



Großwetterlagen in Mitteleuropa

1984 Hagelunwetter in München am 12.07.1984
 1985
 1986
 1987
 1988
 1989
 1990
 1991
 1992
 1993 sintflutartige Regenfälle in den Alpen im Oktober
 1994
 1996
 1997 Sommerhochwasser im Juli an der Oder und Weichsel
 1998
 1999 Pfingsthochwasser im Mai in Bayern
 2001 Oderhochwasser
 2002 Jahrtausendhochwasser an der Elbe
 2003 Jahrhundertssommer
 2004

M1 Ist unser Wetter aus dem Gleichgewicht geraten?



M2 Überfluteter Hauptbahnhof von Dresden Mitte August 2002

Die Jahrtausendflut an der Elbe als Folge einer extremen Großwetterlage

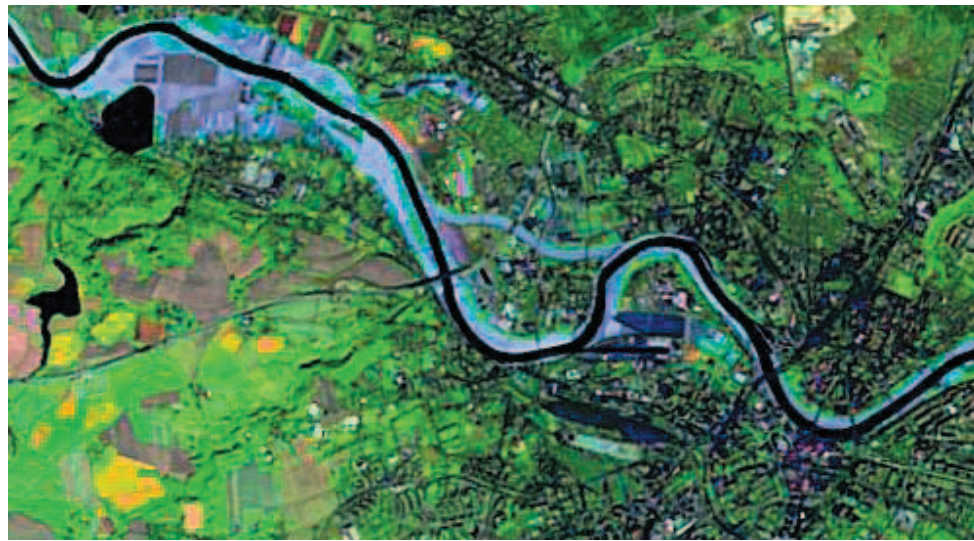
Während die Menschen im August 2002 in Skandinavien bei hochsommerlichen Temperaturen ihren Urlaub genießen konnten, wurden die Menschen im südöstlichen Mitteleuropa ziemlich unvorbereitet mit den Folgen einer extremen Großwetterlage konfrontiert. Als Folge der „Jahrtausendflut“ versanken die Innenstädte von Prag, Dresden und Passau in dreckigen und stinkenden Wasser- und Schlammmassen. Bereits in der ersten Augustdekade 2002 hatte es in Tschechien und Österreich außergewöhnliche Starkregenniederschläge von bis 100 mm am Tag gegeben. In der zweiten Augustdekade führte dann Tief „Ilse“ feuchtwarme Luftmassen aus dem Mittelmeerraum heran, die stellenweise in drei Tagen das Vierfache des sonst in einem Monat zu erwartenden Niederschlags abregneten. Am schlimmsten erwischte es dabei die Station Zinnwald-Georgenfeld im Erzgebirge. In 24 Stunden wurden dort 312l/m² gemessen. Das ist der höchste Tageswert, der seit Beginn der Messungen in Deutschland registriert worden ist.

Spielt die Wettermaschine vollkommen verrückt?

