12 Ihemse) westliche Winde 5-6, Schauerböen, gute Sicht N9, fischer: SW-W 5-6, Schauerböen, gute Sicht B14, Skaggerak SW 5-6, Schauerböen, gute Sicht B13, Kattegat SW-W 5-6, Schauerböen, gute Sicht B12, Belte und Sund SW-W 6, Schauerböen, gute Sicht B11, Westliche Ostsee SW 6, abnehmend, 4-5, anfangs noch Schauerböen, gute Sicht B10, Südliche Ostsee SW-W 6, abnehmend 4-5, gute Sicht	westliche Winde 5, rückdrehend SW 4-5, später zunehmend 6 westliche Winde 5, rückdrehend W 4-5 W 4-5 W 4-5 westliche Winde 4, später rückdrehend W 4

Abb. 18 Deutschlandfunk-See Wetterbericht vom 03.08.1985

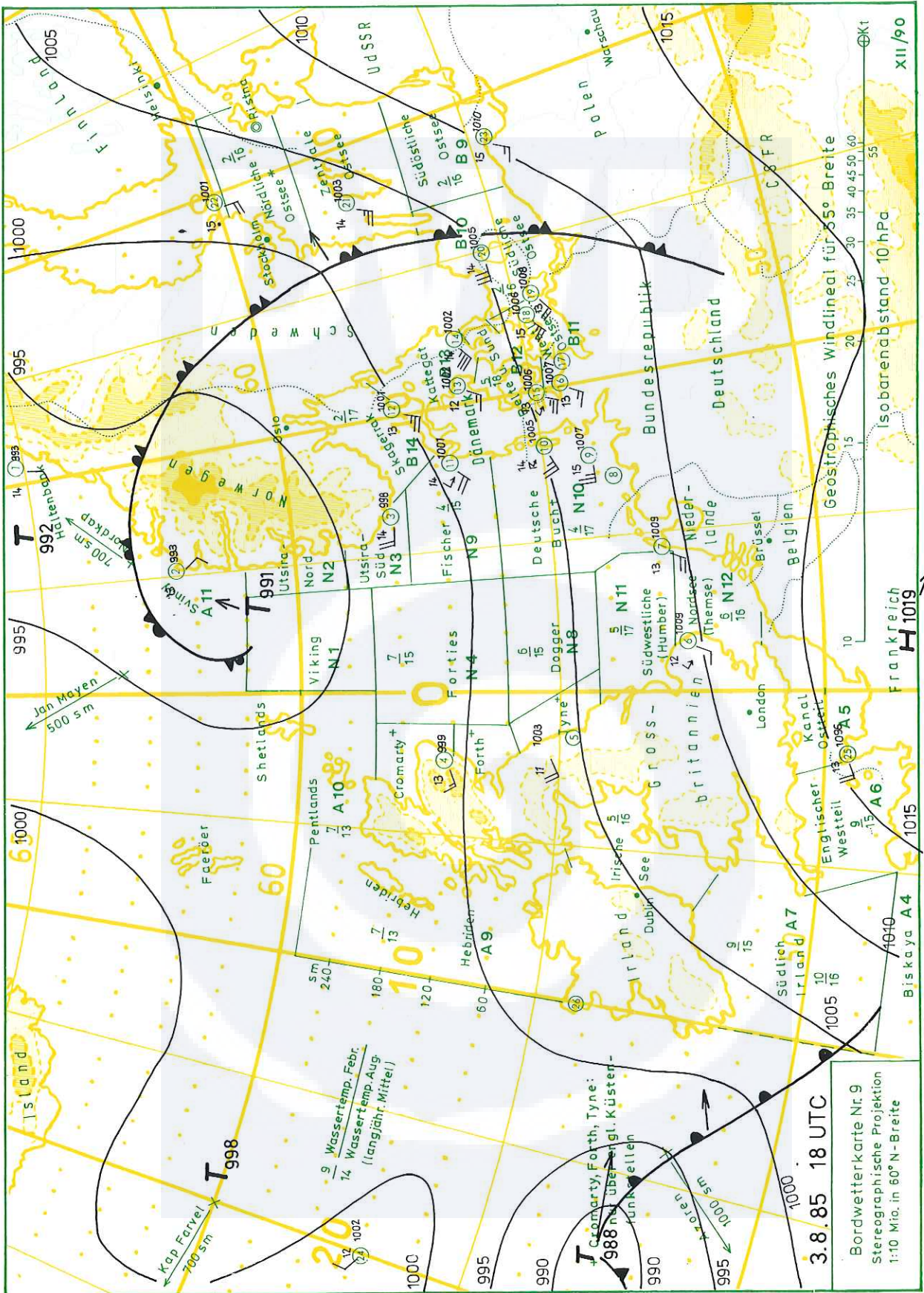


Abb. 19 Wetterlage vom 03.08.1985, 18 UTC

Zweckmäßigerweise beginnt man mit dem Entwerfen der Isobaren (weicher Bleistift) dort, wo der Verlauf aufgrund vieler Stationsmeldungen eindeutig ist. So ist die Isobare 1005 hPa im Beispiel durch zwei Stationsmeldungen (Stationen 10, 20) festgelegt. Auch die 1000 hPa-Isobare wird durch den Stationswert (Station 12) erfaßt. Hinzu kommen noch drei Hilfspunkte aus der Wetterlage ("südwestlich Irland", "südwestlich der Hebriden" und "südwestlich Stockholm").

Man kann also mit der Konstruktion der Isobare 1000 hPa gut beginnen. Sie verläuft westlich der Station 22 (Südwind mit Druckwert 1001 hPa!) an den Hilfspunkt der Frontenmarkierung südwestlich von Stockholm und muß dann, aufgrund der Drehung des Strömungsfeldes an Fronten im zyklonalen Sinne, nach West-südwest über die Station 12 verlaufen und von dort knapp südlich der Station 4 weitergeführt werden. Dabei ist zu beachten, daß die Windrichtung stets eine geringe Strömungskomponente vom hohen zum tiefen Druck aufweist. Die Angabe des Hochkeils 1000 hPa südwestlich der Hebriden bewirkt eine Krümmung der Isobare im antizyklonalen Sinne, wobei die beschriebene Lage des Hochkeils mit Druckangabe stets die Achse des Hochkeils (aus dem Ursprungshoch heraus) mit maximaler antizyklonaler Krümmung der Isobare kennzeichnet. Die Windangaben der Stationen 13 und 14 fallen besonders auf, denn die Windstärke differiert bei gleicher Strömungsrichtung um 4 Windstärken. Dieses hat vor allem geographische Grün-

de. So unterliegt Station 13 ablandigen Windbedingungen mit höherem Reibungseinfluß auf die Luftströmung, während Station 14 auflandigen Wind verzeichnet und dazu noch 72 m über NN liegt!

Die Isobare 1005 hPa kann unter Berücksichtigung der Stationsangaben ohne Schwierigkeiten an die 1000 hPa-Isobare angeglichen werden. Das gleiche gilt auch für die Isobare 1010 hPa, die aus der Biskaya, unter Berücksichtigung des sich aus dem französischen Hoch bis Irland erstreckenden Hochkeiles südlich der Stationen 6 und 7, zum Hilfspunkt östlich von Berlin und dann nach Nordosten durch Station 23 geführt werden muß. Südlich davon ist die 1015 hPa-Isobare festzulegen, die noch nördlich von der Station 25 nahezu von West nach Ost verläuft. Der Tiefkern 988 hPa wird von den Isobaren 995 hPa und 990 hPa eingeschlossen. Gewisse Schwierigkeiten gibt es noch beim Verlauf der Isobare 995 hPa, die den Tiefkern 991 hPa beinhaltet. Zwar weist die Station 2 mit Druckwert 993 hPa Südostwind auf, doch ist die Stärke mit Bft 1 gering. Gleichzeitig hat die Station 1 nur Südwind Bft 1 und den Druckwert 993 hPa, so daß die Isobare 995 hPa auch noch den Tiefkern 992 hPa am Kartenrand einschließen muß, um nicht ein dem Windfeld unangemessenes Luftdruckgefälle zu erzeugen. Es wäre also nicht sinnvoll, mit der 995 hPa-Isobare beide Tiefkerne einzeln zu umrunden.

Die Isobare 1000 hPa nordwestlich der Britischen Inseln schließt den kleinen Tiefkern 998 hPa bei 60 Nord 19 West

ein, muß dann nördlich von Station 24 zunächst nach Südosten verlaufen, um schließlich den Tiefkern 988 hPa zu umfassen. Dabei beschreibt sie nordwestlich der Färoer eine antizyklonale, süd-südwestlich von Island eine zyklonale und südöstlich von Station 24 nochmals eine antizyklonale Krümmung.

Die Bordwetterkarte ist damit fertig. Ohne die Vorhersagen für die einzelnen Seegebiete zu kennen, sehen wir sofort: über der gesamten Nord- und Ostsee herrschen südwestliche Winde. Entsprechend des Isobarenabstandes ist die Windstärke im Seegebiet Fischer, in der Deutschen Bucht sowie im Skagerrak am höchsten.

Die weitere Wetterentwicklung ist abhängig von der räumlichen Änderung der Tief- und Hochdruckgebiete sowie von deren Intensitätsänderungen.

In den Vorhersagen bis 12 Uhr und im weiteren Vergleich mit den Vorhersagen bis 24 Uhr werden für alle Seegebiete abnehmende Südwest- bis Westwinde prognostiziert. Daraus wird sofort ersichtlich, daß sich das Luftdruckgefälle zwischen dem Tief 991 hPa und dem Hoch über Frankreich abschwächt; dieses kann durch Verlagerung des Tiefkerns nach Norden, des Hochs nach Süden und/oder einer Abschwächung des Tiefs bzw. Hochs erreicht werden.

