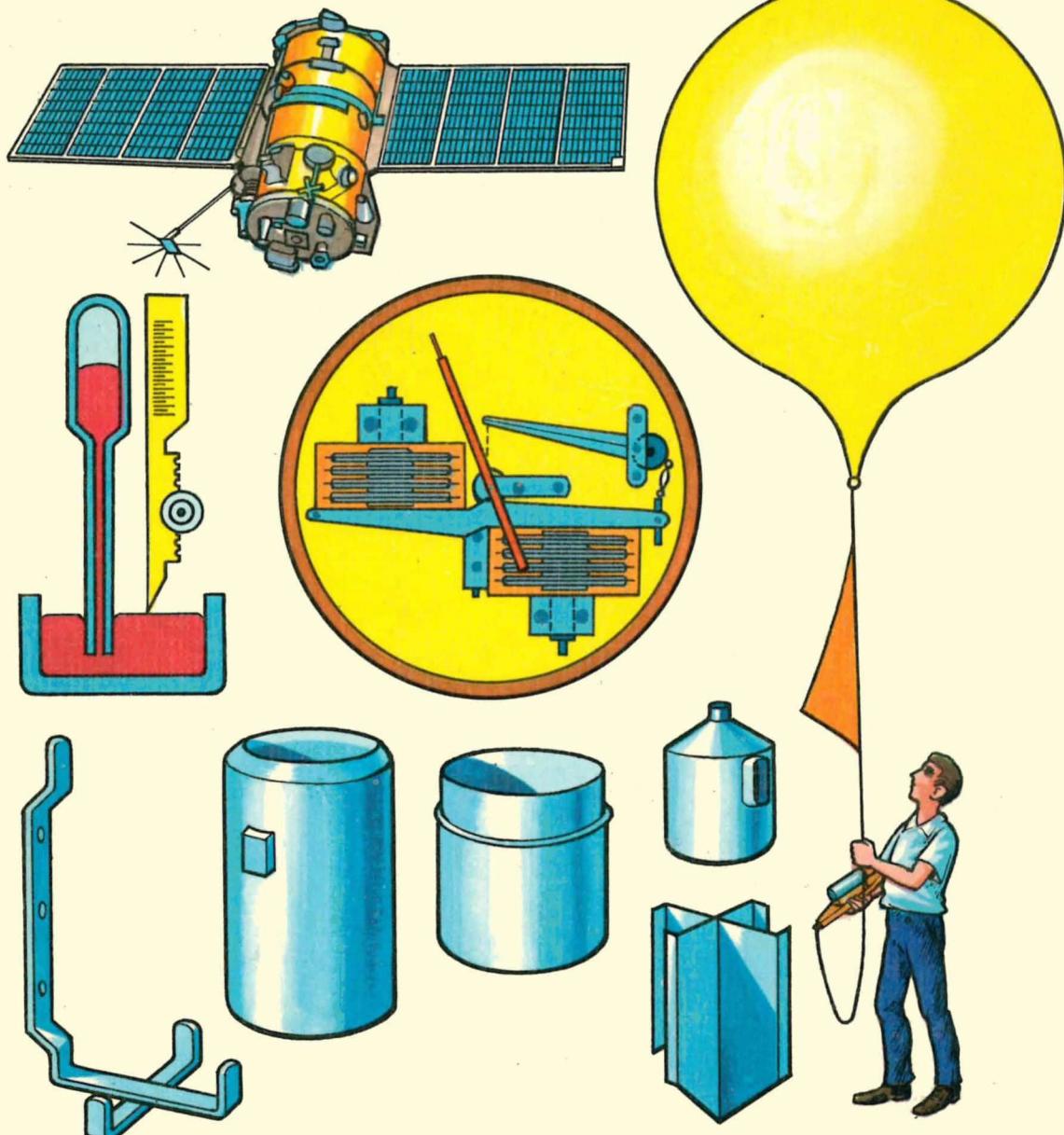


HELmut TRETTIN

Kaltfront,Luftdruck, Wetterkarte



Täglicher Wetterbericht des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik

Wetter zum Beobachtungstermin

feuchter Dunst	=	Graupelschauer
flacher Nebel	-	Hagelschauer
Nebel		Regenschauer
Nebel in der Umgebung		Schneeschauer
Sprühregen	,	Wetterleuchten
Regen	•	Gewitter
Glatteis	?	Schneetreiben bzw.
Schnee	*	Sandsturm

Wetter während der letzten Stunde, aber nicht zum Beobachtungszeitpunkt

z. B. Schnee * Nebel

Windrichtung und -geschwindigkeit

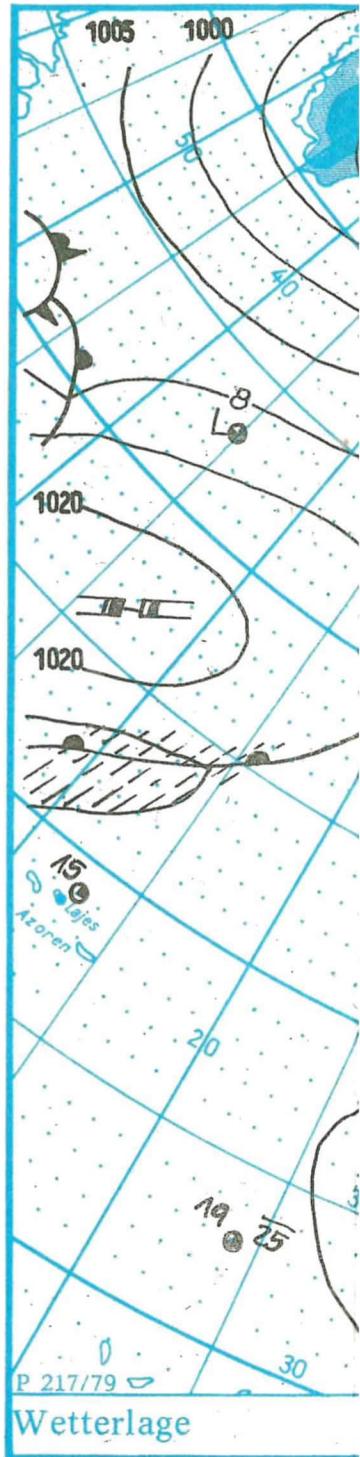
windstill	○	Ost 10 km/h
umlaufender Wind	*○	Südost 30 km/h
Nordost 5 km/h	○	Südwest 100 km/h

Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken

wolkenlos	<input type="radio"/>	stark bewölkt	<input checked="" type="radio"/>
heiter	<input checked="" type="radio"/>	bedeckt	<input checked="" type="radio"/>
wolkig	<input checked="" type="radio"/>	Bedeckung nicht angebar	<input type="radio"/>

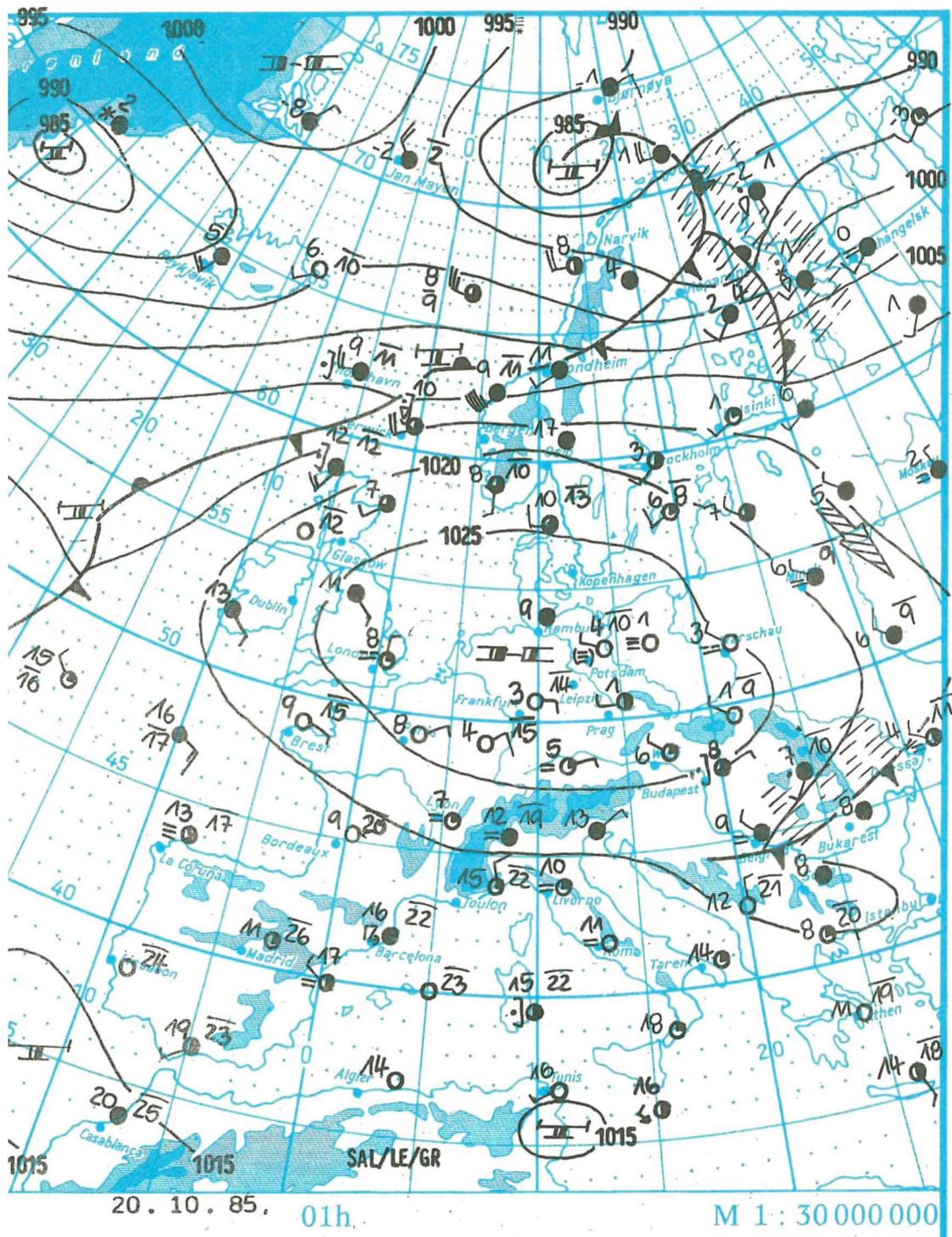
Ergebnisse der Analyse der Wetterlage

Warmfront		Strömung in Warmluft
Kaltfront		Strömung in Kaltluft
Hochdruckgebiet		Tiefdruckgebiet
Hochdruckkeil		Tiefausläufer
Niederschlagsgebiet		



Ein ausgeprägtes Hochdruckgel

Oktober 1985 Nr. 293



jet liegt über Mitteleuropa

HELMUT TRETTIN



Kaltfront, Luftdruck, Wetterkarte

Illustrationen von Horst Boche
Der Kinderbuchverlag
Berlin



Wo finde ich was?

