

10. März 1998

**DEUTSCHER
WETTERDIENST**

WETTERKUNDLICHE LEHRMITTEL

Nr. 6c, d

17. 509. 21 (07)

161000

**Übungswetterkarte Nr. 2
mit Erläuterungen
Tiefdruckgebiet über der Nordsee
Wetterlage vom 18. März 1948**

DWD Offenbach / Bibliothek

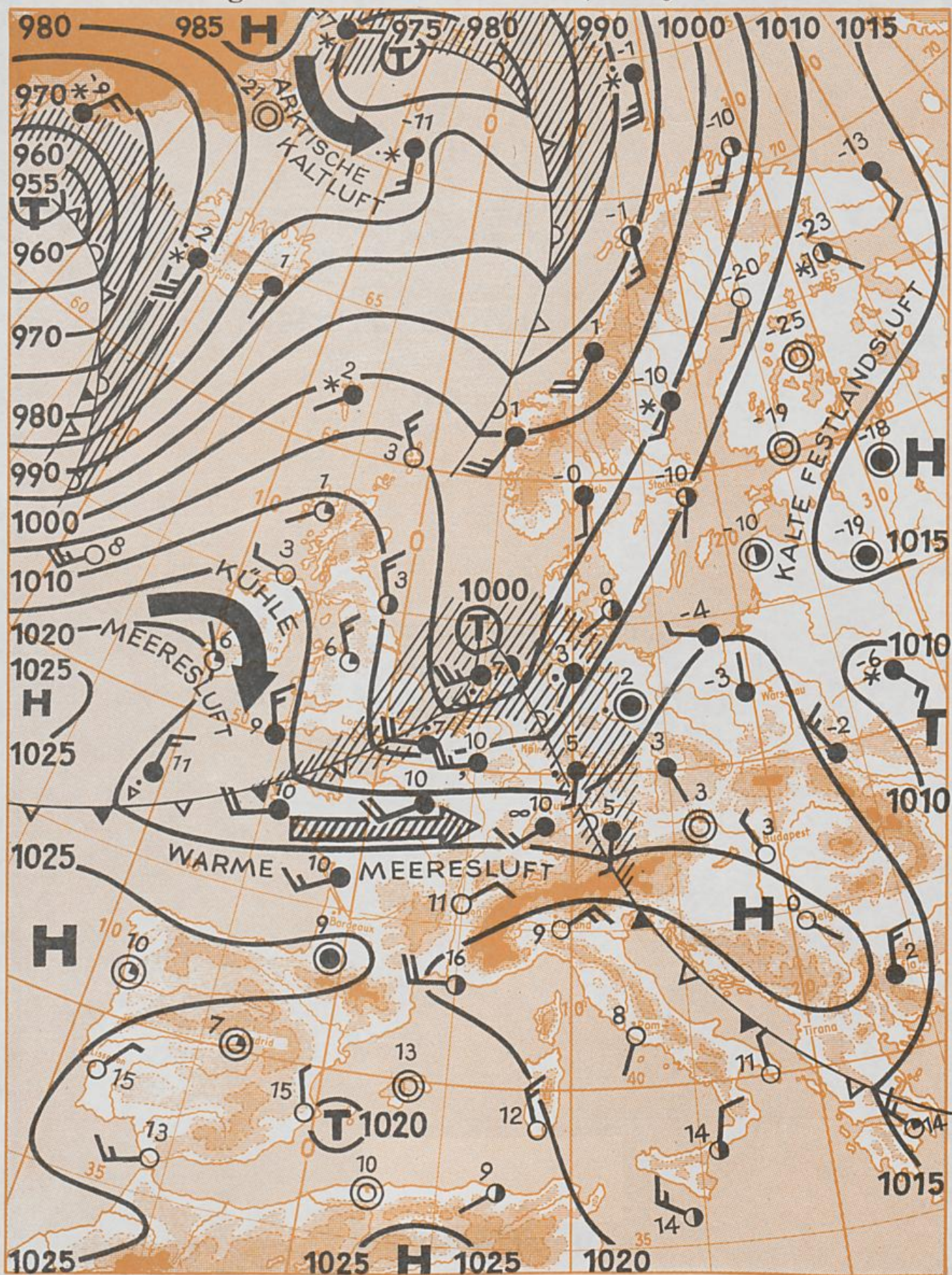


B23029411

Hamburg 1990

I 9 LR (101) PPF

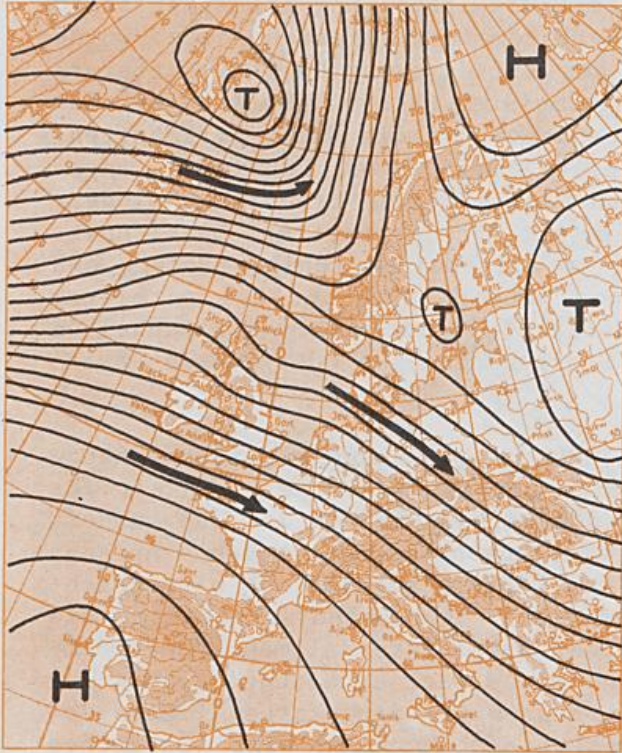
Nr. 2 Tiefdruckgebiet über der Nordsee (Wetterlage vom 18. März 1948 04 Uhr MEZ)



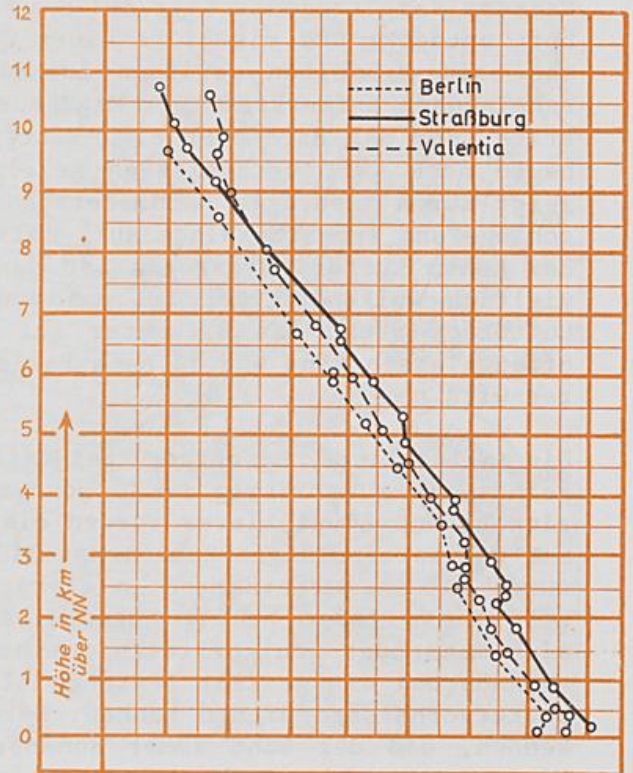
Bibliothek
des
Deutschen Wetterdienstes
Offenbach/M.

98.320

Windströmungen in 5000 m Höhe 4 Uhr



Messungen der freien Atmosphäre von 4 Uhr



Ein Tiefdruckgebiet, das am Vortage über dem Atlantischen Ozean noch westlich von Island lag, ist am Morgen des 18. März mit 998 hPa über der Nordsee angelangt. In dem flachen vorgelagerten Hochdruckkeil herrscht östlich der Oder leichter Frost. Von Frankreich her dringt mit westlichen Winden warme Meeresluft vor, der "Warmsektor" des Tiefs. Nicht nur in den Bodenmeldungen ist ein deutlicher Temperaturunterschied zu erkennen, sondern