Tatsächlich aber soll sich sowohl das Hoch unter Abschwächung nach Südosten, als auch das Tief ohne wesentliche Intensitätsänderung nach Nord-nordosten bewegen; dieses bedeutet zwar keine Richtungs-

änderung im Isobarenverlauf über Nord- und Ostsee, aber doch eine Verbreiterung des Isobarenabstandes und damit Windabnahme. Zwischen beiden Druckgebilden, also vornehmlich im Bereich Nordteil Deutsche Bucht und Kattegat, müssen in den darauffolgenden Stunden keine wesentlichen Luftdruckänderungen zu erwarten sein, was an Bord am Barographenschrieb kontrolliert oder an Hand der Stationsmeldungen in diesem Bereich im nachfolgenden Bericht verglichen werden kann. Die Gebiete der nördlichen Nordsee und des Skagerraks liegen dann im Bereich leichter Druckanstiegtendenzen, die Süddeile der Nord- und Ostsee im Bereich leichter Druckfalltendenzen.

Dem aufmerksamen Hörer wird die prognostizierte Windzunahme in der südwestlichen Nordsee in den Aussichten zwischen 12 und 24 Uhr nicht entgangen sein. Sie zeigt an,

daß sich das Tief 988 hPa westlich von Irland nähern und allmählich Einfluß auf die Windentwicklung über der Nordsee gewinnen wird.

Ein Blick auf die Wetterlage vom 04.08.1985, 18 UTC, zeigt (Abb. 20), daß das Tief südwestlich der Station 2 unter Abschwächung nach Norden gezogen, gleichzeitig auch das Hoch über Frankreich nach Südosten ausgewichen ist. Die Luftdruckunterschiede über Nord- und Ostsee haben sich damit verringert und die Windabnahme erfolgte. Das Tief westlich der Britischen Inseln ist zügig nach Osten vorangekommen, sein Vorderseitenwindfeld mit Südwinden hat bereits die südwestliche Nordsee erreicht und sein Kerndruck ist innerhalb von 24 Stunden um 6 hPa gefallen.

Sind weitere, über den 24-stündigen Vorhersagezeitraum hinausreichende Aus-

sagen möglich?

Das gealterte Tief in der südlichen Norwegischen See wird sich voraussichtlich weiter auffüllen, da keine thermischen Gegensätze in seinem Bereich mehr vorhanden sind. Das kräftige Tief über den Britischen Inseln hat dagegen noch einen gut ausgeprägten Warmsektor an der Südostflanke; es hat also gute Entwicklungschancen und zieht gemäß seiner Warmsektorströmung zunächst nach Ostnordosten. Es kann erwartet werden, daß sein Frontensystem die südlichen Teile der Nordsee überqueren und auch die Ostseegebiete einschließlich der dänischen Gewässer erreichen wird. Dabei sind zunehmende und kurzzeitig rückdrehende, nach Frontendurchgang aber jeweils rechtdrehende Winde einzuplanen, während nördlich des Tiefkerns - also in der nördlichen Nordsee - nur mit rückdrehenden Winden zu rechnen ist.

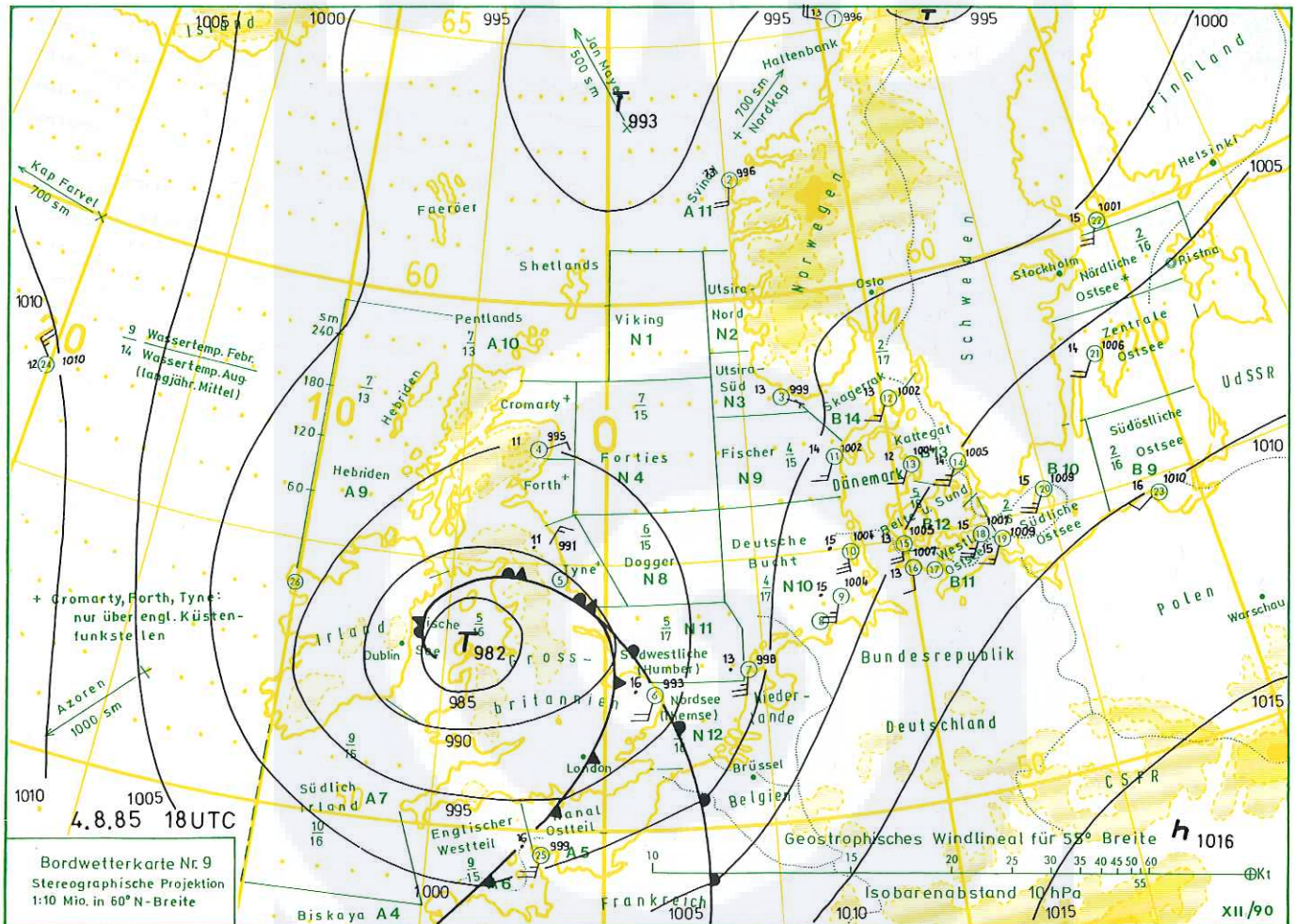


Abb. 20 Wetterlage vom 04.08.1985, 18 UTC

4.2 DEUTSCHLANDFUNK-SEEWETTERBERICHT VOM 05.05.1986

Das folgende Beispiel enthält in Abb. 21 den Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 05.05.1986, 12.40 Uhr GZ.

Wie in der ersten bearbeiteten Wetterlage werden zunächst die Stationsmeldungen eingetragen. Die beiden Hauptdruckzentren, das Hoch über Nordwestrußland und das Tief vor Südwestirland, sind nicht eindeutig in der Bordwetterkarte festzulegen. So wird dann das Hoch mit dem maximalen Bodendruckwert am Rand in Richtung Nordwestrußland vermerkt, während die Angabe für das Tief mit "dicht südwestlich Irland" eine Lage des Zentrums mit dem Kerndruckwert 992 hPa etwa 100 sm vor der Südwestküste Irlands beschreibt. Ein Blick auf die Stationsmeldungen zeigt, daß für die Gebiete der Nord- und Ostsee das Luftdruckgefälle von Nordost nach Südwest verläuft. Im Gegensatz zum vorangegangenen Beispiel hat das Tief keinen ausgesprochenen Warmsektor mehr, vielmehr ist nur noch von einem Ausläufer die Rede, der mit Hilfe der zusätzlichen Druckangaben aus der Wetterlage gut in die Bordwetterkarte übertragen werden kann. Unter dem Begriff "Ausläufer" ist im allgemeinen eine Okklusion zu verstehen, in deren Bereich die Vorderseitenkaltluft in Bodennähe von der Rückseitenkaltluft des Tiefs abgelöst wird, während die Warmluft bereits nicht mehr den Boden erreicht und nur noch in höheren Schichten der Troposphäre wirksam ist. Die Okklusion hat das Tief schon weitgehend umrundet, ein Zeichen dafür, daß das Tief gealtert ist und nur noch geringe Verlagerungstendenz hat,

ganz im Gegensatz zum vorigen Beispiel. Häufig werden ortsfeste, alte Tiefdruckgebiete auch mit dem Begriff "umfangreich" in der Wetterlage beschrieben. Das Randtief von 997 hPa ist über Irland problemlos einzutragen, versehen mit einem Pfeil in Nordrichtung gemäß vorhergesagter Zugbahn. Die zugehörige Kaltfront ist mit den Hilfspunkten "1005 Themse" und "1008 Belgien" geographisch festgelegt. Die Station 6 meldet Regen bei Südostwind Stärke Bft 5, ein Zeichen dafür, daß hier die Front knapp südwestlich zu analysieren ist, ebenfalls mit Pfeil in Schwenkrichtung Nordost. Das Eintragen der Hochkeile, ausgehend vom nordwestrussischen Hoch, bereitet keine großen Schwierigkeiten; sie sind mit Hilfspunkten gut belegt.