Altweibersommer	3	Phänologie	42
Atmosphäre	4	Radiosonde	46
Barometer	6	Regenbogen	48
Celsius	8	Schafkälte	50
Eisheilige	9	Siebenschläfer	51
Fronten	11	Smog	52
Gewitter	13	Sonnenstrahlung	53
Großwetterlage	16	Thermometer	55
Hochdruckgebiet	18	Tiefdruckgebiet	58
Hundstage	19	Verdunstung	59
Hygrometer	21	Weihnachtstauwetter	61
Isobare	23	Wetter	62
Jahreszeiten	23	Wetterbeobachtung	63
Klima	26	Wetterkarte	65
Luftdruck	28	Wetterradar	67
Luftfeuchte, relative	31	Wettersatellit	68
Lufttemperatur	33	Wettervorhersage	69
Meteorologie	36	Wind	70
Meteorologische Stationen	37	Wolken	72
Niederschlag	39	Zeichen	75
Niederschlagsbeobachtung	41		

Altweibersommer Wenn in der zweiten Septemberhälfte, nachdem es schon empfindlich kühl gewesen war, die Sonne noch es einmal so recht gut meint und weiße Fäden durch die Luft segeln, dann hört man oftmals die Leute sagen, das ist der Altweibersommer.

Tatsächlich kann es Ende September, Anfang Oktober ziemlich regelmäßig noch einmal ein paar Tage sommerlich warm werden. In der Sprache der Meteorologen, der Wetterwissenschaftler, ist dies ein Warmluftrückfall. Auch im Frühjahr gibt es so eine besondere Wetterlage, wenn es nach schon warmen Tagen im Mai plötzlich wieder sehr kalt wird. Oftmals erfrieren dann die jungen Triebe der Pflanzen, die schon aufgebrochen sind. Diesen Kaltluftteinbruch nennen die Leute die Eisheiligen.

Was hat es mit diesen Wetterlagen Altweibersommer und Eisheilige auf sich?

Der Wetterablauf eines Jahres enthält eine Reihe von solchen zu bestimmten Terminen häufig wiederkehrenden Wettererscheinungen, die gesetzmäßige Vorgänge in der → Atmosphäre, in der Lufthülle der Erde, widerspiegeln. Von den Meteorologen werden solche kalendermäßigen Bindungen im Wettergeschehen Singularitäten genannt. Sie entstehen nicht zufällig, sondern sind wissenschaftlich erklärbar. Nur wenige von über 60 ermittelten Singularitäten im Jahr sind allgemein bekannt, hauptsächlich die → Eisheiligen, die → Hundstage, der → Siebenschläfer, das → Weihnachtstauwetter und der Altweibersommer.

Der Altweibersommer bestimmt den Frühherbst von Ende September bis in den Oktober hinein über einen Zeitraum von einer Woche bis vier Wochen. Durch langjährige Vergleiche wurde die größte Wahrscheinlichkeit seines Eintreffens für die Zeit vom 28. September bis 2. Oktober festgestellt. Mit Schwankungen von Jahr zu Jahr muß gerechnet werden, selten aber wartet man vergeblich auf ihn.

Beim Altweibersommer baut sich eine typische → Großwetterlage auf, geprägt durch ein → Hochdruckgebiet, das vom westlichen Atlantischen Ozean bis in den Süden der Sowjetunion reicht. Unter diesen Bedingungen wird die Sonnenstrahlung kaum behindert, und das führt zu einem Temperaturanstieg, dem

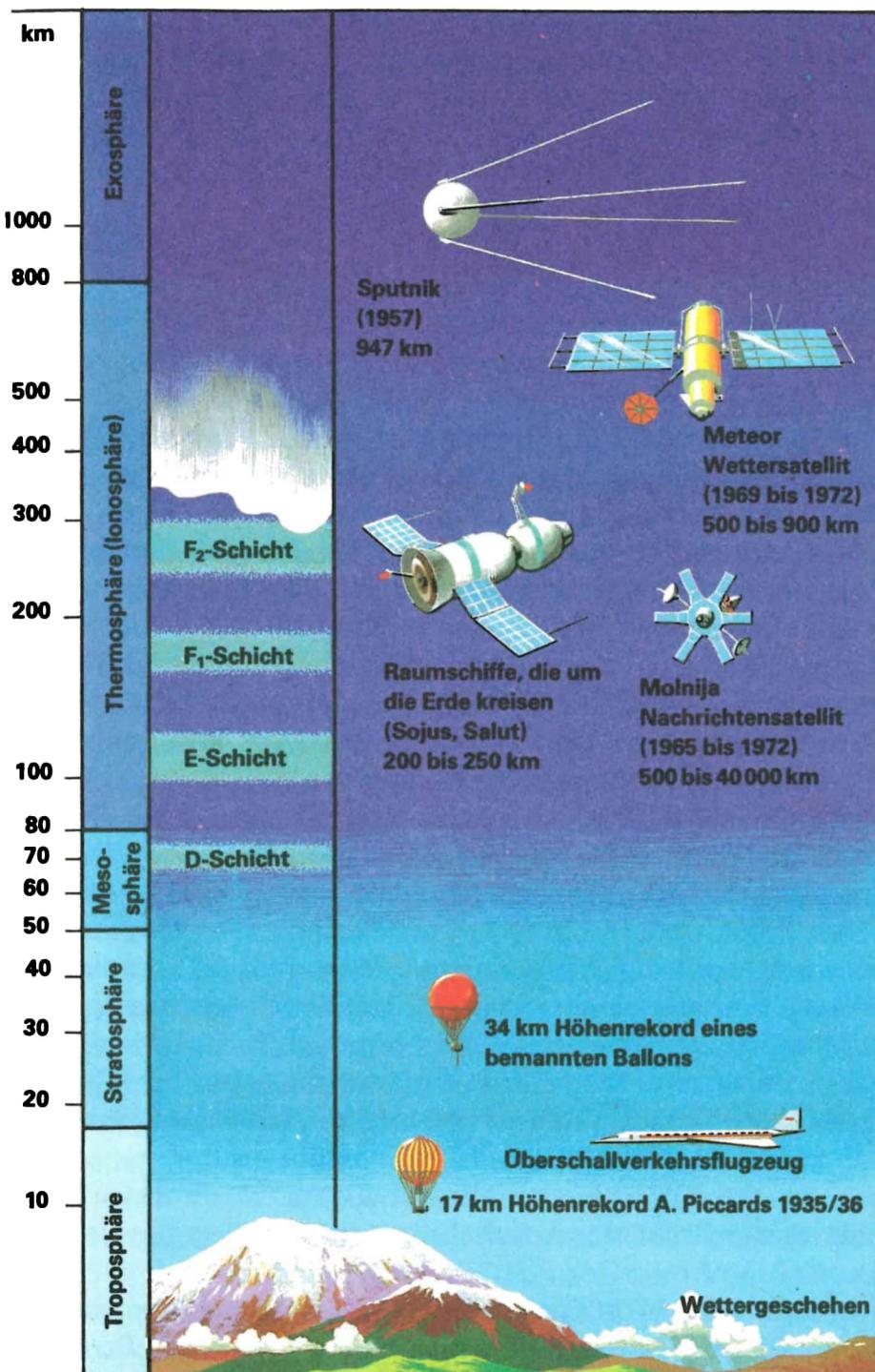
in klaren Nächten empfindlicher Temperaturabfall gegenübersteht. Erste Fröste können auftreten, und auch Nebelbildung ist in dieser Zeit häufig.

Wieso aber nennt man diesen frühherbstlichen Warmlufrückfall Altweibersommer? Der Name hängt mit den zu dieser Jahreszeit massenhaft umherfliegenden weißen Fäden zusammen. Wenn man genau hinschaut, so sieht man, daß an jedem Fäden eine kleine Spinne hängt. Netzspinnen sind es, die zu dieser Zeit einem seltsamen Treiben nachgehen. Auf einem erhöhten Standort sitzend, richten sie sich auf ihren Beinen steif auf, erheben den Hinterleib und spinnen einen oder mehrere feine Fäden aus ihren Spinnwarzen. Diese Fäden ergreift der Wind, und schon eine leichte Brise oder nur aufsteigende Warmluft trägt die Fäden mit ihren Spinnen mitunter weit fort. Vor allem junge Tiere gehen mit ihrem „Luftfloß“ auf die Reise. So ist die Verbreitung dieser Tierart auf weite Gebiete möglich. Der Morgenrot setzt kleinste Wassertropfchen an den Spinnfäden ab, die dadurch besonders auffällig schillern.

In alten Zeiten sagte man, wenn die Fäden flogen: Die Nornen spinnen den Lebensfaden. Die Nornen sind drei nordische Schicksalsgöttinnen der germanischen Sage und heißen Urd (das Gewordene oder die Vergangenheit), Verdani (das Werden-de, auch Gegenwart) und Skuld (das Zukünftige, die Zukunft). Zu jener Zeit wurde die Wolle der Schafe mit Spinnrädern zu Wollfäden gesponnen, um daraus warme Kleidung zu fertigen. Dieses mühevolle Spinnen verrichteten meist die älteren Frauen auf dem Lande, weil sie zu schwerer Landarbeit nicht mehr in der Lage waren. So kann die Bezeichnung Altweibersommer gedeutet werden.

Atmosphäre Die Erde umgibt eine Lufthülle, die mit dem aus dem Griechischen stammenden Wort Atmosphäre bezeichnet wird.

Die Atmosphäre ist ein Gasgemisch, das hauptsächlich aus den Gasen Stickstoff, Sauerstoff und Kohlendioxid besteht. Außerdem enthält sie Wasserdampf. Während das Gasgemisch in seiner Zusammensetzung ziemlich gleich bleibt, weist der Ge-



Aufbau der Erdatmosphäre

halt an Wasserdampf große Schwankungen auf (→ Luftfeuchte, relative), die für das Wettergeschehen von Bedeutung sind.

Die Lufthülle wird durch die Anziehungskraft der Erde festgehalten und dreht sich mit der Erdkugel. Würde sie sich nicht mitdrehen, hätten wir ständig infolge der täglichen Erdumdrehung starken Oststurm.