auch die Messungen in der freien Atmosphäre zeigen, daß die Luft über Straßburg bis in große Höhen 6-8 Grad wärmer ist als über Berlin. Vor der Warmfront fällt in einem 200-300 km breiten Streifen Regen, der durch "Aufgleiten" der feuchtwarmen Luftmassen auf der östlichen Kaltluft hervorgerufen wird. Im Warmsektor kommt es bei überwiegend bedecktem Himmel örtlich zu Sprühregen; nur in der Umgebung des Tiefdruckzentrums hängt das große deutsche Niederschlagsgebiet mit einem kleineren Regengebiet zusammen, das sich entlang der Kaltfront in einzelne Schauer auflöst. Die hinter der Kaltfront südostwärts strömende kühle Meeresluft ist nach der Beobachtung in Valentia (Südirland) auch in der Höhe mehrere Grad kälter als die Warmluft, aber nicht so kalt wie die Kaltluft im Osten. Das Tiefdruckgebiet befindet sich mit den Fronten noch in rascher Bewegung. Seine Zugrichtung wird durch die Strömung in den oberen Luftschichten bestimmt, die über Mitteleuropa eine Wendung von West auf Nordwest zeigt und den Tiefdruckkern am nächsten Tage bis zu den Karpaten gelangen läßt.