Nach Zeichnen der Isobaren ergibt sich die Bodenanalyse der Wetterlage vom 05.05.1986, 06.00 Uhr UTC, wie in Abb. 22. Mit Hilfe des geostrophischen Windlineals ergeben sich unter Berücksichtigung der Reibung in Bodennähe im Bereich der südlichen und westlichen Ostsee, sowie für Belte und Sund und Kattegat im freien Seegebiet Windstärken Bft 6 aus Südost, im Mittel 1 Bft mehr als die meisten Stationen aus diesen Gebieten, die sich an Land oder in Landnähe befinden, melden. In fast allen Nordseegebieten ist der Luftdruckgradient kleiner als über der Ostsee, mit Hilfe des geostrophischen Windlineals ergeben sich Winde aus Ost bis Südost mit Stärken um Bft 4. Das Randtief über Irland soll nach Norden ziehen, seine Kaltfront nordostwärts

schwenken. Damit ist für alle Nordseegebiete mit einem Rechtdrehen des Windes zu rechnen. Die Aussichten geben daher für die betreffenden Seegebiete "Südost bis Süd" oder "südlich" an; die "Gewitterböen" sind an die Kaltfrontpassage gekoppelt. So ist zu erkennen, daß diese Front das Seegebiet Fischer erst während des Vorhersagezeitraums "Aussichten" zwischen "morgen 00 Uhr und 12 Uhr" überqueren wird.

Als zusätzliche Informationsquelle gilt die eigene Wetterbeobachtung. Die Deutsche Bucht meldet um 13 Uhr Ortszeit: Ost 4, fast wolkenlos, aber das Barometer zeigt zunehmende Druckfalltendenz, zuletzt 1 hPa innerhalb einer Stunde. Das Druckfeld spricht auf die herannahende Kaltfront an. Kurzzeitig nimmt der Wind zu und dreht noch etwas rück. Mit Frontdurchgang muß also in Kürze gerechnet werden, verbunden mit Wetterverschlechterung und Rechtdrehung des Windes. Der Beobachter im Kattegat stellt zur gleichen Zeit am Barometer keine Tendenz fest, der Himmel ist wolkenlos und der Wind weht stetig aus Ostsüdost mit Stärke Bft 5, so daß keine schnelle Wetteränderung zu erwarten ist.

DLF-Sendung vom 05.05.1986..... 12.40 (1269 kHz), 01.05 (1539 und 1269 kHz), 06.40 (1269 kHz) Uhr GZ			
Wetterlage vom 05.05.86, 08 Uhr	Stationsmeldungen vom 05.05.86, 11 Uhr	Vorhersagen bis heute 24 Uhr heute 12 Uhr heute 18 Uhr	Aussichten bis morgen 12 Uhr heute 24 Uhr morgen 06 Uhr
Hoch 1034 Nordwestrußland festliegend, langsam abschwächend. Keil 1026 Baltikum, 1020 Südwestschweden, 1010 Dogger wenig ändernd. Weiterer Keil 1015 Südpolen, 1010 Österreich wenig ändernd, etwas abschwächend. Umfangreiches Tief dicht südwestlich Irland, festliegend, etwas abschwächend. Ausläufer 1005 nordwestlich der Hebriden, 1015 knapp südlich Svinöy wenig nordostschwenkend. Randtief 997 Irland nordziehend. Kaltfront 998 Irische See, 1005 Themse, 1008 Belgien, 1010 Löwen-golf nordostschwenkend.	1 Sklinna NNE 3 Nebel 4* 1018 2 Svinöy ENE 3 Regen 6* 1016 3 Lista SE 5 15* 1014 4 Aberdeen ESE 2 Regen 9* 1010 5 Lynemouth SSE 3 Regen 8* 1008 6 Hensby ESE 5 Regen 9* 1006 7 Den Helder ENE 3 diesig 12* 1008 8 FS Borkumriff E 4 Nebel 7* 1009 9 Helgoland E 4 12* 1010 10 List auf Sylt E 4 16* 1011 11 Ibyboron E 5 14* 1013 12 Skagen ESE 4 11* 1018 13 Fornaes ESE 4 13* 1016 14 Kullen ESE 5 18* 1018 15 Kegnaes E 5 12* 1013 16 Kiel-Holtensau ENE 2 14* 1012 17 Puttgarden-Aut. E 4 11* 1013 18 FS Wünn E 5 6* 1016 19 Arkona E 4 9° 1017 20 Bornholm ESE 5 7* 1021 21 Visby SSE 4 18° 1024 22 Marihamn S 2 12* 1025 23 Hel E 3 14* 1023 24 Ozeanwitterschiff L N 8 5* 1009 25 Cherbourg SSW 4 10* 1005	N10, Deutsche Bucht E 4-5, einzelne Gewitterböen diesig, Nebelfelder Südwestliche Nordsee (N11 Humber, N12 Themse) E-SE 5, etwas rechtdrehend, Gewitterböen, diesig N9, fischer E-SE 5, diesig, Nebelfelder B14, Skagerrak E-NE 4-5, etwas zunehmend, mittlere Sicht B13, Kattegat SE 5-6, mittlere Sicht B12, Belte und Sund SE 5-6, mittlere Sicht B11, Westliche Ostsee: SE 5-6, mittlere Sicht B10, Südliche Ostsee SE 5-6, mittlere Sicht	SE-S 4-5, Gewitterböen südliche Winde 4-5 E 6, später S 4-5, Gewitterböen E-NE 6 E-SE 6 E-SE 6 E-SE 6 auf SE-S drehende Winde 4-5, Gewitterböen E 6, wenig rechtdrehend, etwas abnehmend

Abb. 21 Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 05.05.1986

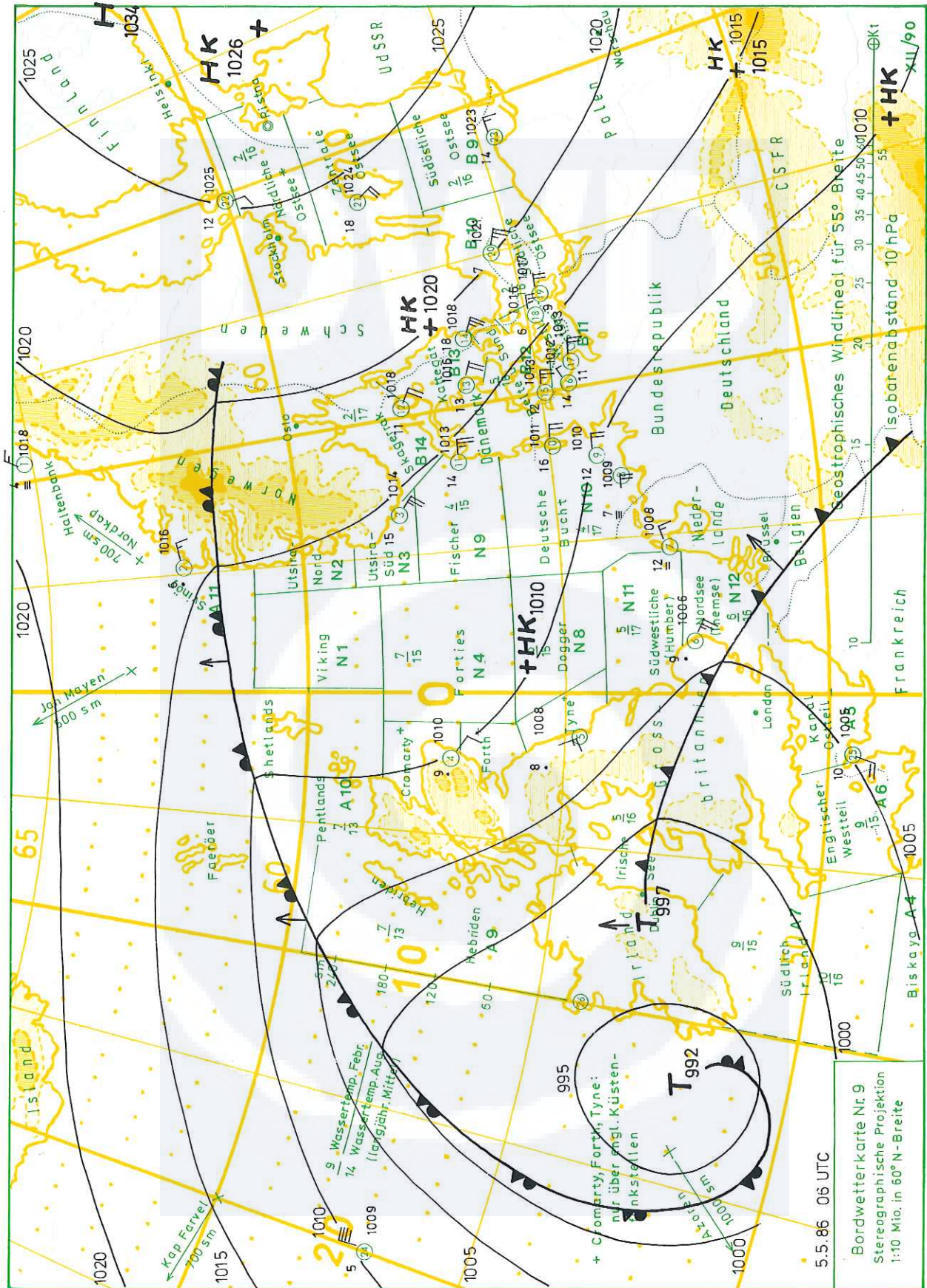


Abb. 22 Wetterlage vom 05.05.1986, 06 UTC

Abb. 23 zeigt die Wetterlage vom 06.05.1986, 06 UTC, also im Zeitraum der "Aussichten". Das Tief bei Irland hat sich wenig nordwestwärts bewegt, das Randtief ist schnell nach Norden gezogen. Seine Kaltfront hat die westliche Ostsee erreicht. Die nachfließende Kaltluft hat in Bodennähe vorübergehend ein kleinräumiges Gebiet relativ hohen Luftdruckes über der Deutschen Bucht erzeugt; daher stellte sich kurzzeitig östlich vom Hochzentrum ein

schwacher Nordwind ein, der nicht in den "Aussichten" vorhergesagt wurde. Die Stationen an der westlichen Ostsee liegen noch in Fronnähe mit relativ hoher Luftfeuchte und haben daher diesiges Wetter sowie Windstille.