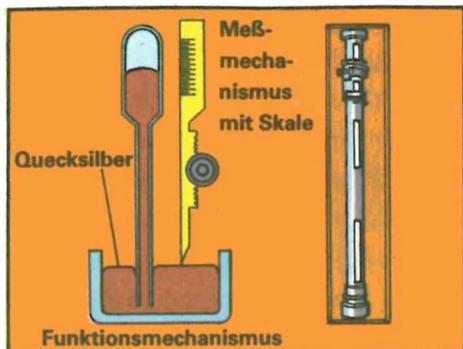
Die obere Grenze der Atmosphäre geht allmählich in den Weltraum über. Leuchterscheinungen, wie Nordlichter, Sternschnuppen und Meteore, treten in Höhen von 100 bis 500 km auf, deshalb kann noch bei dieser Entfernung von einer Atmosphäre, wenn auch sehr geringer Dichte, gesprochen werden.

Die Atmosphäre bildet durch ihre stoffliche Zusammensetzung die Grundlage für jedes Leben auf der Erde. Während die grünen Pflanzen das Kohlendioxid der Luft entnehmen und verarbeiten, brauchen Menschen und Tiere den von den Pflanzen ausgeschiedenen Sauerstoff zum Atmen. Außerdem wirkt die Atmosphäre wie eine Schutzhülle (→ Sonnenstrahlung).

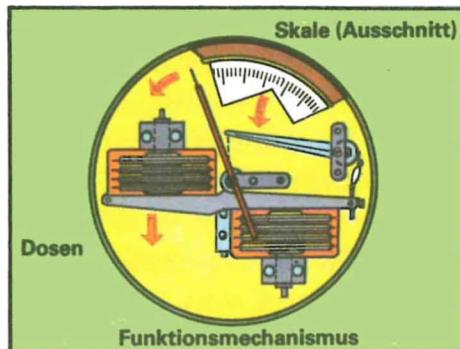
Eine Vorstellung über die Atmosphärenhöhe vermittelt ein Vergleich: Verkleinerten wir im Modell die Erde auf eine Kugel mit einem Durchmesser von 1,50 m, so würde die gesamte Atmosphäre eine Hülle von einigen Zentimetern um die Kugel herum bilden.

Die Atmosphäre hat mehrere Schichten. Die Troposphäre ist die unterste Schicht, sie reicht in eine Höhe von etwa 9 bis 11 km an den Polen und 16 bis 17 km am Äquator. Die Troposphäre nennt man auch die „Wetterküche“, denn hier spielen sich vor allem die Wettererscheinungen ab, weil sich durch ihre Erdnähe die Temperatur und der Wasserdampfgehalt der Luft ständig verändern. Bei unserer Modellerde ergäbe diese Schicht weniger als 1 mm. Innerhalb dieser Schicht nimmt die → Lufttemperatur nach oben zu ständig ab. Mit jeweils 100 m Höhenzunahme wurden 0,5 °C bis 0,6 °C Temperaturabnahme ermittelt. In etwa 11 km Höhe werden im Jahresdurchschnitt minus 50 °C gemessen.

Barometer Das Wort Barometer kommt aus dem Griechischen: *báros* bedeutet *Schwere* und *métron* *Maß*, also ein *Schwere-messer*. Die *Schwere* oder das *Gewicht* der Luft wird gemessen,



Quecksilberbarometer



Aneroidbarometer

das heißt der Druck, den die über uns liegende Luft ausübt, der → **Luftdruck**.

Der Luftdruck kann mit Flüssigkeitsbarometern oder mit Barometern ohne Flüssigkeiten gemessen werden. Barometer ohne Flüssigkeiten nennt man Aneroidbarometer (griechisch: *áneros*, nicht feucht).

Mit Flüssigkeiten hat schon der Italiener Evangelista Torricelli (1608 bis 1647) den Luftdruck gemessen. Sein Versuch führte zur Erfindung des Barometers: Eine etwa 1 m lange, an einem Ende geschlossene Glasröhre wurde mit Quecksilber gefüllt, das ist ein flüssiges Metall, und mit ihrem offenen Ende nach unten in ein gleichfalls mit Quecksilber gefülltes, oben offenes Gefäß getaucht. Der Luftdruck bewirkte, daß aus dem Glasrohr nur eine kleine Menge Quecksilber ausfloß. Im Glasrohr blieb der Quecksilberspiegel bei etwa 76 cm = 760 mm Höhe stehen; das entspricht einem Luftdruck von annähernd 1 kg je cm^2 . Deshalb findet man auch heute noch die Bezeichnung mm auf der Skale handelsüblicher Zimmerbarometer.

Zu Ehren des Erfinders Torricelli wurde lange Zeit als Maßeinheit für den Luftdruck die Bezeichnung Torr für mm verwendet. Später war in den Wetterberichten und auf Wetterkarten die Bezeichnung Millibar = mbar üblich: 760 mm = 760 Torr = 1013,22 mbar. Seit dem 1. Januar 1984 gilt die nach dem französischen Physiker und Mathematiker Blaise Pascal (1623 bis 1662) benannte und international vereinbarte Bezeichnung Pascal für die einheitliche Angabe von Luftdruckwerten in der Meteorologie.

Zur Vermeidung zu großer Zahlen wurde gleichzeitig die Verwendung von Hektopascal (hPa) beschlossen (hekto heißt hundert). Somit gilt: 1 hPa entspricht 1 mbar.

Etwa zur gleichen Zeit erfand unabhängig von Torricelli der Magdeburger Otto von Guericke (1602 bis 1686) ein ähnliches, jedoch mit Wasser gefülltes Barometer. Da Wasser wesentlich leichter ist als Quecksilber, mußte das Rohr 11. m lang sein, um dem Luftdruck von 1 kg je cm^2 einen entsprechenden Gegendruck zu bieten.

In dem handelsüblichen Aneroidbarometer werden eine oder mehrere übereinander angeordnete flache Metalldosen mit gewelltem Boden und Deckel aus dünnem Blech verwendet, die luftleer beziehungsweise nahezu luftleer gepumpt sind. Unter dem Einfluß des wechselnden äußeren Luftdrucks werden die Dosen mehr oder weniger zusammengedrückt. Die dabei auftretenden Bewegungen von Boden und Deckel überträgt ein Zeiger auf eine Skale. Ist der Zeiger mit einer Schreibvorrichtung ausgerüstet, kann der Luftdruckverlauf aufgezeichnet werden. Luftdruckfall zeigt sich in einer abfallenden, Luftdruckanstieg in einer aufsteigenden Linie. Luftdruckfall deutet meist auf Wetterverschlechterung, Luftdruckanstieg meist auf Wetterbesserung hin. Die Anzeige des Aneroidbarometers muß in bestimmten Zeitabständen zu Kontrollzwecken mit der des Quecksilberbarometers verglichen werden.

Blitz → Gewitter

Celsius Die Temperatur hat einen bedeutenden Einfluß auf das → Wetter und ist eines der wichtigsten Wetterelemente. Der Wärmezustand eines Körpers ist eine meßbare physikalische Zustandsgröße, die Temperatur genannt wird. Zur Messung der Zustandsgröße Temperatur sind entsprechende Geräte, nämlich → Thermometer, und eine Bezugsgröße als Ausgangspunkt notwendig. Schon Galileo Galilei (1564 bis 1642) konstruierte einen „Wärmeanzeiger“. Der französische Physiker René Antoine Ferchault de Réaumur (1683 bis 1757) und der niederländische Physiker deutscher Abstammung Gabriel Daniel Fahrenheit

(1686 bis 1736) sowie der schwedische Astronom Anders Celsius (1701 bis 1744) gingen von den gleichen Bezugspunkten, dem Gefrierpunkt und dem Siedepunkt des Wassers (unter normalem Luftdruck), aus. Sie teilten den Abstand zwischen diesen Bezugspunkten aber in unterschiedlicher Weise. Die praktischste Einteilung erreichte Celsius. Die nach Celsius benannte Temperaturskale ist allgemein gebräuchlich; deshalb finden wir auf Thermo- metern die Bezeichnung °C = Grad Celsius.

Celsius schlug die Unterteilung der Thermometerskale zwischen Siede- und Gefrierpunkt von Wasser in 100 gleiche Teile vor. Allerdings waren gegenüber der heutigen Skale Siede- und Gefrierpunkt vertauscht. Später erst wurde die Skale umgekehrt. Der Gefrierpunkt des Wassers liegt bei 0 °C (null Grad Celsius), der Siedepunkt bei 100 °C, dann also, wenn Wasser durch Wärmezufuhr in den gasförmigen Zustand übertritt. Wir sprechen von Dampf. Wird der Gefrierpunkt unterschritten, beginnen die Minusgrade: – 1 °C, – 2 °C, – 12 °C und so weiter.

Donner → Gewitter

Dunst → Luftfeuchte, relative

Eisheilige Der Winter ist fast vergessen, Felder und Wälder zeigen frisches Grün. Eine Reihe warmer Tage erweckt in uns schon die Vorfreude auf den Sommer mit Ferien, Baden und Reisen. Das ist der schöne Mai!

Dann aber kommt es oft recht plötzlich um die Mitte des Monats zu einem Kälterückfall, bei dem die Nachttemperaturen unter den Nullpunkt sinken, das sind die Maifrösste, im Volksmund auch Eisheilige genannt. Sie gehören zu den Spätfrösten, unter denen oft die ersten zarten Triebe vieler Pflanzen leiden. Nicht selten treten Schäden bei der Obstbaumblüte ein; auch die noch nicht voll entfalteten Blätter der Laubbäume erfrieren und werden braun, besonders an Waldrändern.

Die Ursache für den Kälteeinbruch im Mai ist die in den Vorsommermonaten im Vergleich zum Meer wesentlich stärkere Erwärmung großer Teile des europäischen Festlandes. Die an

mehreren sonnigen Tagen aufgeheizte Erdoberfläche erwärmt die über ihr liegenden Luftmassen, und die dadurch leichter werdende Luft beginnt aufzusteigen (→ Luftdruck). Als Folge bildet sich über dem Festland ein Gebiet geringen Luftdruckes aus, ein → Tiefdruckgebiet. Liegt über dem östlichen Atlantischen Ozean ein Hochdruckgebiet, so strömt in breiter Front aus dem Norden kalte Luft zum Festland nach, und es bilden sich Regenschauer aus. Wandert das Hoch weiter nach Osten, kommt es nachts zu Aufheiterungen. Die von Niederschlägen nasse Erdoberfläche kühlt stark ab (→ Verdunstung); denn eine abschirmende Wolkendecke fehlt bei solcher Wetterlage. Obwohl es in der eingeflossenen Kaltluft vor allem am Tage zu Schauern kommt, ist der Feuchtigkeitsgehalt der Luft verhältnismäßig gering, und es kann sich kein Tau oder schützender Nebel (→ Niederschlag) bilden. Nächtliche Windstille verhindert ein Durchmischen der abgekühlten Bodenluft mit der darüber liegenden wärmeren Luft und begünstigt zusätzlich die Abkühlung. So kommt es zu den Maifrästen, von denen behauptet wird, sie träten immer vom 11. bis 13. Mai in den nördlichen Gebieten Mitteleuropas und vom 12. bis 14. Mai in den südlichen auf.