Erläuterungen:

- wolkenlos
- ◊ heiter
- ◐ 1/2 bedeckt
- ◑ wolkig
- bedeckt
- ∞ Dunst
- ≡ starker Dunst
- ≡≡ Bodennebel
- ≡≡≡ Nebel
- ↘ Staub- oder Sandsturm
- ↗ Schneetreiben
- Regen

- ☉ Nieseln
- (•) Niederschlag in der Umgebung
- * Schneefall
- * * Regen m. Schnee
- ↔ Eisnadeln
- ▽ Schauer
- △ Graupeln
- ▲ Hagel
- ⚡ Gewitter
- (⚡) Ferngewitter
- ⚡ Wetterleuchten
-] nach Regen,
- ⚡] Gewitter usw.

- ☺ Warmfront
- ☹ Kaltfront
- ☹☺ Okklusion

Windgeschwindigkeit

Symbol	m/sec.	km/h
○	still oder sehr schwach	
○	um 1	1-5
○	2,5	6-13
○	5	14-22
○	7,5	23-31
○	10	32-40
○	22,5	77-85
○	25	86-94
	u.s.w.	

1,8 km/h ≈ 1 Knoten

Beispiel:



Bedeckt,
Wind: NNW
23-31 km/h
oder 6-8 m/sec.,
Niederschlag in
der Umgebung,
Temperatur 3°C

Nachdem der Italiener Torricelli um 1650 die Druckwirkung der atmosphärischen Luft entdeckt und mit Hilfe eines Quecksilberbarometers gemessen hatte, wurde man bald auf einen gewissen Zusammenhang des Luftdruckes mit den Wettererscheinungen aufmerksam. Der Magdeburger Bürgermeister Otto v. Guericke war der erste, der das Barometer als "Wetterglas" benutzte und die damit verknüpften, heute noch weit verbreiteten Regeln aufstellte. Bei tiefem Luftdruck, angezeigt durch niedrigen Barometerstand, treten häufig starke Bewölkung, Niederschläge und lebhaftere Winde auf, üblicherweise mit "Schlechtwetter" bezeichnet. Bei hohem Luftdruck dagegen ist das Wetter im allgemeinen ruhig, trocken und vielfach wolkenarm, so daß man von "schönem Wetter" spricht. Bei mittlerem Luftdruck steht das Barometer auf "Veränderlich", womit beide Möglichkeiten offengelassen sind und je nach Fallen oder Steigen die eine oder andere erwartet wird.

Die alltägliche Erfahrung zeigte jedoch, daß die genannten Zusammenhänge keineswegs zuverlässig sind, sondern nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit für sich haben. Etwas klarer wurden die Zusammenhänge, als man im 19. Jahrhundert mit der kartenmäßigen Zusammenstellung von Wetterbeobachtungen begann. Anfangs wurde in die Wetterkarten in erster Linie die Luftdruckverteilung eingezeichnet. Diese zeigt häufig abgeschlossene Tiefdruck- und Hochdruckgebiete, die sich mehr oder weniger rasch fortbewegen, aber dabei unter allmählicher Formveränderung einige Zeit bestehen bleiben und mit dieser Erhaltungsneigung zur Wettervorhersage dienen können. Bereits die ersten Luftdruckkarten ließen erkennen, daß der Wind immer annähernd parallel den Isobaren weht (barisches Windgesetz). Die Isobarenkarten vermitteln also ein Bild von Richtung und Stärke der Luftströmung (z.B. Sturmzentren), stehen aber - wie der örtliche Barometerstand - mit den übrigen Wettererscheinungen nur in weitläufigem Zusammenhang. Erst als im 2. Jahrzehnt unseres Jahrhunderts die "Fronten" entdeckt wurden, gelang es, die Vorgänge der Bewölkungs- und Niederschlagsbildung genauer zu erfassen und in ihrem zeitlichen Ablauf zu verfolgen.