Ist bei dieser Wetterlage ein weiterer "Ausblick" möglich?

Das Tief westlich Irlands bewegt sich nur wenig, es wird also seine steuernde Funktion behalten. Gleichzeitig bleibt

auch das Hoch über Nordwestrußland ortsfest, so daß die "Südlage" mit Winden aus dem Südquadranten andauert. Bei sich aber langsam abschwächenden Luftdruckgegensätzen werden sich die mittleren Windstärken in Nord- und Ostsee noch reduzieren; mittelfristig lassen die sich abschwächenden Luftdruckzentren dennoch eine allmähliche Umstellung der herrschenden Zirkulationsverhältnisse erwarten.



Abb. 23 Wetterlage vom 06.05.1986, 06 UTC

4.3 DEUTSCHE WELLE-SEEWETTERBERICHT VOM 28.08.1989

Im letzten Beispiel handelt es sich um den Mittelmeer-See-wetterbericht der Deutschen Welle in Köln vom 28.08.1989 (Abb. 24 und 25).

Die Wetterlage ist im wesentlichen durch Tiefdrucktätigkeit geprägt. Das "Sturmtief 998 hPa Oberitalien" ist mit Hilfe der Stationsmeldungen aus diesem Raum gut zu lokalisieren: so meldet Genova (Station 6) Nordnordost 5, während in Grosseto (Station 7) Westnordwest 5 herrscht. Die aus diesem Tief herausführende Warmfront ist durch den Hilfspunkt "1002 hPa Adria" belegt. Die ebenfalls zu dem Sturmtief gehörende Kaltfront ist mit zwei Hilfspunkten in der Wetterlagenbeschreibung festgelegt: "1007 hPa Tyrrhenisches Meer" und "1010 hPa knapp südwestlich Sardinien". Sie hat bereits Sardinien überquert, denn Cagliari (Station 10) meldet Nordwestwind Stärke Bft 5, während in Tunis noch Westsüdwest 2 herrscht. Weiter westlich wird die Bewegung der Kaltluft nach Südosten immer schwächer, schließlich wird die Luftmassengrenze knapp südöstlich der Balearen stationär und geht dann in die Warmfront der über Südostspanien liegenden Welle mit dem Scheiteldruckwert von 1012 hPa über. Noch weiter westlich schließt sich die Kaltfront der Welle an, die durch den Hilfspunkt "1015 hPa knapp südlich von Lissabon" festgelegt ist. Beim großräumigen Betrachten der Winde an den Stationen des westlichen

Mittelmeeres ist deutlich der Verlauf der Luftmassengrenze zu erkennen: So melden alle nördlich von etwa 39° Nord Winde aus dem Nordquadranten, während sie südlich davon aus vorherrschend südwestlichen Richtungen kommen, mit durchweg höheren Temperaturen.

Etwas schwieriger ist das "kleinräumige Tief 999 hPa Jugoslawien" zu analysieren. Es kann aber nur östlich von Split (Station 17) liegen, da der Wind hier aus Nordnordwest kommt. Die geringe Windstärke von nur Bft 3 kann zwei Ursachen haben: Einerseits könnte der Tiefkern der genannten Zyklone noch nicht weit von der Station entfernt östlich liegen, andererseits ist das Tief über Oberitalien räumlich von Split nicht weit entfernt, so daß die Station zwischen diesen beiden Tiefs im Bereich relativ geringer Luftdruckgegensätze und damit schwacher Luftbewegung liegt. Dubrovnik meldet Westwind und befindet sich somit sicherlich auf der Südseite des jugoslawischen Tiefs.

Von untergeordnetem Interesse dagegen ist das Tief über Mecklenburg, da es nach Osten abziehen wird und damit keinen Einfluß auf das Wetter im Mittelmeerraum nimmt. Seine Fronten sind durch jeweils einen Hilfspunkt in der Wetterlage beschrieben.

Das Hoch von 1027 hPa südlich Irlands verlagert sich mit

seinem zur Schweiz gerichteten Keil nur langsam südsüdostwärts und schwächt sich dabei allmählich ab.

Vervollständigt wird die Wetterkarte schließlich mit der Aufnahme des in der Wetterlage beschriebenen Tiefs von 1004 hPa über Kleinasien.

Das Zeichnen der Isobaren nach Eintragung der Stationsmeldungen und der Druckzentren sowie Fronten bereitet im Westteil des Mittelmeeres nur wenig Schwierigkeiten, doch östlich von Italien wird die Analyse nicht ganz einfach. Besonders bei geringen Luftdruckgegensätzen treten hier lokale Windzirkulationen deutlich in den Vordergrund, so beispielsweise die Seewinde in Athen (Station 20), in Mytilene auf der Insel Lesbos (Station 21) und in Heraklion auf Kreta (Station 22).

Auch die zyklonale "Ausbeulung" im Lee des Appennin bei westlicher Anströmung an dessen Ostseite und dem daraus resultierenden Südsüdwestwind bei Brindisi in Süditalien (Station 13) ist für den Laien nicht sofort erkennbar.

Sehr deutlich wird das Luftdruckgefälle von Südfrankreich nach Oberitalien. Es erzeugt die heftigen Winde mit Sturmstärke im Bereich des Golfe du Lion, die manchmal bis zu einer Woche anhalten können und als Mistral in dieser Region bekannt und gefürchtet sind.

Es erhebt sich jetzt die Frage, wie lange der Mistral andauern wird.

Ein Blick auf die Wetterlage deutet die Änderung der Zirkulationsverhältnisse an. Während das Sturmtief nach der Vorhersage in östlicher Richtung abziehen soll, wird sich das Hochdruckgebiet südlich von Irland nur wenig südsüdostwärts verlagern. Es kann

also erwartet werden, daß sich bei einem schnelleren Abzug des Tiefs und nur allmählicher Annäherung des Hochdruckgebietes die Luftdruckunterschiede und damit der Mistral im Bereich der südfranzösischen Küste langsam abschwächen werden.

Während die Bereiche der Nordadria nördlich des von Oberitalien ostwärts ziehenden

Tiefs verbleiben und somit rückdrehende Winde erfahren, muß im südlichen Teil sowie im Ionischen Meer mit Kaltfrontpassage und rechtdrehendem Wind gerechnet werden. Gleichzeitig wird mit Zufuhr kälterer Luftmassen über dem warmen Oberflächenwasser erhöhte Labilität mit Schauern und Gewittern und die damit verbundene starke Böigkeit des Windes zu erwarten sein.