Im alten Kirchenkalender trugen diese Tage Namen von Heiligen. Im Norden hießen sie Mamertus, Pankratius und Servatius und im Süden Pankratius, Servatius und Bonifatius. Weil die kalten Tage und Nächte mit Frost, Eis und Schneeschauern auf diese Tage fielen, wurden sie die Eisheiligen genannt.

Tatsächlich haben die Meteorologen festgestellt, daß im Laufe von 10 Jahren acht- bis neunmal die Eisheiligen Mitte Mai eintreffen, jedoch nur vier- bis fünfmal auf die genannten Tage fallen. Ja, manchmal bleiben die Eisheiligen sogar aus oder treten abgeschwächt auf, ohne daß die Lufttemperatur den Gefrierpunkt unterschreitet.

Das Eintreffen der Maifräste mit ihren Abweichungen kann also wissenschaftlich erklärt werden, aber ihr Auftreten an bestimmten Tagen, wie der Volksmund sagt, ist nicht zutreffend. Merken wir uns dennoch die alte Bauernregel, die sagt:

Pankraz, Servaz und Bonifaz
schaffen Frost und Eis gern Platz.

Fronten Die Berührungsflächen unterschiedlicher, insbesondere unterschiedlich temperierter Luftmassen bilden ausgeprägte und oft über Tausende von Kilometern ausgedehnte Fronten. Die wichtigsten Arten von Fronten sind

- Warmfronten, an denen eine wärmere und dadurch leichtere Luftmasse auf der vorhandenen kälteren Luftmasse aufgleitet und diese schließlich ablöst, und
- Kaltfronten, an denen eine kältere Luftmasse eine vorhandene wärmere Luftmasse verdrängt.

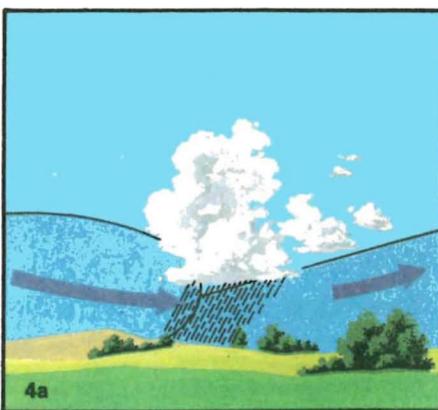
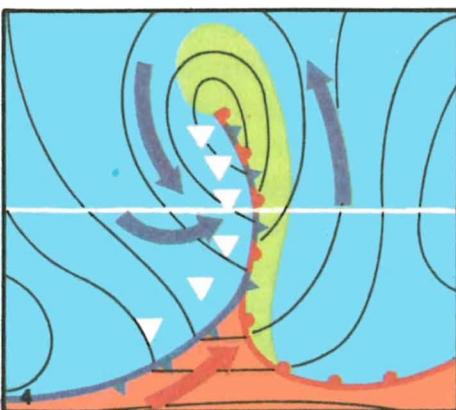
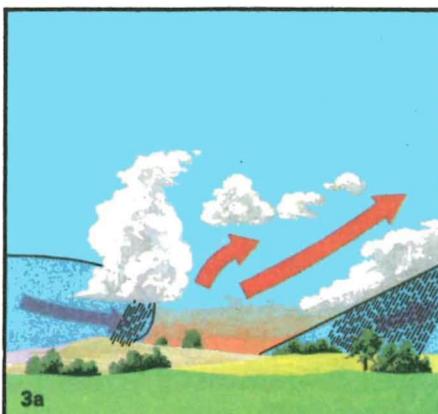
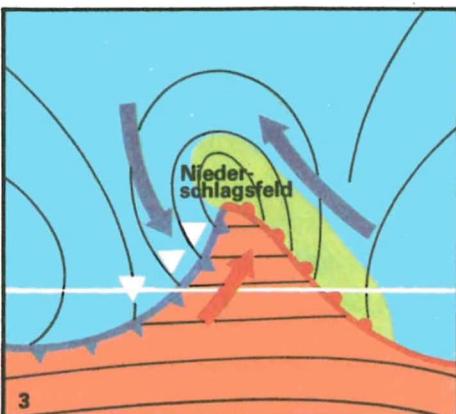
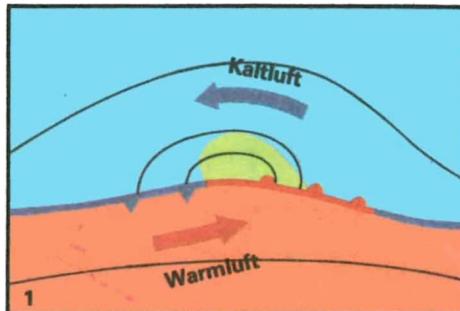
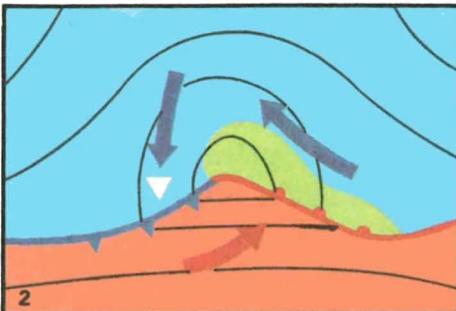
An diesen Luftmassengrenzen kann es bei Störungen des Gleichgewichtszustandes zu wellenförmigen Ausbuchtungen kommen, die sich zu → Tiefdruckgebieten entwickeln, auch Tiefs oder Zyklone genannt. In jedem Tiefdruckgebiet greift die Warmluft im Zuge der weiteren Entwicklung immer stärker in die Kaltluft über. Der so entstehende Warmsektor wird auf seiner Vorderseite von der Warmfront und auf seiner Rückseite von der Kaltfront begrenzt. Am Scheitelpunkt befindet sich das Zentrum des Tiefdruckgebietes.

Bei einer Warmfront nehmen wir zuerst ausgedehnte Wolken schichten an der Vorderseite der Zyklone wahr, weil sich leichtere warme Luft auf kalte Luft hinauf schiebt, sie gleitet auf. Die Warmfrontfläche wird deshalb auch Aufgleitfläche genannt. Der vorderste Warmluftkeil erreicht dabei immer größere Höhen, kühlt dort ab, und es kommt zu der schon erwähnten dünnen, hohen Bewölkung, die nach Stunden immer dichter wird. Die untere Wolkengrenze sinkt ständig, bis schließlich Niederschlag einsetzt, der uns als länger anhaltender Landregen oder im Winter als ausgedehntes Schneefallgebiet in Erinnerung ist. Wir gelangen nun in den Warmsektor des Tiefdruckgebietes, in dem die Temperaturen ansteigen. Im Winter kommt es nach Schneefall häufig zu Tauwetter. Während des Herannahens der Warmfront fällt wegen des geringen Gewichtes der Warmluft ständig der Luftdruck.

Nach Durchzug der Warmfront herrscht für einige Zeit nur flache, aufgelockerte Bewölkung oder heiteres Wetter, bis sich eine Kaltfront nähert. Durch die schnellere Bewegung der Kaltluft schiebt sie sich in Erdbodennähe unter die Warmluft und drückt

sie nach oben. Die Warmluft wird zum Aufsteigen gezwungen. Auf diese Weise entstehen ausgeprägte, senkrechte Wolkenberge, sogenannte Quell- oder Haufenwolken (\rightarrow Wolken).

Erreicht uns die Kaltfront mit ihren Wolkentürmen, kommt es



Entwicklung eines Tiefdruckgebietes

1 bis 4 Draufsicht, 3a u. 4a Bodenrelief (Schnittansicht, siehe Pfeillinie)

häufig zu recht heftigen Gewittern mit starken Böen und ergiebigen Niederschlägen, die auch als Hagel fallen können; jedoch nicht lange anhalten. Ein spürbarer Temperaturrückgang folgt, und das Barometer zeigt steigenden Luftdruck an. Die Bewölkung reißt auf, die Luft ist klar, und es beginnt das sogenannte Rückseitenwetter mit schnell wechselnder Quellbewölkung, einzelnen Schauern im Wechsel mit Aufheiterungen.

Die aus weiten Entfernungen herangeführten Luftmassen mit ihren Fronten werden nach ihren Herkunftsgebieten benannt. Warme Luftmassen, die in den Tropen entstehen, werden mit Tropikluft bezeichnet und kalte Luftmassen, die sich in polaren Gebieten bilden, mit Polarluft. Je nachdem, ob diese Luftmassen über den Kontinenten oder den Weltmeeren entstehen und auf welchem Wege sie unseren Raum erreichen, nehmen sie verschiedene Eigenschaften an. Deshalb werden kontinentale (c) und maritime (m) Luftmassen unterschieden.

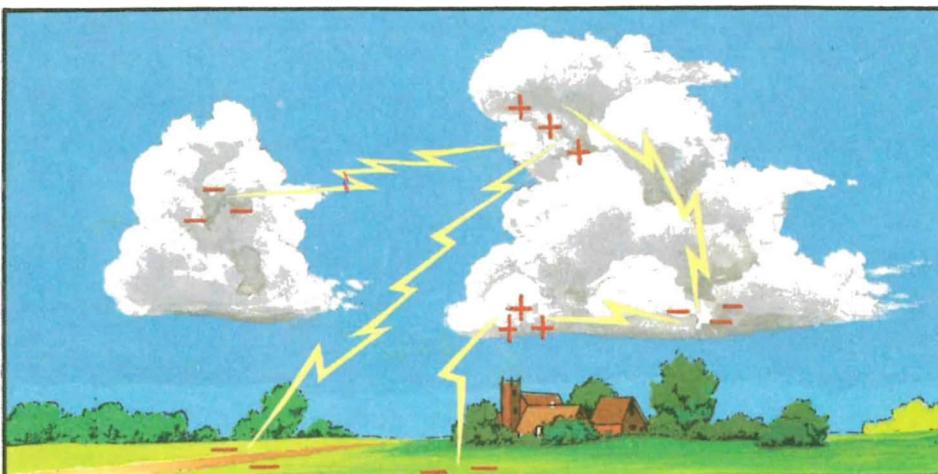
Wegen ihrer besonderen Bedeutung für die Wetterentwicklung werden die Wetterfronten in den → Wetterkarten durch entsprechende → Zeichen markiert, und ihre Zugrichtung sowie -geschwindigkeit wird ermittelt.