Als Folge der außergewöhnlichen Regenfälle entwickelte sich für die Elbe und viele ihrer Nebenflüsse in Sachsen und Tschechien eine Hochwassersituation, wie sie nach der bisherigen Überlieferung noch nie vorgekommen war. Extremereignisse dieser Art werfen eine Menge von Fragen auf, die im Folgenden geklärt werden sollen:

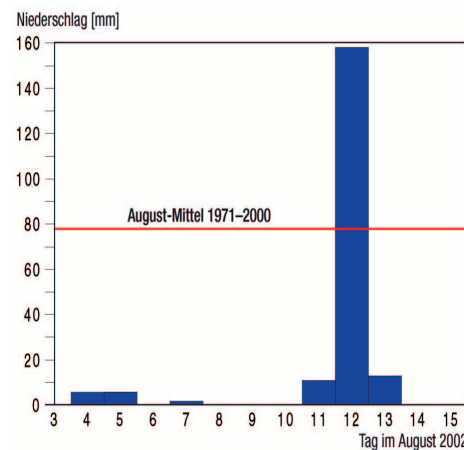
- Worin sind die Ursachen dieses Jahrtausendereignisses zu suchen? („meteorologische Situation“)
- Aus welcher Wettersituation gingen die starken Niederschläge hervor? (Wetterlagen)
- Hätten die Starkregenniederschläge nicht vorausgesagt werden können? (Wettervorhersage)
- Werden wir uns auf Wetter-Extreme dieser Art immer häufiger einstellen müssen (Katastrophenschutz)?
- Steht die Häufung extremer Wetteranomalien in Zusammenhang mit der globalen Erwärmung? (Bedrohung und Schutz der Erdatmosphäre).

Überlagerung zweier Landsat 7 ETM+ Szenen vom 14. August 2000 und 20. August 2002 mit 25 m Bodenauflösung. Kanal-kombination der Kanäle 3 (sichtbares Rot), 4 nahes Infrarot. Die normale Ausdehnung der Elbe ist schwarz, blau-lila Bereiche sind überschwemmt.
©DLR/Eurimage



M3 Die Jahrtausendflut im Raum Dresden im Satellitenbild

Andreas Philipp/Jucundus Jacob: Das Hochwasserereignis in Mitteleuropa im August 2002 aus klimatologischer Perspektive. In Petermanns Geographische Mitteilungen 147, H. 6. Gotha: Klett-Perthes 2003, S. 50



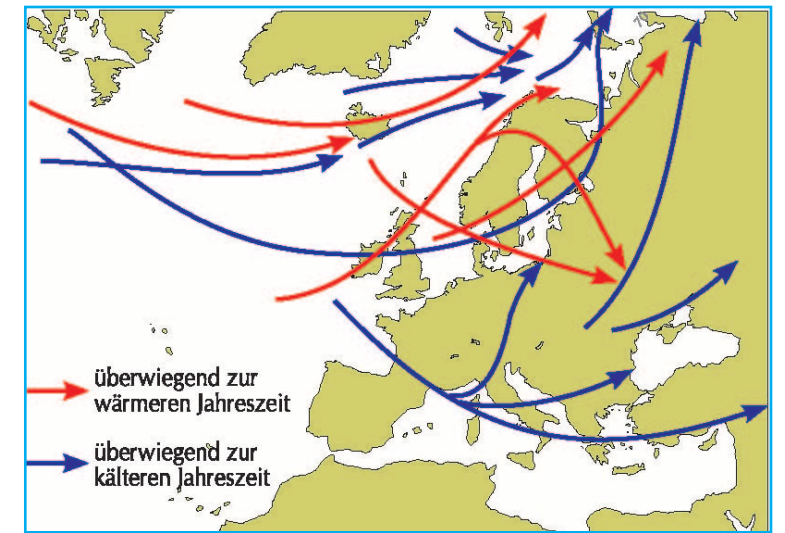
M4 Starkniederschläge in Sachsen im August 2002, tägliche Niederschlagssummen an der Station Dresden-Klotzsche im Zeitraum vom 3. bis 15. August 2002 (Daten: Deutscher Wetterdienst)