Deutsche Welle Köln - Seewetterbericht vom 28.08.1989 montags bis freitags 17.50 UTC, sonnabends 17.35 UTC (6075 und 9545 KHz) Im Rahmen des Reisejournals		Vorhersagen bis morgen mittag	
<p>Wetterlage von heute 09.00 UTC</p> <p>Sturmtief 998 Oberitalien E-ziehend, morgen mittag Jugoslawien. Warmfront 1004 Adria wenig NE-schwenkend. Kaltfront 1007 Tyrrhenisches Meer, 1010 knapp südwestlich Sardinien, südostschwenkend. Welle 1012 Südsüdspanien festliegend. Kaltfront 1015 knapp südlich Lissabon SSE-schwenkend. Kleineräumiges Tief 999 Jugoslawien langsam ENE-ziehend. Warmfront 1003 Ostungarn wenig NW-schwenkend. Tief 998 Mecklenburg E-ziehend. Kaltfront 1003 Ostpolen ENE-schwenkend. Warmfront 1007 Südwestliche UdSSR NNE-schwenkend. Hoch 1027 südlich Irland mit Keil 1010 Schweiz, 1005 GSSR wenig SSE-verlagernd. Tief 1004 Kleinasien festliegend.</p> <p>Stationen mit "*" sowie Stationskreise in der Karte ohne Nummer werden vom DRF gemeldet.</p>		<p>Stationsmeldungen vom 20.08., 12.00 UTC</p> <p>4 Palma de Mallorca * Nordost 4, -, 27, 1014 Barcelona * Nord 6, -, 25, 1015 5 Marseille Nordwest 8, -, 23, 1012 Oran * Südwest 1, -, 34, 1016 6 Genova * Nordnordost 5, -, 27, 1001 Algier Südwest 2, -, 36, 1015 Tunis Westsüdwest 2, -, 33, 1011 7 Grosseto * Westnordwest 5, -, 26, 1002 8 Ajaccio * West 5, -, 25, 1005 9 Ponza * Westnordwest 5, -, 25, 1005 10 Cagliari * Nordwest 5, -, 27, 1009 11 Messina * Westnordwest 3, -, 30, 1007 12 Malta * Westsüdwest 6, -, 29, 1010 13 Brindisi * Südsüdwest 5, =, 31, 1004 14 Ancona * Stille, =, 18, 1000 15 Venezia Nordost 6, -, 26, 1002 Triest --- 16 Pula * Nordost 5, =, 15, 1001 17 Split Nordnordwest 3, -, 26, 1000 Dubrovnik West 2, -, 25, 1003 18 Ulcinj * Süd 2, -, 28, 1005 Korfu Süd 2, -, 30, 1006 19 Kithira West 4, -, 26, 1008 20 Athen Südsüdwest 4, -, 29, 1006 21 Mytilene (Lesbos) Süd 3, -, 29, 1005 22 Heraklion Nordnordwest 3, -, 27, 1007 23 Rhodos West 4, =, 28, 1006</p>	
<p>Stationsmeldungen vom 28.08., 12.00 UTC</p> <p>1 Brest * Nordost 3, -, 19, 1025 Bordeaux Nordnordost 2, -, 21, 1021 Biarritz Nordnordost 4, -, 21, 1018 2 La Coruna Nordnordost 4, -, 21, 1018 Lissabon Nord 2, =, 23, 1016 3 Gibraltar * Westsüdwest 4, -, 34, 1014 Almeria Südwest 2, -, 33, 1015</p>		<p>Ionisches Meer Südwest 4 bis 5, zunehmend 6 bis 7, rechtdrehend, Gewitterböen Ägäis Süd bis Südwest 4, zunehmend 6, mittlere Sicht</p> <p>Biskaya Nordost 4 bis 5, morgen schwachwindig, gute Sicht</p>	
<p>Wetterlage von heute 09.00 UTC</p> <p>Sturmtief 998 Oberitalien E-ziehend, morgen mittag Jugoslawien. Warmfront 1004 Adria wenig NE-schwenkend. Kaltfront 1007 Tyrrhenisches Meer, 1010 knapp südwestlich Sardinien, südostschwenkend. Welle 1012 Südsüdspanien festliegend. Kaltfront 1015 knapp südlich Lissabon SSE-schwenkend. Kleineräumiges Tief 999 Jugoslawien langsam ENE-ziehend. Warmfront 1003 Ostungarn wenig NW-schwenkend. Tief 998 Mecklenburg E-ziehend. Kaltfront 1003 Ostpolen ENE-schwenkend. Warmfront 1007 Südwestliche UdSSR NNE-schwenkend. Hoch 1027 südlich Irland mit Keil 1010 Schweiz, 1005 GSSR wenig SSE-verlagernd. Tief 1004 Kleinasien festliegend.</p> <p>Stationen mit "*" sowie Stationskreise in der Karte ohne Nummer werden vom DRF gemeldet.</p>		<p>Adria Nordost 6, rückdrehend, morgen West 4, mittlere Sicht</p> <p>Tyrrhenisches Meer West 5 bis 6, rechtdrehend, Schauerböen, sonst gute Sicht</p> <p>Westlich Korsika/Sardinien Nordwest 7, morgen abnehmend 5 bis 6, gute Sicht</p> <p>Balearen Nord 5 bis 6, abnehmend 3, rechtdrehend, gute Sicht</p> <p>Golfe du Lion Nordwest 8, morgen abnehmend 5 bis 6, gute Sicht</p>	

SEEWETTERBERICHT DES ORF
 26. März - Oktober (1989)
 1. Im Rahmen der Reise- u. Urlauberservice, der um 05.30 UTC beginnt, um 05.45 UTC auf 6155, 13730, 21490 und 51410 KHz
 2. Im Rahmen der Reise u. Urlauberservice, der um 10.05 UTC beginnt, um 10.15 UTC auf 6155 u. 13730 KHz
 3. Sonntags nicht um 10.15, nur um 05.45 UTC

Abb. 24 Deutsche Welle-Seewetterbericht vom 28.08.1989

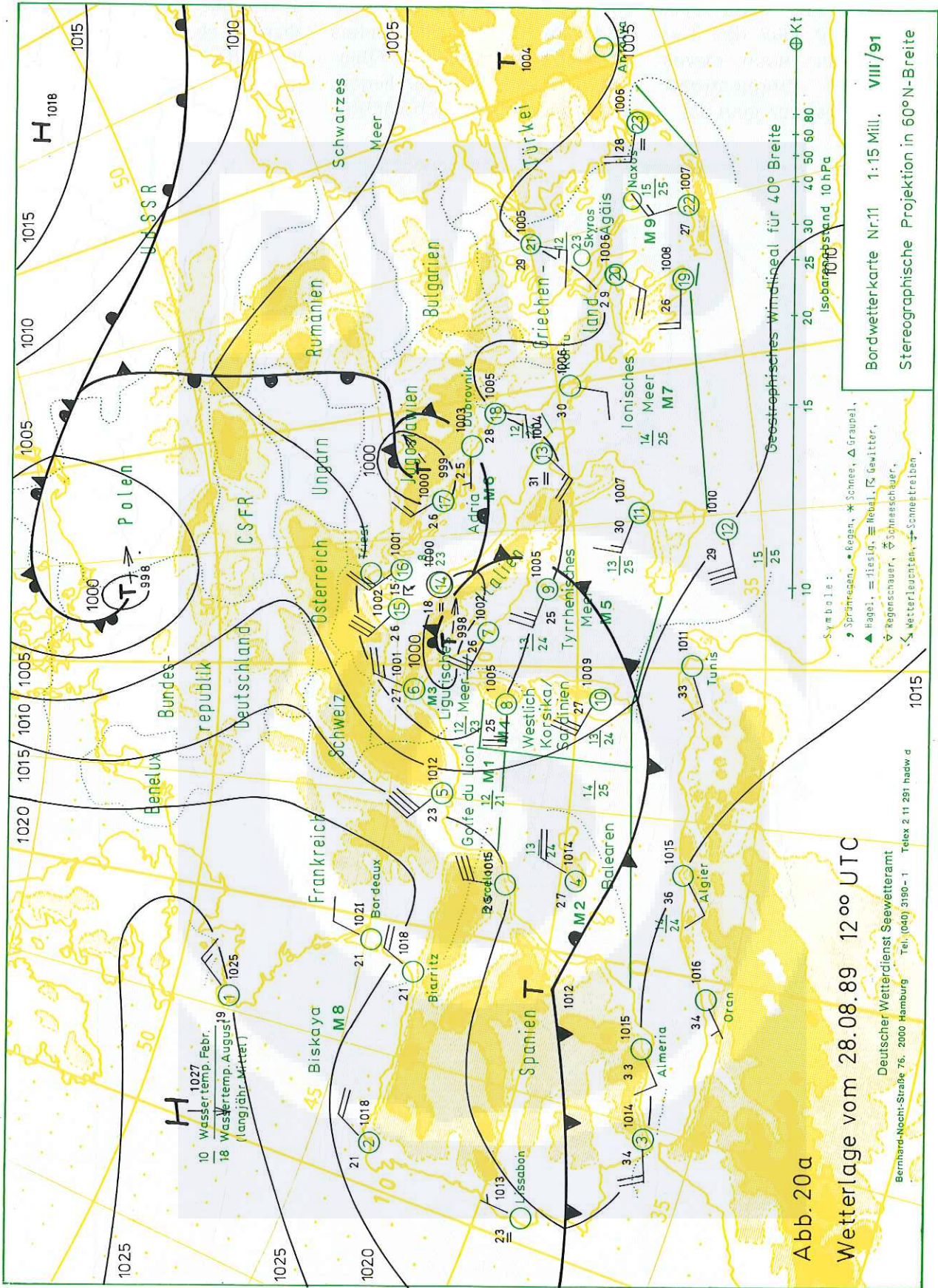


Abb. 25 Wetterlage vom 28.08.1989, 12 UTC

Abb. 20a
Wetterlage vom 28.08.89 12 00 UTC

Bordwetterkarte Nr.11 1:15 Mill. VIII/91
Stereographische Projektion in 60°N-Breite

Deutscher Wetterdienst Seewetteramt
Bernhard-Nocht-Straße 76 · 2000 Hamburg · Tel. (040) 3190-1 · Telex 2 11 291 hadw d

Symbole:
 ☉ Sprüngezeit, ☉ Regen, * Schnee, △ Graupel,
 ▲ Hagel, = Nebel, ☐ Gewitter,
 ▽ Regenschauer, ☼ Schneeschauer,
 ☼ Wetterleuchten, ☼ Schneetreiben

Geostrophisches Windlinial für 40° Breite
 Isobarenabstand 10hPa
 10 15 20 25 30 40 50 60 80
 Kt

Die Analyse des Folgetages (Abb. 26) zeigt, daß das Tief von Oberitalien noch etwas schneller als prognostiziert ost-südostwärts gezogen ist

und bereits Nordostgriechenland erreicht hat. Ein flaches Resttief blieb zwar über Oberitalien im Lee der Alpen liegen, doch gleichzeitig schwächte

sich auch das Hoch über der Biskaya ab, so daß der Mistral im Golfe du Lion erwartungsgemäß abflaute.