Gewitter Zu den eindrucksvollsten Erscheinungen im Wetterablauf gehören Gewitter. Welche Schrecken der aus einer Wolke zuckende Blitz und der grollende Donner auf Menschen ausüben mußten, die noch nichts von den natürlichen Vorgängen der Luftelektrizität wußten, kann man sich vorstellen. In alter Zeit wurden solche und andere Naturerscheinungen dem Wirken von Göttern zugeschrieben. Wir wissen heute, daß es nicht Götter sind, die die Naturvorgänge lenken. Die Menschen haben durch die Erforschung der Natur, durch die Entwicklung solcher Wissenschaften wie Mathematik, Biologie, Chemie, Geographie und Physik erkannt, daß Naturabläufe erklärbar sind; dennoch sind auch heute noch nicht alle Einzelheiten der Gewitterentstehung erforscht.

Blitz und Donner beeindrucken immer noch die Menschen, und sie sehen dem Naturereignis Gewitter mit einer gewissen Spannung zu, aber nur wenige fürchten sich davor. Auch für erfahrene Wetterbeobachter ist die Gewitterbetrachtung immer wieder ein

Erlebnis besonderer Art. Das kurze kräftige Donnerkrachen kann zwar erschrecken, ist aber harmlos. Der Donner ist ja nur die unmittelbare Folge eines Blitzes, und der Blitz kann dem Menschen nur dann gefährlich werden, wenn er sich falsch verhält.

In der Luft bildet sich Luftelektrizität, in Gewittern mit elektrischen Spannungen von mehreren Millionen Volt. Der Blitz, der sich als grelle Lichterscheinung zeigt, ist eine Entladung der Luftelektrizität. Dazu kommt es, wenn die Spannung so stark angewachsen ist, daß sie den Widerstand, den die Luft bildet und der sehr groß ist, überwindet: es blitzt.



Entladungsrichtungen von Blitzen

Die durch den Blitz explosionsartig auseinandergetriebenen und durch den Luftdruck genau so schnell wieder zusammengedrückten zahlreichen Luftteilchen verursachen das krachende Geräusch des Donners. Meist bahnt sich der Blitz den kürzesten Weg zur Erde, aber er umgeht dabei die größten Widerstände innerhalb der Luft. Deshalb trifft er in Zackenlinie und nicht geradlinig auf die Erde auf. Bei dem kürzesten Weg zur Erde werden die am höchsten gelegenen Erhebungen der Erdoberfläche zuerst vom Blitz getroffen. Danach kann der Mensch sein Verhalten bei einem herannahenden Gewitter richten. Auf größeren freien Plätzen, z. B. auf freiem Felde, auf einem Sportplatz oder

auf einem See, ist er besonders gefährdet. Das gilt auch für einzelnstehende oder besonders hohe Bäume, unter die sich zu stellen unbedingt zu vermeiden ist.

Oft erreichen Blitze gar nicht die Erde. Wenn sich Wolken in mehreren Schichten übereinander aufbauen, spielt sich das Gewitter in größeren Höhen zwischen solchen Wolkenschichten ab. Solche Blitze erkennen wir meist nur durch das Aufleuchten einer großen Wolkenfläche.

Es werden Wärmegewitter und Frontgewitter unterschieden. Wärmegewitter entstehen bei rascher und kräftiger Erwärmung der Erdoberfläche. Sie ziehen oft nur einige Kilometer weit oder bleiben ziemlich ortsfest stehen, klingen abends ab, und am nächsten Tag kann schon wieder die Sonne scheinen. Im Wetterbericht heißt es dann: „Örtlich treten Wärmegewitter auf.“ Frontgewitter entstehen beim Durchzug einer Kaltfront (→ Fronten). Im Gegensatz zu den sich vorzugsweise im Sommer und im Laufe des Nachmittags bildenden Wärmegewittern können Frontgewitter zu jeder Tages- und Jahreszeit auftreten, also auch im Winter, wenn nach sehr milder Witterung ein Kaltlufteinbruch erfolgt.

Gewitter sind meist mit starkem Auffrischen des Windes und kräftigen Regen- oder auch Hagelschauern verbunden. Als typische Gewitterwolke gilt der Cumulonimbus, eine Haufenwolke (→ Wolken), der bis in große Höhen reicht, dort eine einem riesigen Amboß ähnelnde Form annimmt und dadurch bedrohlich aussieht. Diese Wolken haben mitunter an ihrem unteren Rand Wülste, die Gewitter- oder Böenkragen genannt werden. Beim Durchzug eines Gewitters steigt der → Luftdruck, der zuvor gefallen war, stark an.

Gewitter treten in tropischen Gebieten am häufigsten auf. Die Insel Java verzeichnet durchschnittlich im Jahr 160, Italien 40 und unser Land 20 Gewittertage.

Der Schall breitet sich mit einer Geschwindigkeit von 330 m in jeder Sekunde aus, das Licht dagegen legt in einer Sekunde 300000 km zurück. So ist zu erklären, daß der Donner, den ein ferner Blitz verursacht, erst viel später zu hören als der Blitz zu sehen ist. Die Entfernung, in der ein Gewitter steht, können wir deshalb

recht genau schätzen. Wir stellen die Zahl der Sekunden, die zwischen Blitz und zugehörigem Donner vergehen, fest und multiplizieren sie mit 300, genauer mit 330. Verstreichen zwischen Blitz und Donner 10 Sekunden, beträgt die Entfernung etwas mehr als 3 Kilometer und bei 3 Sekunden etwa 1 Kilometer. Treten Blitz und ein kurzes kräftiges Krachen gleichzeitig auf, erfolgte die elektrische Entladung in unmittelbarer Nähe.

Als Wetterleuchten wird das Auftreten von Blitzen ohne hörbaren Donner bezeichnet. Es kann nur bei Dunkelheit beobachtet werden. Das Gewitter befindet sich dann in einer so großen Entfernung, daß wir die Blitze am Aufleuchten von Wolken wahrnehmen, das Donnergeräusch jedoch nicht mehr unsere Ohren erreicht.

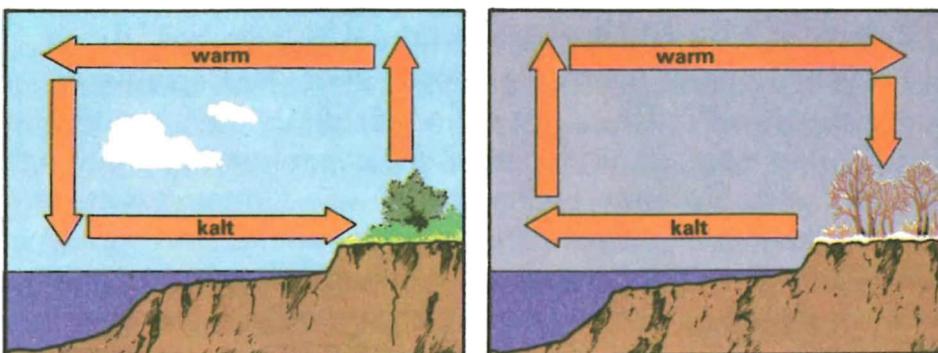
Eine besondere, allerdings seltener zu beobachtende luftelektrische Erscheinung ist das Elmsfeuer. Das sind büschelförmige Leuchterscheinungen auf emporragenden Gegenständen wie Blitzableitern und Mastspitzen bei Gewitter, aber auch bei Schneesturm sind sie mitunter zu sehen.

Großwetterlage Auf die Entstehung des → Wetters in Bodennähe wirken sich zahlreiche, sehr verschiedenartige Einflüsse aus. Da ist unter anderem die feste Erdoberfläche mit ihren Bergen, Tälern, Wäldern, Seen, Städten, Dörfern, Feldern und Hekken, die den Strömungen der Luft unterschiedlichen Reibungswiderstand entgegengesetzt und damit Luftwirbel erzeugt. Da ist die Meeresoberfläche, die der Luft wenig Widerstand bietet, sie aber infolge der Verdunstung mit Wasser anreichert. Das Festland erwärmt sich unter der → Sonnenstrahlung schneller als das Meer, gibt aber die Wärme auch schnell wieder ab. Sommerliche Festlandluft ist meist warm und trocken, im Winter kalt und trocken. Das Meer erwärmt sich nur langsam und gibt gespeicherte Wärme langsam wieder ab. So ist es zu erklären, daß herangeführte Meeresluft im Winter feuchtwarm erscheint. Im Sommer dagegen wird die Meeresluft als feuchtkühl empfunden.

Alle diese Vorgänge wirken sich hauptsächlich in der untersten, der erdnahen Luftschicht, der bis in etwa 12 km Höhe reichenden Troposphäre (→ Atmosphäre), aus.

Einen entscheidenden Einfluß auf das Wetter übt die Großwetterlage aus. Großwetterlagen sind typische Luftdruckverteilungen in Erdnähe, für die festgelegt ist, daß sie mindestens 3 Tage anhalten. Ein Katalog weist für Europa 28 Großwetterlagen aus, die mit großen Buchstaben bezeichnet werden. HM bedeutet beispielsweise Hoch über Mitteleuropa, TB Tief über den Britischen Inseln.

Aber auch die Großwetterlage verändert sich, weil sich die Luft in größeren Höhen in einer bestimmten Strömungsrichtung weiterbewegt und schließlich eine neue Luftdruckverteilung entsteht. Nicht selten gibt es jedoch Großwetterlagen mit längerem Beharrungsvermögen, bei denen ausgedehnte → Hoch- oder → Tiefdruckgebiete ihren Bestand behaupten und sich immer wieder erneuern. Die Sommermonate der Jahre 1982 und 1983 mit wochenlangem Sonnenschein und beständig hohen Temperaturen sind Beispiele dafür.



Luftbewegung an der Küste

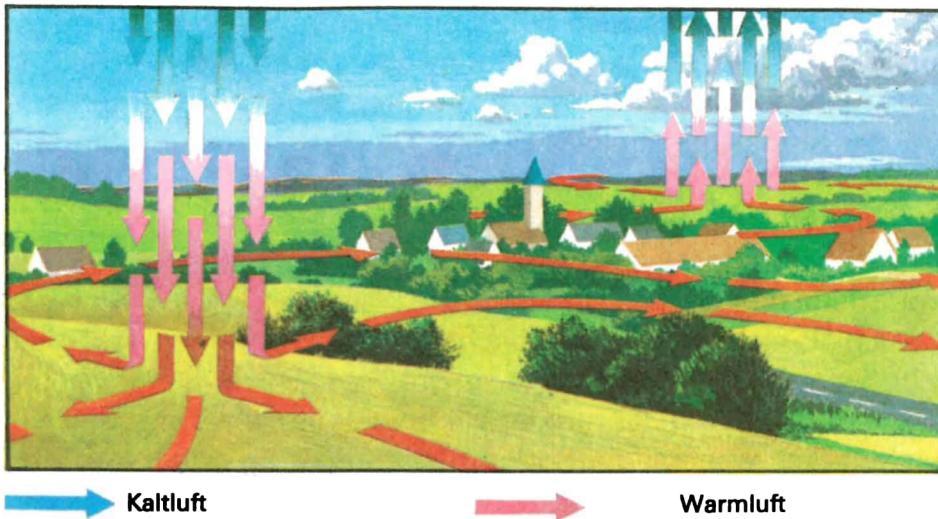
Mit dem Wechsel der Jahreszeiten ändern sich Dauer und Stärke der Sonnenstrahlung und als Folge auch die Erwärmung der Erdoberfläche. Dadurch wird wiederum die Lufttemperatur beeinflußt. Unterschiedliche Temperaturen bringen die Luft in Bewegung (→ Luftdruck und → Wind). Diese jahreszeitlich bedingten Luftströmungen und der damit verbundene Wechsel beim Aufbau der Großwetterlagen wiederholen sich in jedem Jahr. Und so ist es zu erklären, warum zu bestimmten Zeiten häufig auch ein bestimmter Witterungscharakter jährlich wiederkehrt.