Etwas 10 Jahre später wurden mit den wachsenden Anforderungen des Flugverkehrs die regelmäßigen Wetterbeobachtungen - anfangs mit Hilfe von Flugzeugen, später durch Einführung von Radiosonden- und Satellitenbeobachtungen - auch auf die freie Atmosphäre ausgedehnt und damit eine dreidimensionale Betrachtung der atmosphärischen Vorgänge ermöglicht. Bodenwetterkarten mit Isobaren und Fronten sowie Höhenwetterkarten sind heute das Rüstzeug der Wetterkunde. In den Tagen vom 17. - 19.3.1948 zeigt die Wetterlage den typischen Entwicklungsgang eines Tiefdruckgebietes von einer flachen Wellenstörung bis zur völligen Okklusion. Der Höhepunkt wird am 18. in Gestalt einer "Idealzyklone" erreicht (unter Zyklone versteht man ein Tief als Luftdruckgebilde mit dem zugehörigen Frontensystem), wie sie der Norweger v. Bjerknes in seiner Zyklonentheorie beschrieben hat und die sich am besten zur Demonstration der verschiedenen mit einem Tiefdruckgebiet (häufig auch "Störung" genannt) verbundenen Wettererscheinungen eignet.

Voraussetzung für die Bildung eines Tiefs ist stets das Zusammentreffen verschieden warmer Luftmassen. In unserem Beispiel strömt am Morgen des 17. kühle Meeresluft, die vom Nordwestatlantik herkommt, westlich von Irland annähernd parallel mit wärmerer und vor allem feuchterer, dem Azorenraum entstammender Luft in östlicher Richtung (Abb.1). Der Temperaturunterschied beider Luftmassen beträgt in den unteren Schichten etwa 4-6 Grad, ihre Abgrenzung ist als schwache Front ausgebildet, an der leichter Sprühregen beobachtet wird. Etwa 1000 km westlich der irischen Küste deutet sich ein flacher länglicher Tiefdruckkern von etwa 1012 hPa an, der gerade dort liegt, wo sich die Luftmassengrenze zu einer leichten wellenförmigen Ausbuchtung deformiert hat. In diesem Stadium spricht man von einer "Wellenstörung", die häufig eng begrenzt und deshalb auf dem Ozean mit seinem weniger dichten Beobachtungsnetz nicht immer leicht zu erkennen ist. Ihre Kennzeichen sind schwache Winde, ein schmales, langgestrecktes Niederschlagsgebiet und fallender Luftdruck auf der Vorderseite.