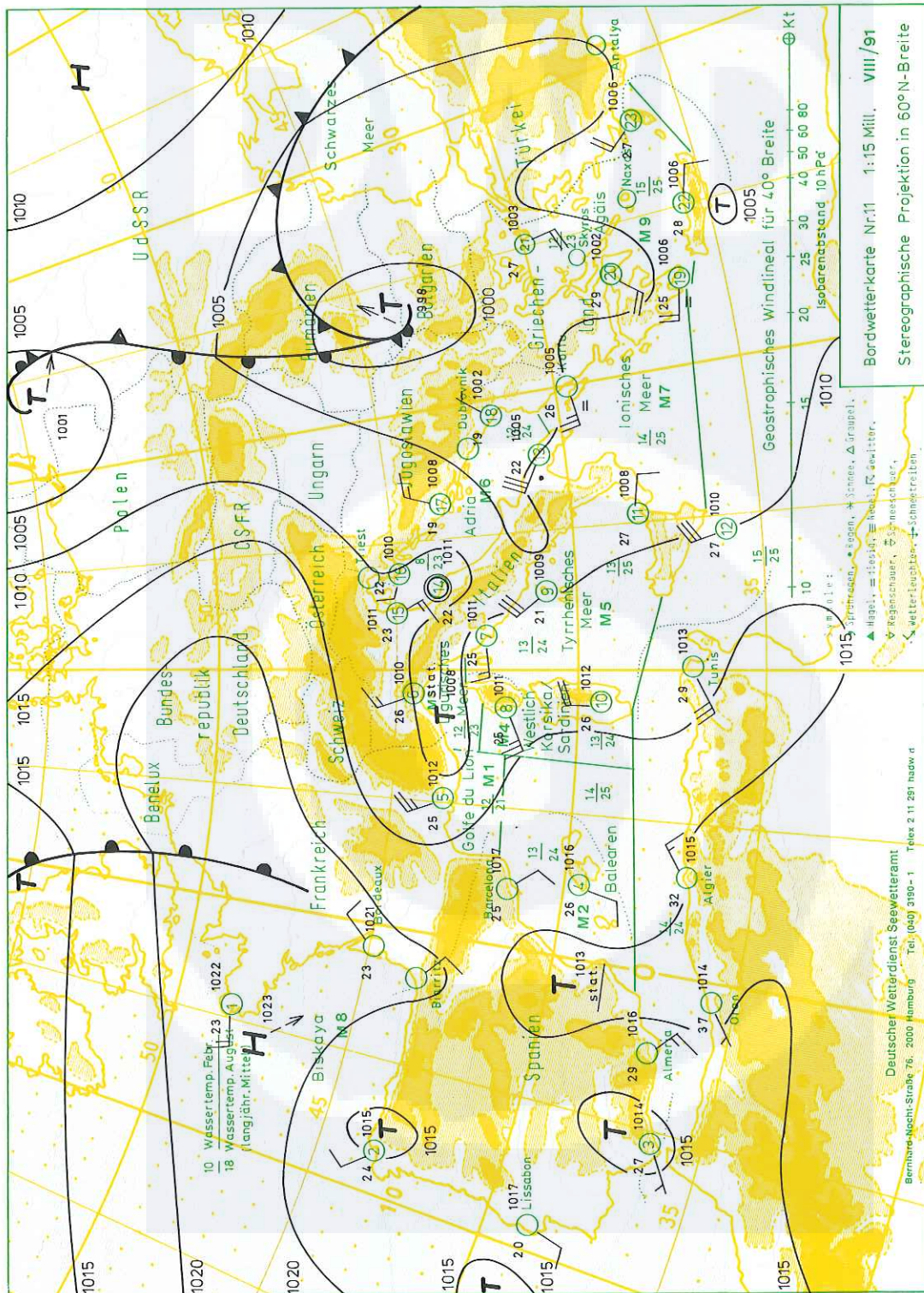


Abb. 26 Wetterlage vom 29.08.1989, 12 UTC

5. WEITERE AUSWERTUNG DER BORDWETTERKARTEN

Nur um die amtlichen Prognosen bestätigt zu bekommen, wäre Aufwand und Mühe zur Erstellung einer Bordwetterkar-

te 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):

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

Windgeschwindigkeit ist mit Hilfe von Diagrammen und sogenannten Windlinealen möglich. Wind-Nomogramme (nach Rudloff, Abb. 27 und 28) 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 Abb. 27 und 28 enthalten nur Tafeln für geradlinige 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 hPa 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 hPa Isobarenabstand $d_1 = d_5/5 = 0.6$. Dieser 1 hPa-Abstand d_1 ist in den Nomogrammen als senkrechte Linie enthalten. Bei Wetterkarten mit anderem Isobarenabstand (z. B. 4 hPa - gebräuchlich im Britischen Wetterdienst) sollte stets auf d zurückgerechnet und erst dann im Nomogramm die Windgeschwindigkeit abgelesen werden.

Die Windfiedern in dem Nomogramm 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. Beim Ablesen ist zwischen diesen Linien zu interpolieren. Man erkennt, daß bei zunehmender zyklonaler Krümmung der Isobaren (geringer werdender Krümmungsradius) die Geschwindigkeit 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 = 1200 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 Nord 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 hPa, so ist bei dem gleichen Abstand $d_4 = 3$ Breitengrade:

Eine genauere Bestimmung der

Die Linien konstanter Windge-

$d = d_4 / 4 = 0,75$. Entsprechend ergibt sich ($\varphi = 50$, $r = 10$) eine Windgeschwindigkeit 12 Knoten = Bft 4. In einem Fall sehr enger Isobarenabstände messen wir die Distanz zwischen 10 hPa Druckunterschied und erhalten $d_{10} = 2$ Breitengrade, entsprechend $d_1 = 0.2$. Bei $r = 20$ und $\varphi = 40$ Grad Nord 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.

Auf den Seiten 38 und 39 sind die Nomogramme von Rudloff zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See. Abb. 27 auf Seite 38 gilt für die Radien $r = \infty$, $r = 20$ und $r = 10$. Abb. 28 auf Seite 39 dagegen gilt für die Radien $r = 5$, $r = 3$ und $r = 1$.

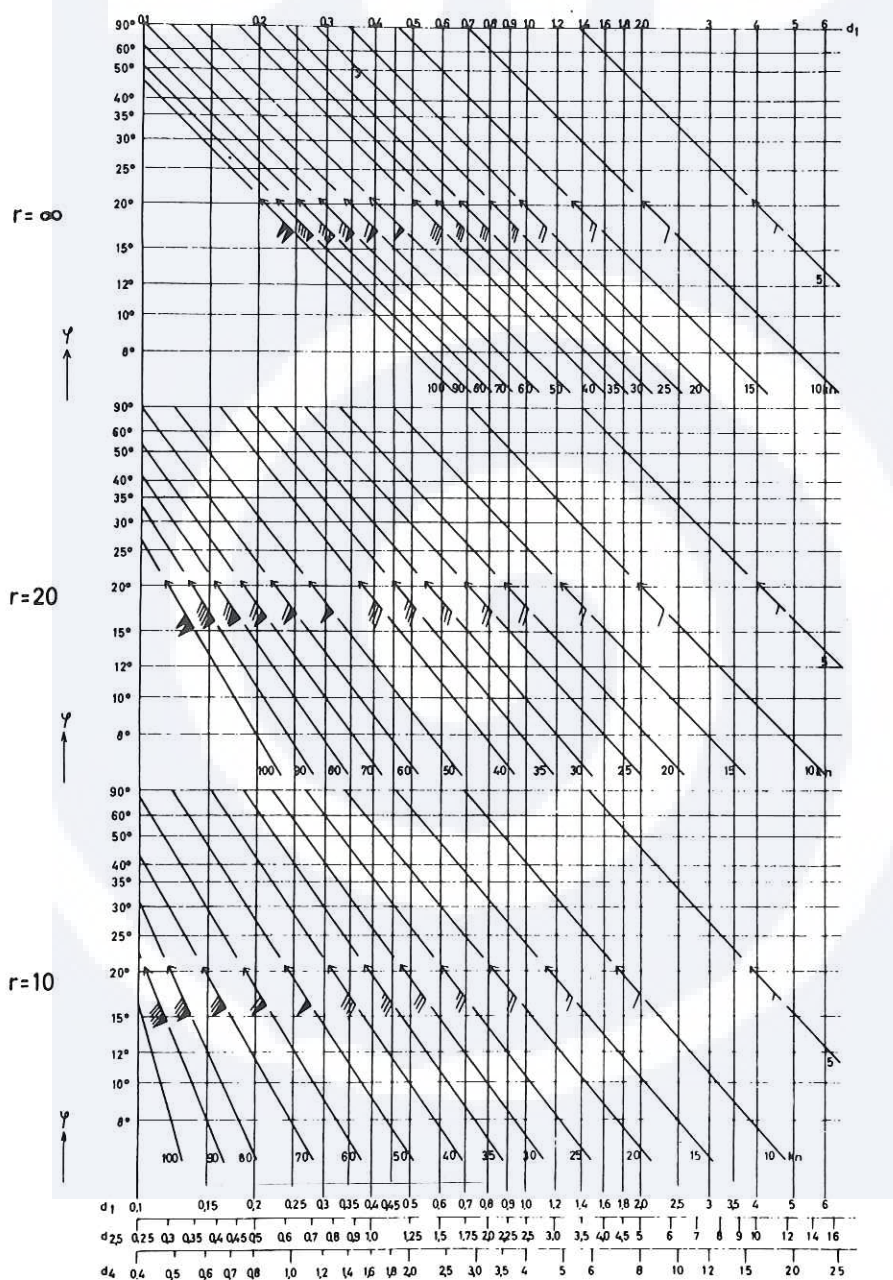


Abb. 27

Dr. Rudloff's Nomogramm zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See nach einer Bordwetterkarte ($r = \infty$, $r = 20$ und $r = 10$)