Hagel → Niederschlag

Hochdruckgebiet Werden im Wetterbericht ausgedehnte Hochdruckgebiete für unseren Raum angekündigt, können wir mit einem meist ruhigen und sonnigen Wetterablauf rechnen. In der kalten Jahreszeit herrscht jedoch bei Hochdruckwetter im Tiefland manchmal unter einer tiefliegenden geschlossenen Wolken- oder Hochnebeldecke feuchtkaltes, rauhes Wetter, während in den oberen Lagen der Mittelgebirge die Sonne scheint. Dieses Beispiel zeigt zugleich, daß die Behauptung, Hochdruckwetter gleich schönes Wetter, nur mit Einschränkungen gilt. Ein Hochdruckgebiet – kurz Hoch genannt – ist ein Gebiet mit im Vergleich zu seiner Umgebung höherem Luftdruck. Bei einem Hoch sind die → Isobaren in der Wetterkarte zumeist kreisförmig, und in sein Zentrum wird der Buchstabe H eingetragen. Ein Hochdruckausläufer oder ein Hochdruckkeil ist eine mehr oder minder langgestreckte Zone höheren Luftdrucks, die – von einem Hoch ausgehend – in Zonen niedrigeren Luftdrucks hineinragt.

Erreichen uns Tiefdruckgebiete, sind Niederschlag und wechselhaftes Wetter zu erwarten. Für die Entstehung solcher Druckgebilde sorgen umfangreiche Bewegungen von Luftmassen mit verschiedenen Eigenschaften wie Lufttemperatur und Feuchtigkeitsgehalt. Über Afrika und den Mittelmeerlandern ist die → Sonnenstrahlung wesentlich intensiver und wirksamer als über Grönland und dem Polargebiet. Die Luftmassen über dem tropischen Afrika und den südeuropäischen Ländern werden stark erhitzt, während die Luft über dem Polargebiet kalt ist. Luftmassen mit so unterschiedlichen Eigenschaften beeinflussen unser Wettergeschehen erheblich.

Durch die Eigenschaft der Luft, sich bei Erwärmung auszudehnen, leichter zu werden und darum nach oben zu steigen und umgekehrt bei Abkühlung dichter und schwerer zu werden, folglich nach unten zu sinken, wird die Luft ständig in Bewegung gehalten, sie breitet sich aus, zieht sich zurück, dringt ineinander und vermischt sich. Je geringer die Temperaturunterschiede von nebeneinander liegenden Luftmassen sind, um so ruhiger werden ihre Bewegungen. Kommen Luftmassen längere Zeit zur



Ruhe, prägen sich Hochdruckgebiete aus, die Meteorologen bezeichnen sie auch als Antizykline.

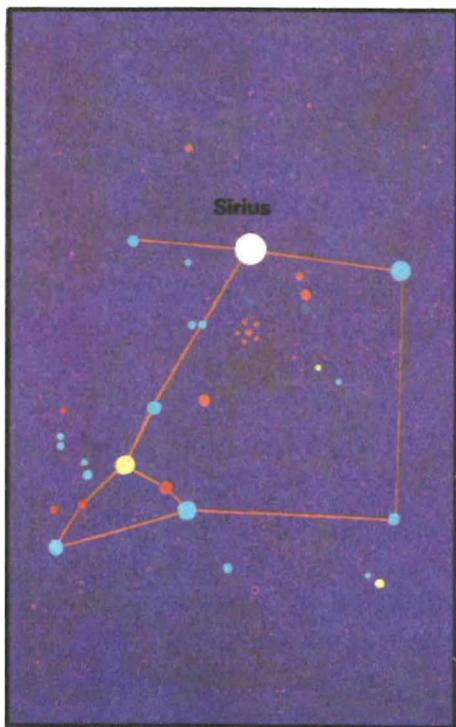
Im Hochdruckgebiet sinkt die schwere Kaltluft aus höheren Luftschichten langsam herab, und der Luftdruck steigt. Während des Sinkens erwärmt sich die Luft zunehmend, um schließlich als Warmluft seitlich vom Kern des Hochdruckgebietes (Gebiet mit einem deutlich ausgeprägten hohen Luftdruck in Bodennähe) nach außen abzufließen. Dabei bewirkt die Erdrotation (Drehung der Erde) auf der Nordhalbkugel der Erde eine in Uhrzeigerrichtung spirale Ablenkung. In solchen Gebieten herrscht meist wolkenloser oder wolkenärmer Himmel, denn warme Luft kann mehr Feuchtigkeit aufnehmen als kalte, so daß keine Wasserdampfkondensation zur Wolkenbildung führen kann.

Hundstage Mit Hundstagen wird eine Witterungsperiode bezeichnet, die uns in der Zeit zwischen Ende Juli und Anfang August jährlich eine ziemlich regelmäßig wiederkehrende Wetterlage (→ Großwetterlage) mit hohen Lufttemperaturen beschert. Meist treten die heißesten Tage des Jahres während der Hundstage auf. Der Name ist von dem Sternbild Großer Hund abgeleitet, in dem sich einer der hellsten Sterne am Himmel zeigt: der Sirius. Für einige Wochen im Sommer ist er nicht zu sehen,

weil er kurz vor oder nach dem Sonnenaufgang über dem Horizont emporsteigt und von der Sonne überstrahlt wird. Die heißen Tage fallen etwa mit der Zeit zusammen, in der am Morgenhim-
mel der Sirius wieder sichtbar wird. Das war schon vor Jahrtau-
senden den alten Römern aufgefallen. Sie gaben dem Sirius den
Namen Canicula, das heißt soviel wie Hundsstern, und sie maßen
diesem Stern besondere Kräfte zu. So erhielt diese Hochdruck-
wetterlage den Namen Hundstage.

Auch die alten Ägypter beobachteten das Erscheinen des Sirius sehr genau, war es doch für sie ein großes Ereignis. Zu dieser Zeit trat in den meisten Jahren der Nil über seine Ufer, und das Nil-
hochwasser war für die Bodenfruchtbarkeit im Niltal von ent-
scheidender Bedeutung. Außerdem begann mit dem Tag des Wiedererscheinens des Sirius das neue Jahr für die Ägypter.

Im Januar ist der Sirius am Abendhimmel in der östlichen Ver-
längerung der drei Gürtelsterne des auffällig schönen Sternbil-
des Orion zu finden.

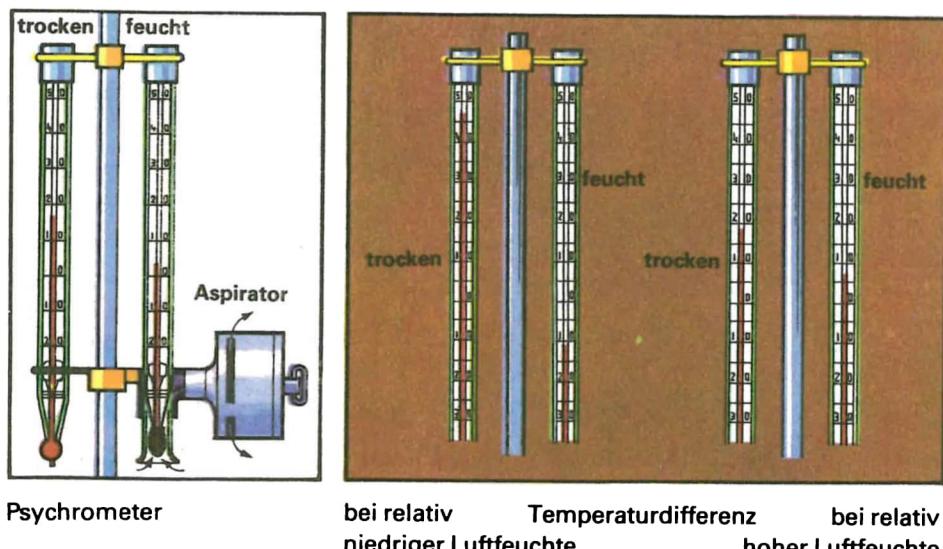


Sternbild Großer Hund

Hydrometeore → Niederschlag

Hygrometer Für die → Wettervorhersage sind ständige Informationen über den Wasserdampfgehalt der Luft unerlässlich.

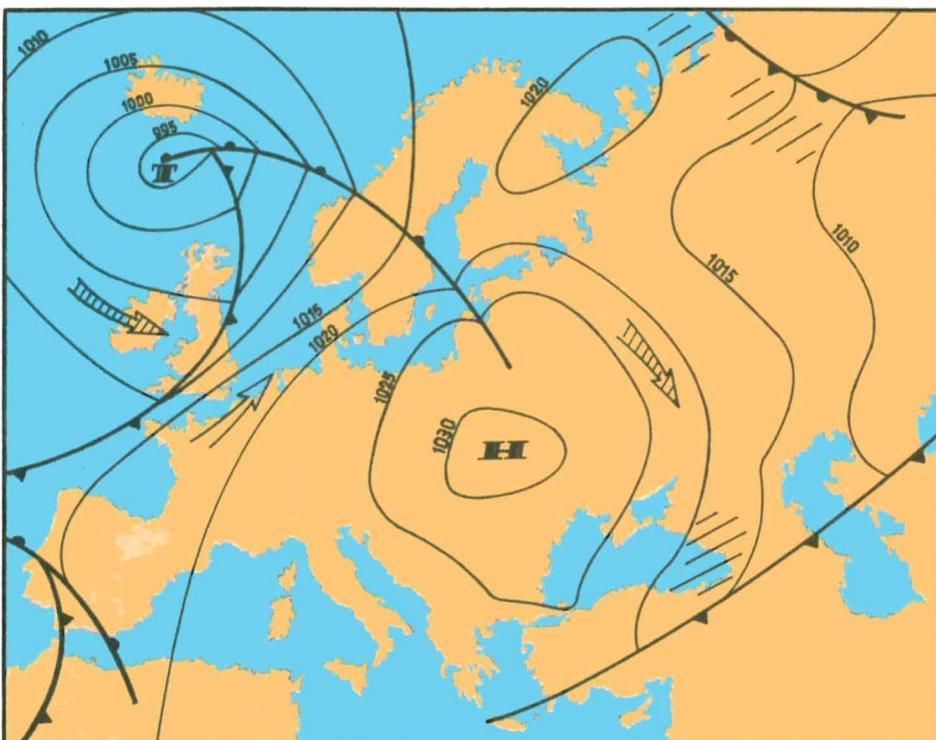
Zum Messen der relativen Luftfeuchte werden Hygrometer verwendet (hygros [griech.] heißt feucht, metron [griech.] heißt Maß). In vielen Wohnungen findet man Hygrometer, es sind Haarhygrometer. Das menschliche Haar besitzt die Eigenschaft, sich bei zunehmender Luftfeuchte zu verlängern und bei abnehmender zu verkürzen. Diese Eigenschaft wird im Meßgerät genutzt: Mehrere Haare werden gebündelt und über einen Mechanismus von Hebeln und Rädchen mit einem Zeiger verbunden, der die Verkürzung oder Verlängerung der Haare auf einer Skale anzeigt.