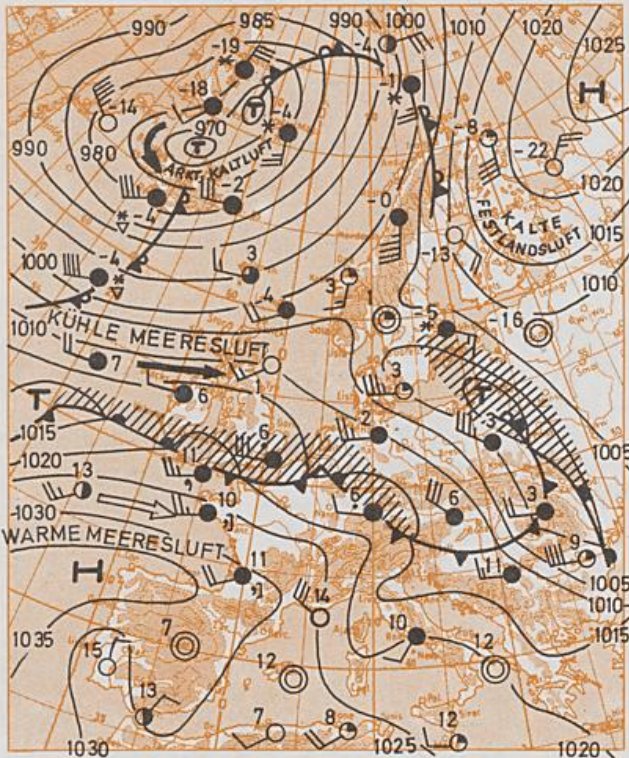


Abb. 1:
Wetterlage vom 17.03.1948, 04 Uhr MEZ

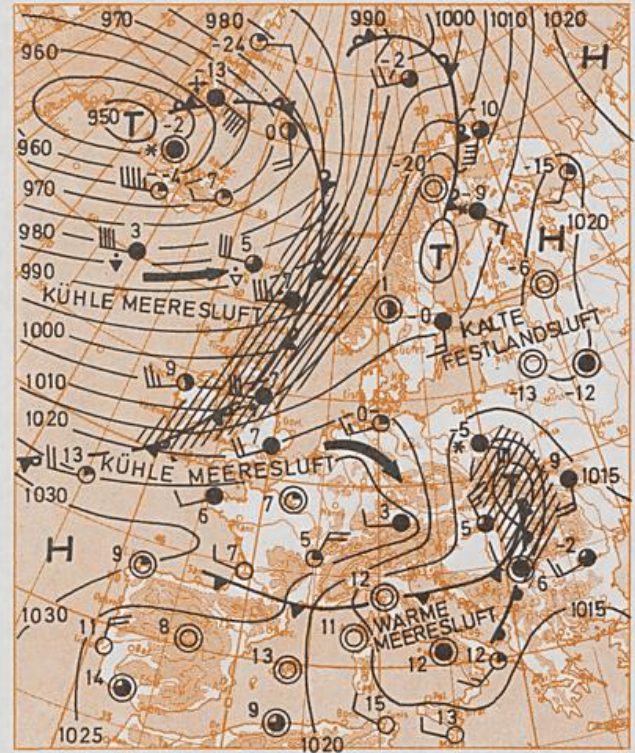


Abb. 2:
Wetterlage vom 19.03.1948, 04 Uhr MEZ

Am Abend des gleichen Tages hat sich der Tiefdruckkern auf 1005 hPa verstärkt und die Irische See erreicht. Von ihm gehen Warmfront und Kaltfront schon annähernd rechtwinklig aus. Im Osten Englands fällt mäßiger Regen, in Irland treten bereits schauerartige Niederschläge auf.

Bis zum Morgen des 18. ist der Luftdruck im Zentrum des Tiefs auf etwa 998 hPa gefallen, und das ganze Gebilde hat 2000 km zurückgelegt, was einer Geschwindigkeit von etwa 80 km/h entspricht. Der Warmsektor bildet zum Tiefkern hin nur noch einen spitzen Winkel, beginnt sich also merklich zu verkleinern. Die Warmfront, die am Abend noch an der französischen Ostgrenze lag, hat sich bis zur Weser vorgeschoben, also nur mit 25-30 km/h. Diese gegenüber dem Tiefkern wesentlich geringere Geschwindigkeit findet ihre Erklärung darin, daß das Fortschreiten des tiefsten Luftdruckes ein wellenförmiger Vorgang ist, der rascher verläuft als die Bewegung der umgebenden materiellen Teilchen, etwa in ähnlicher Weise wie die Wellen auf einer Wasseroberfläche die wirkliche Wasserbewegung an Geschwindigkeit weit übertreffen. Auch die Warmfront selbst rückt langsamer vor als die Winde in ihrer Umgebung; die Warmluft strömt nämlich durch die Front hindurch und gleitet dabei an der vorgelagerten Kaltluft wie auf einer schiefen Ebene in die Höhe. Die damit verbundene Hebung bedingt

Abkühlung, Kondensation und schließlich Niederschlagsbildung. Dementsprechend beginnt der Wolkenschirm weit vor der Warmfront in Höhen von 8-12 km als Cirrus, der über Cirro-Stratus in Altostratus und endlich in den mehrere Kilometer mächtigen Nimbostratus übergeht. Die Warmfront ist also die hintere Begrenzung des Aufgleitprozesses, der sich in der Höhe über der Kaltluft abspielt.

Im Warmsektor ist die Wolkendecke meistens geschichtet. Ob es zur Auflockerung kommt, hängt von der Feuchtigkeit der Warmluft und der Breite des Warmsektors ab. Wenn in der kalten Jahreszeit warme Meeresluft auf kältere Teile des Festlandes gelangt, bleibt die untere Wolkenschicht meistens geschlossen. Im Sommer herrscht dagegen im Warmsektor häufig freundliches und trockenes Wetter. Wesentlich anders sind die Bedingungen an der Kaltfront. Die spezifisch schwerere Kaltluft schiebt sich mit der Geschwindigkeit der bodennahen Strömung

unter die Warmluft und läßt sie je nach der Größe des Temperaturunterschiedes mehr oder weniger kräftig emporstrudeln. Auch hierbei bilden sich Niederschläge aus der Warmluft heraus, aber wegen der ungleichmäßigen Hebung in von Ort zu Ort oft sehr unterschiedlicher Intensität. Im Winter entstehen dabei mehr schauerartige Regenfälle oder, wie im vorliegenden Fall, auch kleinere zusammenhängende Niederschlagsgebiete. Im Sommer kommt es dagegen bei Einbruch der Kaltluft in die über Land noch zusätzlich erhitze Warmluft leicht zu mächtiger, bis in die Eisregion reichender Haufenbewölkung und dabei zu heftigen Schauern und Gewittern.