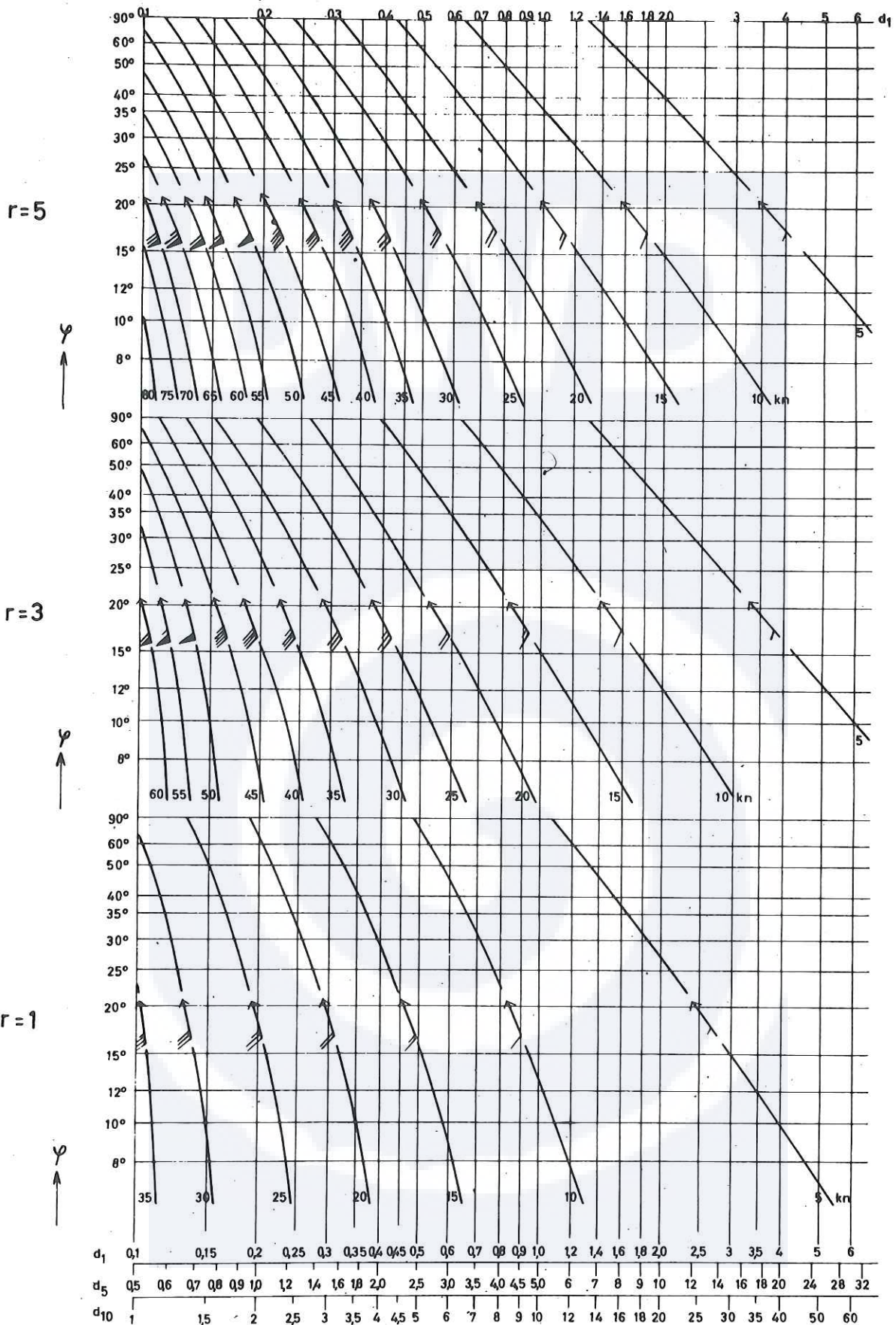


Abb. 28

Dr. Rudloff's Nomogramm zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See nach einer Bordwetterkarte ($r = 5, r = 3$ und $r = 1$)

In der meteorologischen Praxis wird anstelle der Nomogramme häufig das sogenannte geostrophische Windlineal verwendet (Abb. 29). Das geostrophische Windlineal hat den Nachteil, daß es nur bei Isobarenabständen von 5 hPa, einem Kartenmaßstab von 1 : 12,5 Millionen

und einer bestimmten Kartenprojektion verwendet werden kann. Vor allem wird der Einfluß der Isobarenkrümmung nicht berücksichtigt, so daß diese Windgeschwindigkeit nur für geradlinige Isobaren richtig ist. Als Vorteil ist dagegen anzusehen, daß Umrechnungen

der aus der Wetterkarte entnommenen Isobarenabstände nicht erforderlich sind, d. h. die Windgeschwindigkeit kann in der entsprechenden geographischen Breite direkt von der Schablone abgelesen werden.

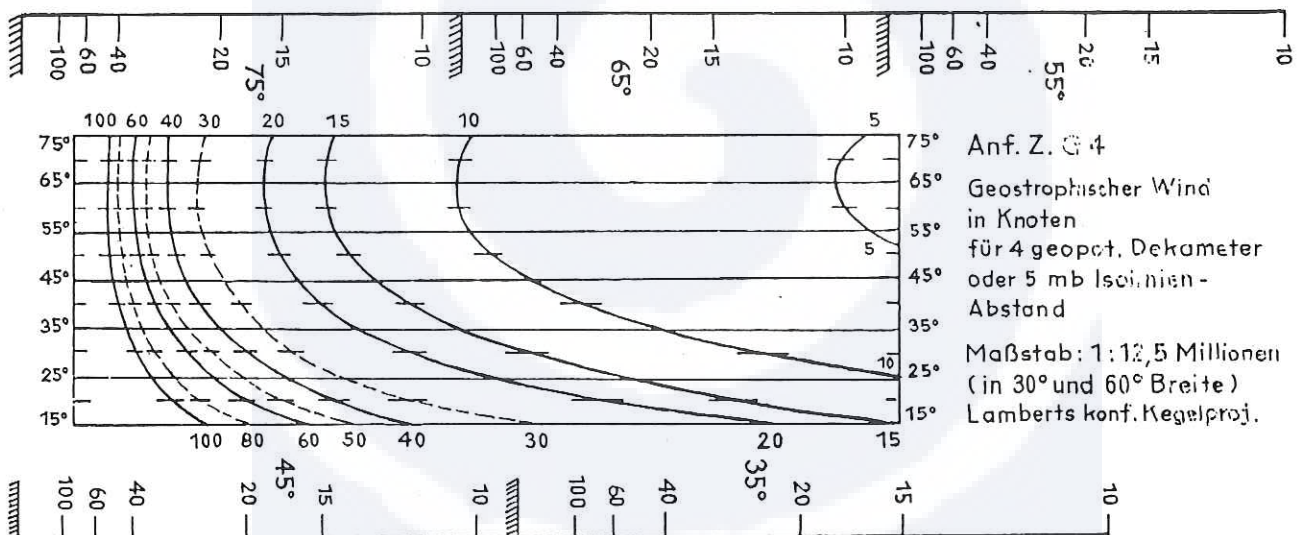


Abb. 29 Windlineal zur Ermittlung des geostrophischen Windes

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 winderzeugten Schwellen 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 Abb. 30 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 Wellenperioden kürzer und die Neigung ist steiler.

Neben der Windstärke wird die Ausbildung der Windsee wesentlich beeinflusst von

a.) der Dauer der Windein-

wirkung, Windwirkdauer genannt (eine einzelne Bordwetterkarte gibt daher nur beschränkt Auskunft über die Wellenhöhe),

b.) der Länge des Windweges über dem Wasser, Fetch genannt,

c.) den Eigenschaften der Luftmasse (kalt, warm, böig, laminar usw.)