Wettersituation, die zum Auguthochwasser 2002 führte

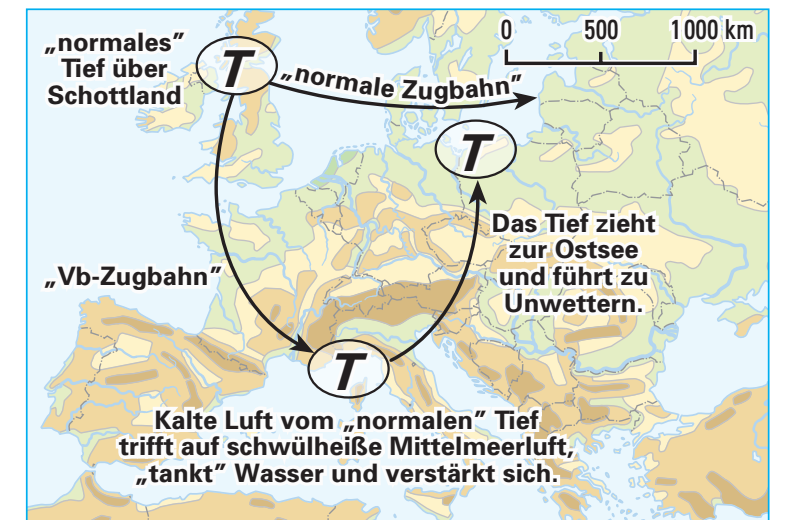
Die Zugbahnen der Tiefdruckgebiete über Europa unterliegen zyklischen Schwankungen. Tiefdruckgebiete, die üblicherweise von der Adria nordwärts über Österreich und Ungarn nach Tschechien und Polen ziehen sind bekannt unter der Bezeichnung Vb. Am Morgen des 12. 08. 2002 zog der Kern eines Vb-Tiefs über Tschechien hinweg in Richtung Sachsen. Eine Nordwestströmung in der Höhe drückte die feuchtigkeitsgesättigte Luftmasse, die über dem zu dieser Zeit 24 °C warmen Mittelmeer übermäßig viel Wasserdampf hatte aufnehmen können, gegen die Südseite der Mittelgebirge, so dass die feuchte Luft aufsteigen musste, was zu schweren Regenfällen führte.

Kräftige Hochdruckgebiete über Ost- und Westeuropa engten gleichzeitig das Tief ein, so dass „Ilse“ über Sachsen stationär blieb und sich hier bis zum Ende seines Lebenszyklus komplett ausregnete. Das Regenradarbild belegt die hohen Niederschlägstätigkeit im Bereich des mächtigen Regenbandes. Dass es zu solch außergewöhnlich hohen Niederschlägen kam, lag daran, dass der orografische Aufstieg im Stau der sächsischen Mittelgebirge durch konvektive Prozesse verstärkt wurde, die vor allem im Osten des Regengebietes zu Schauern und Gewittern führten. Die relativ stabilen großräumigen Druck- und Strömungsverhältnisse bewirkten, dass die Hebungsprozesse ungewöhnlich lange anhielten und damit nahezu über drei Tage hinweg zwischen dem Azorenhoch und dem Osteuropäischen Hoch schwülwarme Mittelmeerluft herangeführt werden konnte.