Durch die verzögerte Bewegung der Warmfront und das demgegenüber raschere Vordringen der Kaltluft wird der Warmsektor laufend eingeengt, bis schließlich die Warmfront von der Kaltfront eingeholt wird und das Stadium der "Okklusion" (= "Zusammenschluß") eintritt, das vom Tiefkern aus seinen Anfang nimmt und allmählich in Richtung höheren Luftdruckes fortschreitet. Sobald der Okklusionsprozeß einsetzt, ist der Höhepunkt der Tiefdruckentwicklung erreicht; das Tiefdruckzentrum beginnt sich langsam aufzufüllen, die Niederschlagsgebiete werden kleiner und das Wolkenfeld neigt mehr und mehr zum Zerfall.

Unter Okklusion wird aber nicht nur der Vorgang des Zusammenklappens des Warmsektors verstanden, sondern meistens der dabei entstandene Frontenzug, der je nach dem Temperaturunterschied zwischen Vorder- und Rückseite der Zyklone Warmfront- oder Kaltfrontcharakter hat. In unserem Falle entsteht, wie die Radiosondenmessungen von Berlin und Valentia zeigen, eine Warmfrontokklusion. Im Sommer dagegen, wenn die Vorderseitenkaltluft auf dem Festland bereits stark erwärmt ("gealtert") ist und die Warmfront deshalb wenig in Erscheinung tritt, öfters nur als dünner Wolkenaufzug ohne jeden Niederschlag, wirkt sich die Okklusion als reine Kaltfront aus, die einen fühlbaren Temperaturrückgang mit sich bringt.

Von großer Bedeutung für die Wettervorhersage ist die zukünftige Bewegung des Tiefs, die sich aus der Bodenwetterkarte nur undeutlich ersehen läßt. Denn es ist keineswegs sicher, daß der Tiefkern seinen bisherigen Kurs, der den Vorkarten zu entnehmen ist, beibehält, sondern es kommen häufig plötzliche Schwenkungen vor. Genaue Vorstellungen über die Bewegung der Tiefdruckgebiete ergaben sich erst, als das zunehmende Beobachtungsmaterial aus der freien Atmosphäre einen meist recht glatten Verlauf der Höhenströmung erkennen ließ und man darauf aufmerksam wurde, daß die bodennahen Druckgebilde von der Oberströmung "gesteuert" werden. In unserem Beispiel biegt die Strömung in 5 km Höhe am 18. über Mitteleuropa deutlich nach Südosten um.

So zieht das Tief in den nächsten 24 Stunden mit etwa 60 km/h über Schlesien hinweg zu den Karpaten (Abb. 2) und ist einen Tag später völlig aufgelöst. Auf seiner Rückseite überflutet die von England her vorstoßende kühle Meeresluft ganz Mitteleuropa. In dem sich entwickelnden Zwischenhoch stellt sich Wetterberuhigung ein und der Himmel heitert teilweise auf, so daß es in der Nacht zum 19. auch in Deutschland wieder örtlich zu Nachtfrost kommt.

Verfolgt man die Stationsmeldungen am Morgen des 18. entlang der Isobare 1015 hPa, die etwa einem mittleren Luftdruck entspricht, bei dem das Barometer auf "Veränderlich" steht, dann findet man in Irland klares, kühles und ruhiges Wetter, in Frankreich bei mäßigen Winden trübes, mildes Wetter, im mittleren Deutschland Regen und weiter im Osten trockenen Frost, also annähernd die ganze Skala von "Schön" bis "Schlecht" und von "Kalt" bis "Warm". So zeigt diese Wetterlage schon zu einem einzigen Termin und noch vielmehr in ihrem zeitlichen Ablauf, wie die einzelnen Wettererscheinungen in erster Linie aus dem Zusammenwirken verschiedener Luftmassen entstehen und wie das Luftdruckfeld nicht unmittelbar, sondern nur über die Bewegung der Luftmassen auf das Wettergeschehen einwirkt.