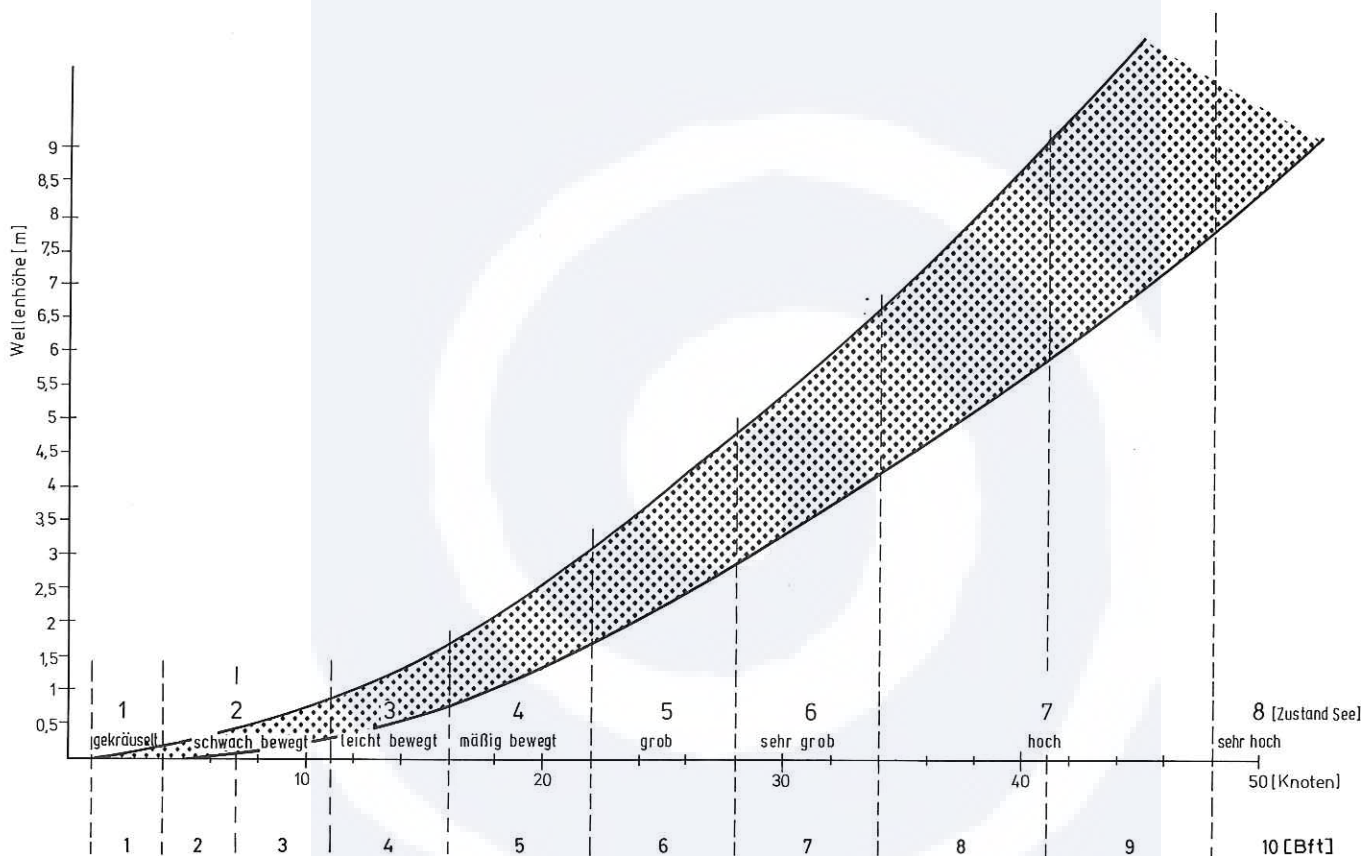


Abb. 30 Abschätzung der Seegangshöhen in Abhängigkeit der Windstärke bei jeweils voll entwickelter See

Die beiden Kurven 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

Abb. 31 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.

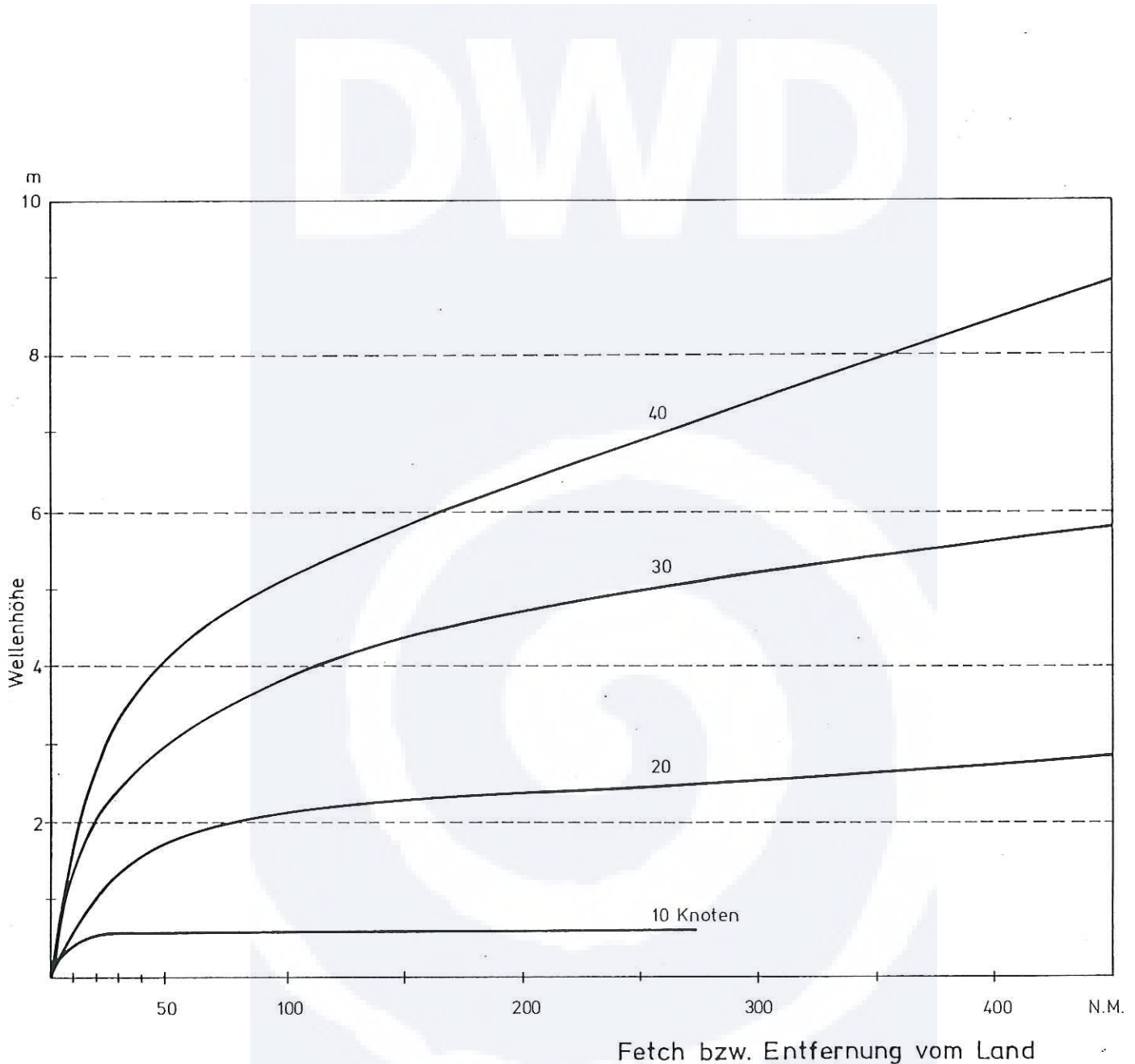


Abb. 31

Zunahme der Seegangshöhe mit wachsender Strecke der Windeinwirkung bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten

Abbildungsverzeichnis:

- Abb. 1 Fiktive Druckverteilung über dem Nordatlantik mit den meteorologischen Begriffen zur Beschreibung von Wetterlagen
- Abb. 2 Geschwindigkeiten und Auswirkungen des Bodenwindes sowie Befiederung durch die Beaufortskala
- Abb. 3 Windrose
- Abb. 4 -Symboltafel- Mit diesen Symbolen werden vollständige Wettermeldungen verschlüsselt. Nur eine Auswahl davon wird in den Seewetterberichten verwendet.
- Abb. 5 Beispiel einer Interpolation zwischen 6 vorgegebenen Druckwerten. Die Hilfslinien sind punktiert.
- Abb. 6 Ein anderes Beispiel mit 5 Druckwerten, einem sogenannten neutralen Punkt N sowie 4 Druckzentren
- Abb. 7 Interpolation zwischen höchstem und tiefstem Druck entlang einer Hilfslinie. Berücksichtigt wurde die Änderung der Windstärke, wie diese zwischen zwei ausgeprägten Druckzentren typisch ist.
- Abb. 8 Berücksichtigung von Windrichtung und -stärke beim Zeichnen der Isobaren
- Abb. 9 Mögliche Fehlerquellen beim Zeichnen der Isobaren
- Abb. 10 Tief und Randtief. Die gestrichelt gezeichneten Isobaren zeigen, wie eine solche Druckverteilung nicht zu analysieren ist.
- Abb. 11 Seitenansicht einer Warmfront
- Abb. 12 Seitenansicht einer Kaltfront
- Abb. 13 Seitenansicht einer Kaltfront-Okklusion
- Abb. 14 Seitenansicht einer Warmfront-Okklusion
- Abb. 15 Beispiel einer durch drei Druckwerte definierten Kaltfront: hier schneiden die entsprechenden Isobaren die Front.
- Abb. 16 Unterschiedliche Isobarenabstände vor und hinter der Kaltfront
a.) Windabnahme
b.) Windzunahme
- Abb. 17 Typische Wetterlage zum Fall a.) von Abb. 16: "Vorderseitensturm"
- Abb. 18 Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 03.08.1985
- Abb. 19 Wetterlage vom 03.08.1985, 18 UTC
- Abb. 20 Wetterlage vom 04.08.1985, 18 UTC
- Abb. 21 Deutschlandfunk-Seewetterbericht vom 05.05.1986

- Abb. 22 Wetterlage vom 05.05.1986, 06 UTC
- Abb. 23 Wetterlage vom 06.05.1986, 06 UTC
- Abb. 24 Deutsche Welle-Seewetterbericht vom 28.08.1989
- Abb. 25 Wetterlage vom 28.08.1989, 12 UTC
- Abb. 26 Wetterlage vom 29.08.1989, 12 UTC
- Abb. 27 Dr. Rudloff's Nomogramm zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See nach einer Bordwetterkarte
($r = \infty$, $r = 20$ und $r = 10$)
- Abb. 28 Dr. Rudloff's Nomogramm zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See nach einer Bordwetterkarte
($r = 5$, $r = 3$ und $r = 1$)
- Abb. 29 Windlineal zur Ermittlung des geostrophischen Windes
- Abb. 30 Abschätzung der Seegangshöhen in Abhängigkeit der Windstärke bei jeweils voll entwickelter See
- Abb. 31 Zunahme der Seegangshöhe mit wachsender Strecke der Windeinwirkung bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten

Literaturverzeichnis:

1. R. Scherhag: Neue Methoden der Wetteranalyse, Berlin 1948
2. A. Watts: Wind and Sailing Boats, Adlord Coles Ltd., London 1965
3. Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt: Zeichnen und Nutzen von Wetterkarten durch Seeleute: Einzelveröffentlichungen, Sonderheft, Hamburg 1970
4. Nautischer Funkdienst, Bd. III, BSH, Hamburg 1979
5. W. Rudloff: Wind-Nomogramme zur Abschätzung der Windgeschwindigkeit auf See