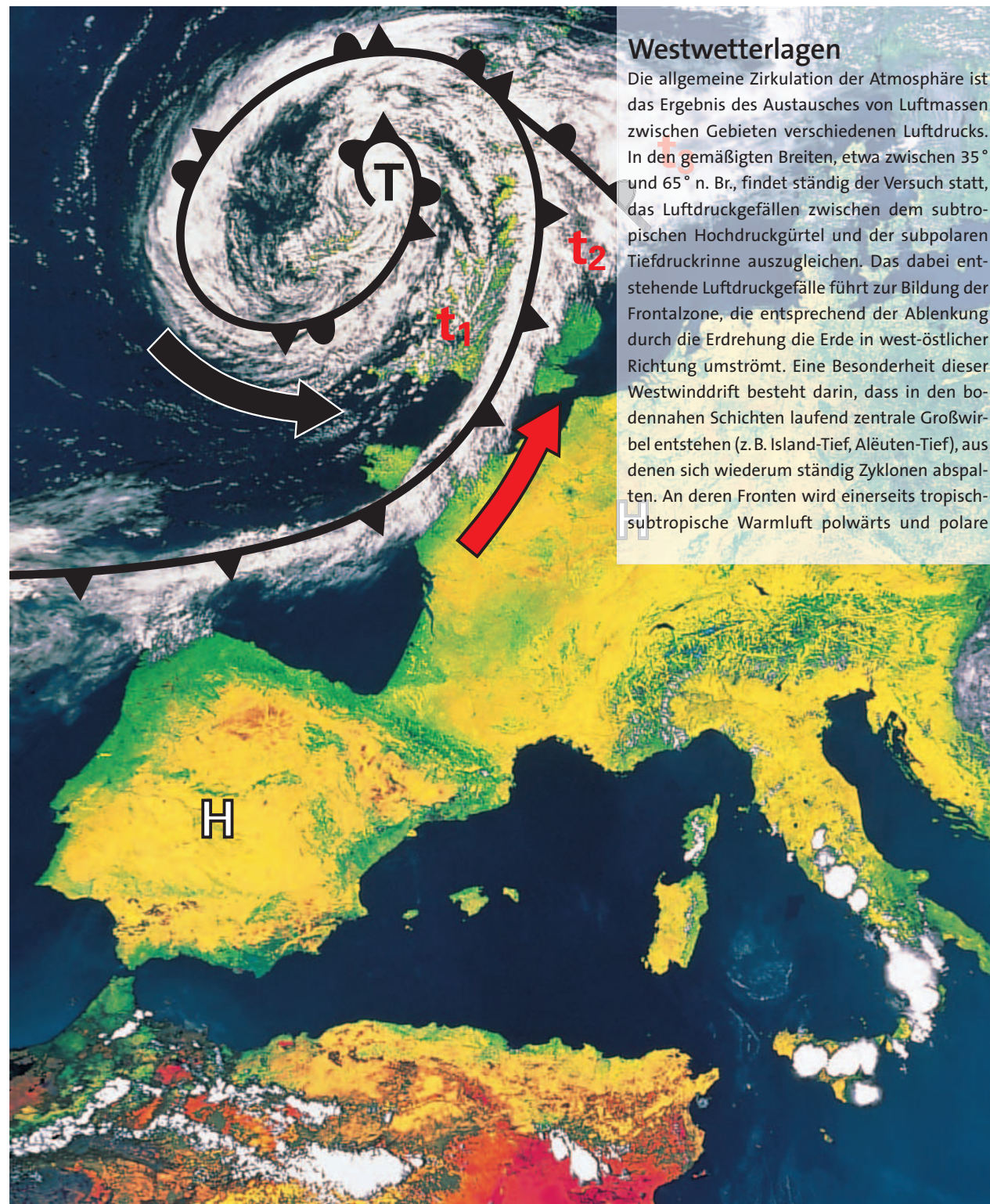
Dennoch waren die Stark- und Dauerniederschläge nicht der alleinige Grund für die verheerende Flutkatastrophe. So zogen von Juli bis Anfang August mehrmals Tiefdruckgebiete mit eingelagerten kräftigen Gewittern über den Osten und Südosten Deutschlands, die schon im Vorfeld zu einer Wassersättigung des Bodens und zum Ansteigen der Flusspegel geführt hatten. Infolge der Starkregen vom 12. August stiegen nahezu alle Pegel der Elbe auf eine Rekordmarke (Dresden 940 cm) an. Ob Wetterextreme zunehmen werden und ob die globale Erwärmung in Mitteleuropa die Starkregentätigkeit beeinflusst, lässt sich nicht schlüssig klären. Nach Untersuchungen des Meteorologischen Observatoriums Hohenpeißenberg hat sich die Anzahl der Tage mit mehr als 30 mm Niederschlag von 2,8 Tagen/Jahr 1880 auf 5,2 Tage/Jahr im Jahr 2000 erhöht. Fest steht ferner, dass die Mitteltemperaturen in Deutschland im letzten Jahrhundert um etwa 0,6 °C zugenommen haben. Grundsätzlich gilt, dass eine warme Atmosphäre mehr Energie enthält und bei Unwettern mehr Niederschlag frei werden kann. Aber die Atmosphäre bleibt ein hochkomplexes System, das vielen Variablen unterliegt, und do müssen viele Fragen offen bleiben.