Da Temperatur- und Staubeinfluß sowie eine nach längerer Zeit eintretende Veränderung der Haarlänge zu ungenauen Messungen führen, bedürfen Haarhygrometer einer regelmäßigen Kontrolle, arbeiten aber bei sorgfältiger Wartung gut. Für die Kontrolle werden vorwiegend sogenannte Psychrometer verwendet. Dieses Verfahren, die Luftfeuchte genau zu bestimmen, erfordert zwei nebeneinander stehende, völlig gleiche Thermometer. Das eine Thermometergefäß wird mit einer feuchten Mullhülle umgeben,

während das andere trocken bleibt und die aktuelle Lufttemperatur anzeigt. Mit einem Spezialventilator, Aspirator genannt, wird ein Luftstrom erzeugt, der an den Thermometern vorbeigeführt wird. Ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt (\rightarrow Luftfeuchte, relative und \rightarrow Verdunstung), so zeigen beide Thermometer die gleiche Temperatur an. Bei ungesättigter Luft verdunstet Wasser am feuchtgehaltenen Thermometer. Dazu ist Wärme nötig, die so genannte Verdunstungswärme, so daß sich die Temperatur am feuchtgehaltenen Thermometer verringert. Je trockener die Luft ist, um so mehr Feuchtigkeit verdunstet und um so mehr Wärme wird verbraucht. Dadurch wird der Temperaturunterschied zwischen dem feuchtgehaltenen und dem trockenen Thermometer immer größer.

Aus dem Temperaturunterschied wird die relative Luftfeuchte ganz genau errechnet.

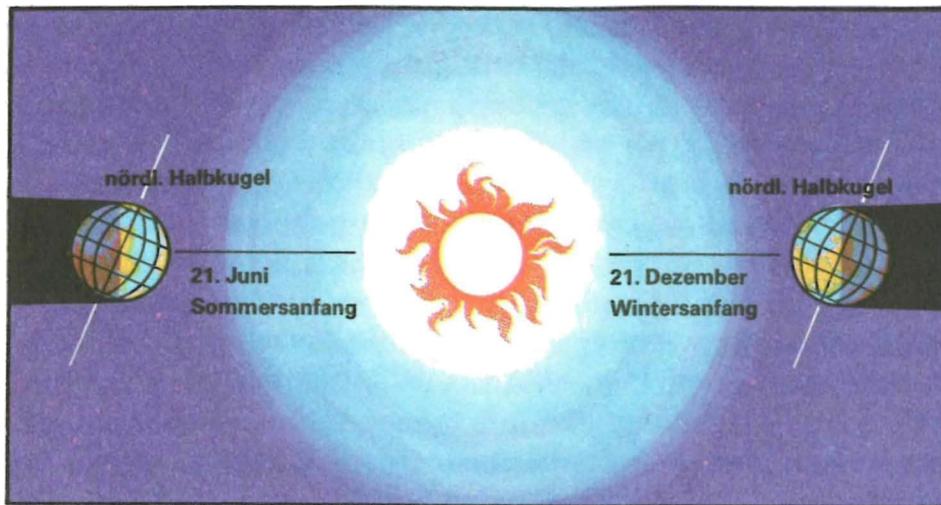


Isobaren

Isobare Verbindet man auf einer → Wetterkarte, zum Beispiel von Europa, die Orte gleichen Luftdrucks mit einer Linie, so erhalten wir eine Isobare (iso [griech.] heißt gleich, báros [griech.] heißt Schwere). Das Messen des Luftdrucks in allen meteorologischen Stationen, die dem Meteorologischen Dienst angeschlossen sind, wird zu gleichen Terminen vorgenommen, denn der Druck verändert sich oft in kurzer Zeit erheblich. Ein Isobarenbild entsteht, wenn jeweils Orte mit gleichem Luftdruck durch Linien verbunden werden, zum Beispiel alle Orte mit dem Luftdruck 1010 hPa, 1015 hPa, 1020 hPa, 1025 hPa. Auf Wetterkarten, auch beim Fernsehwetterbericht, geben diese Linien die Lage von → Hoch- und → Tiefdruckgebieten an. Für den zu erwartenden Wetterablauf werden aus den Luftdruckverhältnissen und deren Veränderungen wesentliche Erkenntnisse für die → Wettervorhersage gewonnen. Das gleiche kann auch mit Orten gleicher Temperatur vorgenommen werden, es entstehen dann Isothermen.

Isotherme → Isobare

Jahreszeiten Frühling, Sommer, Herbst und Winter sind uns als Jahreszeiten mit jeweils typischen Witterungserscheinungen und bestimmten Etappen der Entwicklung des Pflanzenwuchses geläufig. Die Astronomen (Astronomie ist Sternkunde) teilen das Jahr nach der Tag- und Nachtlänge in vier Jahreszeiten ein: Am 21. März sind Tag und Nacht an allen Orten der Erde gleich lang, also je 12 Stunden liegen zwischen Sonnenauf- und -untergang. Mit diesem Tag beginnt bei uns der astronomische Frühling. Der 21. Juni hat den längsten Tag und die kürzeste Nacht, und damit beginnt der astronomische Sommer. Der Herbstbeginn fällt wieder mit Tag- und Nachtgleiche auf den 23. September, und am 21. Dezember mit seinem kürzesten Tag und der längsten Nacht des Jahres beginnt der Winter. Die Ursache dafür liegt im Wechsel der Stellung unserer Erde zur Sonne beim Umlauf der Erde um die Sonne im Laufe eines Jahres begründet. Die astronomischen Jahreszeiten stehen somit genau fest. (Hier sei noch gesagt, daß es Jahre gibt, in denen sich die eben genannten Daten



des Beginns der Jahreszeiten um ein bis drei Kalendertage verschieben können. Dafür gibt es mehrere Gründe, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.)

Die Meteorologen unterscheiden 4 Jahreszeiten, die jeweils 3 Monate umfassen, wie folgt:

Frühling (März, April, Mai)

Sommer (Juni, Juli, August)

Herbst (September, Oktober, November)

Winter (Dezember, Januar, Februar)

Das bevorzugte, jedoch nicht alljährliche Auftreten von Hochdruckwetterlagen zu bestimmten Terminen bildet die Grundlage für die weitere Unterteilung der meteorologischen Jahreszeiten:

Frühling

Vorfrühling (um den 20. 3.)

Mittfrühling (um den 20. 4.)

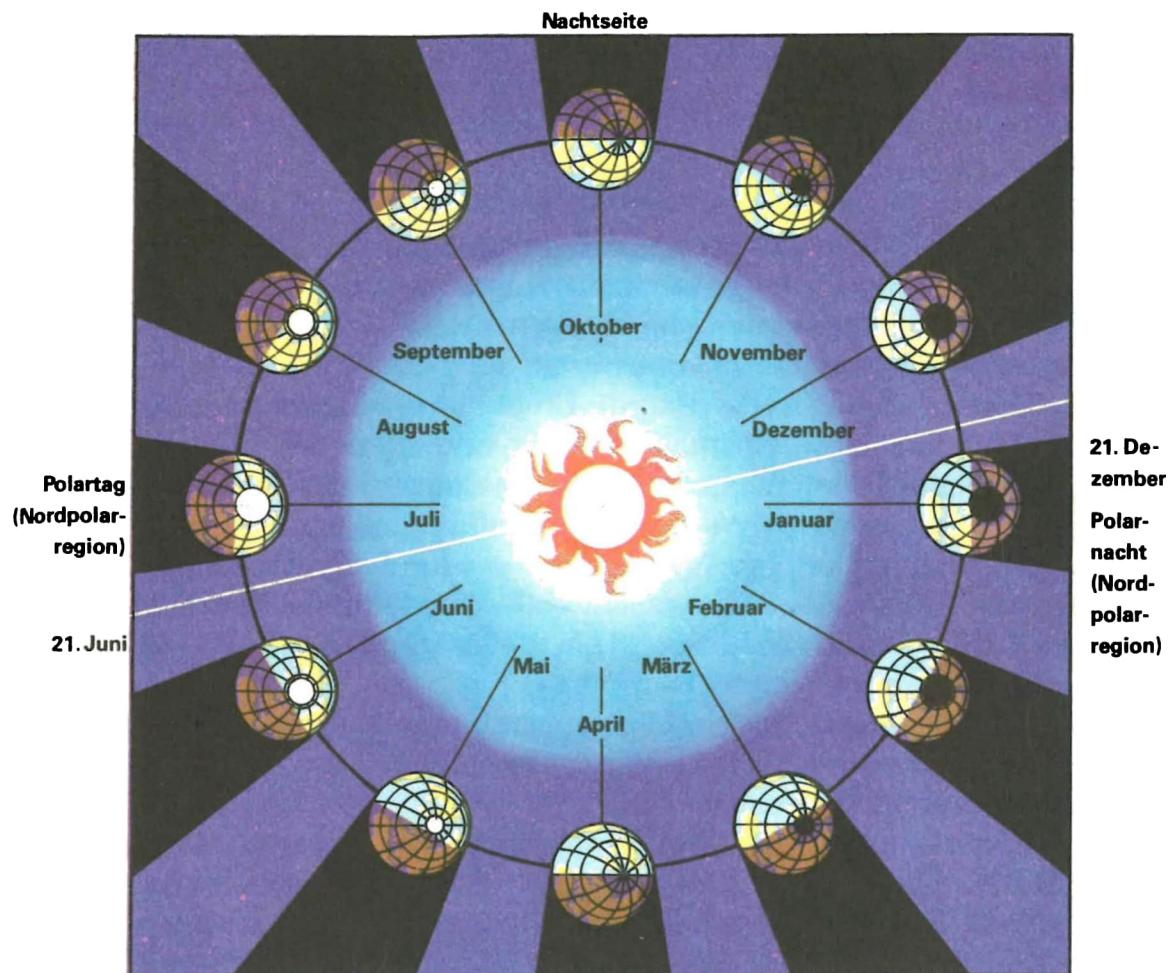
Spätfrühling (Monatswende Mai/Juni)

Sommer

Frühsommer (um den 25. 6.)