M5.1 Häufige Zugbahnen von Zyklonen über Europa, Aus Berthold Wiedersich (Hrsg.): Taschenatlas Wetter. Gotha: Klett-Perthes 2003, S. 53



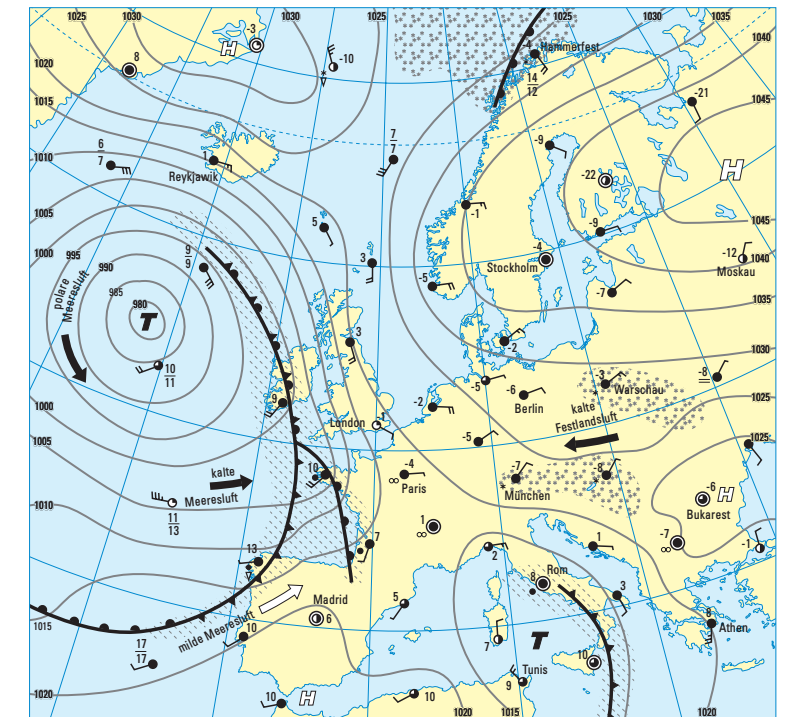
M5.2 Vb-Zugbahn eines Tiefdruckgebietes in Mitteleuropa im Vergleich zu „normalen Zugbahnen“



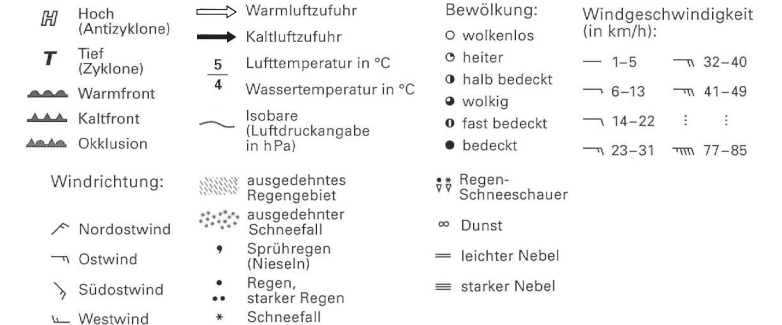
M1 Aufnahme des Wettersatelliten METEOSAT vom 06.08.1986. Die Zyklone erscheint als großer Luftwirbel mit unterschiedlicher Bewölkung und einem Durchmesser von über 1000 km. Die Wolkenfelder zeigen Warm-, Kalt- und Okklusionsfront.

Kaltluft äquatorwärts transportiert (meridionaler Wärmetransport). In die Westdrift sind daneben auch Hochdruckzellen eingelagert, die die unetere Witterung für kürzere Phasen unterbrechen. Kennzeichnend für die Westwindzone ist eine sehr unbeständige Witterung, die durch den häufigen Wechsel von zyklonalen Schlechtwetterperioden und mehrtägigen Schönwetterabschnitten gekennzeichnet ist. Einzelwetterlagen, die ähnliche Eigenschaften aufweisen und jeweils über mehrere Tage gleichbleibende Charakteristika zeigen, werden zu Großwetterlagen zusammengefasst.

Zyklonale Westlagen sind für Mitteleuropa besonders charakteristisch. Verantwortlich hierfür sind zwei mächtige Luftdruckgebiete im Atlantik: das Azorenhoch über den gleichnamigen Inseln und das Islandtief südlich von Island. Zwischen diesen beiden mächtigen Druckgebilden ziehen eine Reihe von Zyklonen mit ihren typischen Fronten vom Nordatlantik kommend zum europäischen Festland. Diese Wetterlage, die besonders häufig im Juli und August auftritt, führt in Nord-, West- und Mitteleuropa zu einem sehr unbeständigen Wettergeschehen. Langanhaltende Niederschläge (im Winter anfangs auch als Schnee) wechseln mit Schauern und mehrstündigen bis eintägigen Aufheiterungen, die auf den Einfluss von Zwischenhochs zurückzuführen sind. Es wehen kräftige bis stürmische Winde aus westlichen Richtungen. Im Winter ist es bei solchen Wetterlagen relativ mild, im Sommer eher kühl. Bereits in Mitteleuropa nimmt die Niederschlagstätigkeit gegen Süden und Osten hin ab. Im Mittelmeerraum und über dem Balkan herrscht in der Regel schönes, trockenes Wetter mit wenig Wind. Über dem erhitzten Mittel- und Südtalien können sich infolge von konvektiven Vorgängen charakteristische hochreichende Haufenwolken (Cumulus) bilden, die gegebenenfalls zu Wärmegewittern führen. Westwetterlagen dominieren in Mitteleuropa in fast allen Jahreszeiten das Wettergeschehen. West-, Nordwest- und Nordlagen machen über die Hälfte aller Wetterlagen in Mitteleuropa aus.



M2 Bodenerwetterkarte vom 21.01.1976



Wetterlagen	Dez.–Feb.	Mrz.–Mai	Jun.–Aug.	Sep.–Nov.	Jahr
Westlagen	29,0	21,9	31,4	27,5	27,5
Nordwestlagen	7,9	7,4	13,9	7,5	9,2
Nordlagen	11,9	20,1	18,0	14,9	16,2
Südwestlagen	4,7	1,9	0,8	3,8	2,8
Südlagen	7,8	7,2	6,3	9,6	7,7
Ostlagen	17,1	22,7	10,7	13,5	16,0
Hoch Mitteleuropa	18,9	13,9	16,0	20,5	17,3
Tief Mitteleuropa	2,4	4,1	2,1	2,1	2,7
Übergänge	0,3	0,8	0,6	0,6	0,6

M3 Häufigkeiten (%) der Großwetterlagen in Deutschland nach Jahreszeiten (1890 – 1950, ohne 1945)

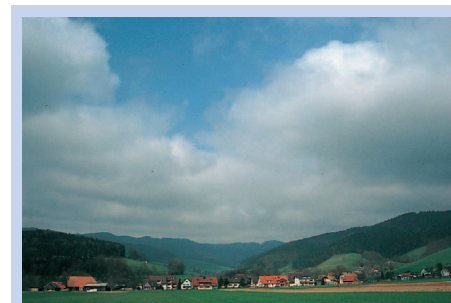
nach HAVLIK 1990 aus: Wilhelm Lauer: Klimatologie, Braunschweig 1993, S. 165



Federwolken (Cirrus=Ci) sind wichtige Vorboten des Wettergeschehens. Wer es nicht besser weiß, wird ihnen kaum Beachtung schenken. Das Wetter ist sonnig und warm. Es besteht also kein Grund sich Gedanken zu machen. In Verbindung mit einer Westwetterlage können sich die Cirruswolken aber zu einer Cirrostratus-Schicht verdichten und an der Vorderseite eines Tiefs zu teils heftigen Niederschlägen führen.



Cirrostratuswolken (Cs) (schleierartige Schichtwolken) kennzeichnen eine Wetterveränderung. Die Bewölkung wird am nächsten Tag noch dichter bis eine graue Schichtbewölkung den Himmel bedeckt und die ersten Regentropfen (oder Schneeflocken fallen).



Altostratuswolken (As) bilden eine dichte, graue, einfarbige Wolkenschicht, in der manchmal noch streifenförmige Strukturen zu erkennen sind. Die Bewölkung besteht aus Wassertropfen und Eiskristallen und ist mittlerweile so mächtig, dass die Sonne nur noch schemenhaft erkannt werden kann. Die Wolkenmasse verdichtet sich weiter zu mehreren Kilometer mächtigen Nimbostratus-Wolken, die zu lang anhaltendem Regen führen.



Cumulonimbus (Cb; Gewitterwolke). Von der untersten Etage quellen diese mächtigen Wolkentürme über alle Stockwerke bis zur Tropopause. Sie sind massig ausgeprägt und haben scharf umrissene Quellungen. Im oberen Teil ist ein deutlicher Amboss zu erkennen. Heftige Regenschauer, begleitet von Blitz und Donner, können aus ihnen niedergehen. Der Cumulonimbus bildet sich bei starkem vertikalem Luftaufstieg, z. B. beim Einbrechen einer Kaltfront in den Warmluftsektor (Rückseitenwetter).

M1 Einige Wolkenformen beim Durchzug einer Zyklone

Durchzug eines Tiefdruckgebietes

Da es in den Mittleren Breiten keine eigenen Luftmassen gibt, ist das Wettergeschehen hier im wesentlichen als Ausgleichsprozess zwischen Kaltluft und Warmluft zu sehen. Entsprechend der Temperatur unterscheidet man Polarluft und Tropikluft, nach der Feuchtigkeit maritime und kontinentale Luft. Für Mitteleuropa ergeben sich daraus vor allem vier Hauptluftmassen:

- maritime Polarluft (Grönland, Nordatlantik): kühl und feucht
- kontinentale Polarluft (Sibirien, Osteuropa): kalt und trocken
- maritime Tropikluft (Azoren, Atlantik, subtropischer Hochdruckgürtel) warm, feucht bis sehr feucht
- kontinentale Tropikluft (Nordafrika, Südeuropa): warm, sehr trocken

Die wichtigsten Wetterereignisse finden beim Zusammentreffen und Vermischen der unterschiedlichen Luftmassen an den Grenzflächen statt.

Diese Grenzflächen nennt man Fronten.

Die Kaltfront bezeichnet die vordere Grenze einer vorrückenden kalten Luftmasse. Die Warmfront stellt die vordere Grenze eines Warmluftsektors dar.

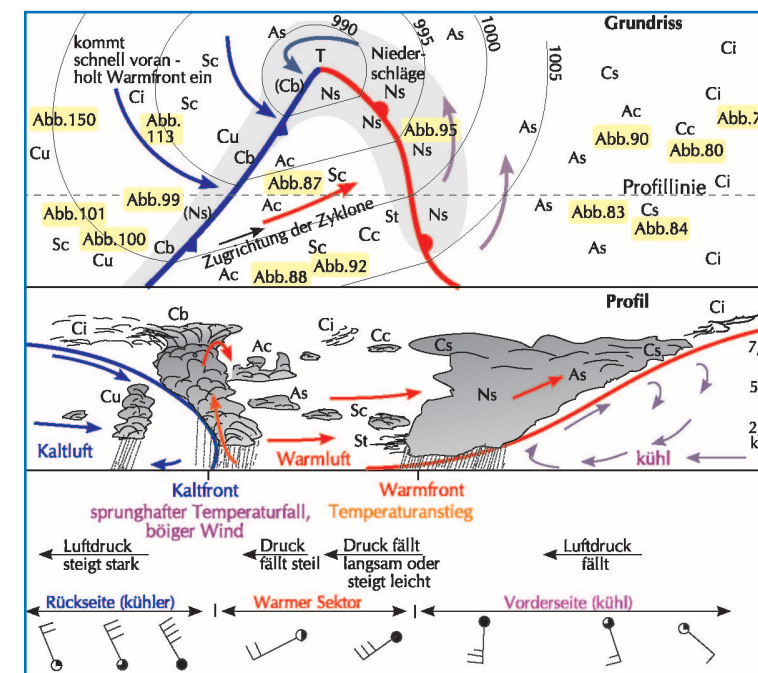
Über dem Nordatlantik (besonders zwischen Island und der Südspitze Grönlands) treffen kalte polare und warme maritime Luftmassen aufeinander. An der Luftmassengrenze, der so genannten Polarfront oder planetarischen Frontalzone, strömen Tropik- und Polarluft in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbei. Wegen der unterschiedlichen Dichte der Luft ergeben sich Turbulenzen, die zur Verwirbelung führen und wellenförmige Strömungen verursachen. Beim Vorrücken der warmen Luft gleitet diese dann an der dichteren und schwereren Kaltluft auf. Die aufsteigende Luft kühlt sich adiabatisch ab. Zunächst bilden sich dadurch in großer Höhe Cirruswolken, lange bevor die eigentliche Warmfront am Boden diesen Ort erreicht hat. Die Bewölkung verdichtet sich zu einer noch sonnendurchlässigen Cirrostratusbewölkung, die schließlich in Altostratus-Wolken übergeht, bei denen langanhaltende Land- oder Nieselregen einsetzen können.

Mit dem Eintreffen des Warmluftsektors steigt die Temperatur rasch an. Der Wind weht nun aus westlicher Richtung, die Niederschläge an der Warmfront haben aufgehört. Bei geringer Bewölkung kann für einige Stunden oder wenige Tage „schönes“ Wetter vorherrschen.

Die nachrückende Kaltfront bricht großräumig in die warmen Luftmassen ein. Die Warmluft wird rasch angehoben und es kommt zu intensiven Konvektionsvorgängen, sodass sich bei rascher Abkühlung hohe Haufenwolken bilden, aus denen ergiebige Regen- oder Schneeschauer fallen. Nicht selten treten dabei auch Gewitter und Hagelschlag auf. Den Schauern voran gehen oft kräftige Windböen aus nordwestlicher Richtung.

Meist holt die Kaltfront die vorauslaufende Warmfront in Bodennähe ein. Dabei wird die warme Luft vom Boden völlig abgehoben, die unterschiedlichen Luftmassen verwirbeln sich (Okklusion), die Zyklone löst sich auf. Die mittlere Lebensdauer einer Zyklone beträgt nach meteorologischen Erkenntnissen ca. fünf Tage.

Tatsächlich läuft das Wettergeschehen aber nicht so „ideal“ ab, denn Hindernisse, Meer und Festland beeinflussen das Zusammentreffen der Fronten.



M2 Fronten und Wetter (vgl. auch Bodenwetterkarte: M2, S. 6)
 Aus Berthold Wiedersich (Hrsg.), a. a. O., S. 139; die Abbildungsverweise in der oberen Grafik beziehen sich auf diese Literatur (dort weitere Wolkenaufnahmen)