Hochsommer (Mitte Juli bis Anfang August;
→ Hundstage)

Spätsommer (erstes Septemberdrittel)



Erdumlaufbahn um die Sonne während eines Jahres (Blick auf die nördliche Halbkugel)

Herbst

Frühherbst (zweite Septemberhälfte)
Mittherbst (zweite Oktoberhälfte)
Spätherbst (Mitte November)

Winter

- Frühwinter (um den 20. 12.)
- Hochwinter (zweite Januarhälfte)
- Spätwinter (Hochdrucklagen nach Mitte Februar)
- Schließlich ist es auch üblich, das Jahr in natürliche Vegetationszeiten zu unterteilen

tionsabschnitte, phänologische Jahreszeiten, einzuteilen (→ Phänologie).

Kaltfront → Fronten

Klima Warum reifen bei uns keine Bananen, Apfelsinen und Zitronen? Auf diese Frage erhält man ungefähr folgende richtige Antwort: weil unser Klima für den Anbau dieser Früchte ungeeignet ist, sie gedeihen bei uns nicht.

Klären wir zunächst den Begriff: Unter Klima verstehen wir die Gesamtheit aller an einem Ort möglichen und im Verlauf eines langjährigen Zeitraumes auch mit verschiedener Häufigkeit tatsächlich auftretenden Wetterzustände einschließlich ihrer typischen Auffeinanderfolge sowie ihrer tages- und jahreszeitlichen Schwankungen. Stark vereinfacht heißt das, Klima ist der mittlere Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort.

Das Klima wird besonders durch die

- Klimaelemente, das sind Sonnenstrahlung, Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken, Wasserdampfgehalt der Luft, Lufttemperatur, Luftdruck und die
- Klimafaktoren, das sind vornehmlich die Lage zum Meer, Höhe über dem Meeresspiegel und Form des Landschaftsreliefs (Flachland, Berge, Täler mit Flüssen und Seen), vorherrschende Luft- und Meeresströmung, Bodenbeschaffenheit und -bedeckung (Pflanzenwuchs, Bebauung) bestimmt.

Wenn die Klimatologie – so heißt der Wissenschaftszweig – einen Gesamtüberblick über alle möglichen Witterungszustände geben will, so kann sie nur durch Verarbeitung langer Beobachtungsreihen über Jahre oder sogar Jahrzehnte zu brauchbaren Ergebnissen kommen.

Die Ergebnisse werden unter anderem zur Systematisierung der Klima, zur Einteilung der Erde in Klimazonen verwendet. Man unterscheidet vorzugsweise folgende Klima:

- A-Klima; tropische Regenklimate
- B-Klima; trockene Klimate
- C-Klima; warmgemäßigte Regenklimate
- D-Klima; winterkalte, subarktische Klimate

E-Klima; schneereiche Tundrenklima
 F-Klima; Klima des ewigen Frostes
 Mitteleuropa gehört überwiegend zum feuchttemperierten Klima.

Mit dem mittleren Zustand sind die Mittelwerte der Elemente des Klimas gemeint. Dazu gehören die durchschnittlichen Werte für die Sonnenstrahlung, Lufttemperatur und -feuchte, des Luftdrucks, der Windrichtungen und -geschwindigkeit, Niederschlagshöhe, auch des Bedeckungsgrades des Himmels mit Wolken.

Für Warnemünde (W), Potsdam (P) und den Fichtelberg (F) ergeben sich folgende mittleren Werte für die Jahreszeiten und das Jahr:

		Frühjahr	Sommer	Herbst	Winter	Jahr
Mittlere Vierteljahres- u. Jahresmittel der Lufttemperatur in °C 1951/80		W 6,6 P 8,0 F 1,5	16,1 17,3 10,7	9,6 9,0 3,8	2,5 - 0,1 - 4,7	8,3 8,6 2,8
Mittlere Anzahl der Sommerstage (Tages- maximum $\geq 25^{\circ}\text{C}$)		W 1,0 P 4,0 F .	9,4 30,8 1,7	0,9 2,7 0,1	.	11,3 37,5 1,8
Mittlere Anzahl der Frosttage (Tages- minimum $< 0^{\circ}\text{C}$)		W 16,2 P 22,2 F 52,3	.	4,9 10,9 36,0	48,6 59,6 85,6	69,7 92,7 184,7
Mittlere Vierteljahres- und Jahressumme der Niederschlags- höhe in mm 1951/80		W 125 P 134 F 277	194 199 333	149 135 247	124 127 277	592 595 1134
Mittlere Anzahl der Tage mit einer Tages- summe der Nieder- schlagshöhe $\geq 1,0\text{ mm}$		W 25,4 P 25,9 F 41,1	28,6 28,9 38,7	28,3 25,3 36,2	28,7 28,7 45,3	111,0 108,8 161,3

Interessant wird folgender Vergleich der durchschnittlichen Jahressummen der Niederschlagshöhe:

Hamburg 712 mm

Hannover 607 mm

Berlin 581 mm

Warschau 475 mm

Es ist deutlich die Abnahme der Niederschlagsmengen von der Nordseeküste ins Binnenland erkennbar, was im Zusammenhang mit der zunehmenden Entfernung der genannten Städte vom Meer zu sehen ist.

Die Ergebnisse der Klimatologie bringen vielen Bereichen der Volkswirtschaft hohen Nutzen. Es werden Unterlagen erarbeitet und bereitgestellt, welche die zu erwartenden Einflüsse des Klimas auf geplante Vorhaben in der Wirtschaft zeigen. Dadurch können Rückschläge vermieden oder eingeschränkt werden.

Wichtigste Teilgebiete der Klimatologie sind die Agrarklimatologie, deren Aufgabe es ist, spezielle Unterlagen für die Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion bereitzustellen, und die Bioklimatologie, die die Auswirkungen von Klima und Wetter auf den Menschen untersucht.

Luftdruck Gerät Luft in Bewegung, so empfinden wir sie als → Wind. Zum Drachensteigen im Herbst beispielsweise nutzen wir den Wind. Die bewegte Luft drückt die Drachenfläche in die Höhe.

Luft ist demnach, obwohl wir sie normalerweise nicht sehen können, nicht etwa nichts, sondern eine Masse, ein Stoff wie Holz, Steine oder Wasser. Es werden feste, flüssige und gasförmige Stoffe unterschieden. Luft ist ein gasförmiger Stoff. Alle Stoffe haben ein Gewicht, das durch die Anziehungskraft (Schwerkraft) der Erde bestimmt wird, nur ist das Gewicht der Luft viel geringer als das von Holz, Steinen oder Wasser.

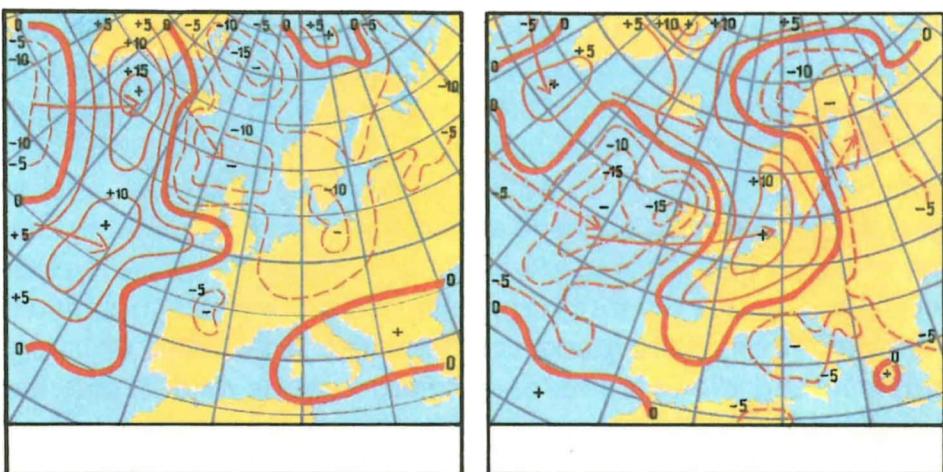
Unsere Erde ist von einer Lufthülle, der → Atmosphäre, umgeben. Sie drückt auf jeden Quadratzentimeter der Erdoberfläche mit einem Gewicht von einem Kilopond, genauer: 1,033 Kilopond (kp), wenn wir uns in Höhe des Meeresspiegels befinden, zum Beispiel am Strand der Ostsee. Mit zunehmender Höhe über

dem Meeresspiegel nimmt der Luftdruck ab. Auf einem Berg ist der Luftdruck deshalb niedriger als im Tiefland. Die Luftdruckabnahme erfolgt in den erdnahen Atmosphärenschichten schneller als in den höher liegenden. Sollen Luftdruckwerte von in unterschiedlicher Höhenlage befindlichen → meteorologischen Stationen untereinander verglichen werden, wie dies bei der Einschätzung des Wetterzustandes geschieht, müssen die Luftdruckmesswerte auf eine einheitliche Bezugshöhe umgerechnet (reduziert) werden. Die Meteorologen verwenden nach internationaler Übereinkunft hierzu für alle meteorologischen Stationen des Tieflandes und der unteren Lagen der Mittelgebirge die Höhe des Meeresspiegels.

Der Luftdruck wird an meteorologischen Stationen vorzugsweise mit dem Quecksilberbarometer gemessen. Für Geräte, die den zeitlichen Verlauf des Luftdrucks aufzeichnen (Barographen), werden Aneroidbarometer (→ Barometer) verwendet. Neben den Luftdruckwerten zu bestimmten Terminen und deren räumlichen Unterschieden ist für die Beurteilung des Wetterzustandes und der daraus abgeleiteten Wettervorhersage die Luftdruckänderung seit dem letzten Beobachtungstermin – das ist die Drucktendenz – von großer Bedeutung.

Wie kommt es zu Veränderungen des Luftdrucks?

Die Lufthülle der Erde ist ständig in Bewegung, dafür sorgt die



Luftdruckveränderung (Drucktendenz) innerhalb von 24 Stunden

→ Sonnenstrahlung. Warme Luft steigt, weil sie leichter ist als kalte, und kalte Luft fällt, weil sie schwerer ist als warme. Das kann man beobachten, wenn ein beheizter Raum gelüftet wird. Am geöffneten Fenster strömen Staub oder Rauch sichtbar mit der Warmluft nach außen, während sie am unteren Fensterrand mit der kalten Luft in den Raum zurückströmen, eine unangenehme Erscheinung beim Ausschütteln eines Staubtuches, wenn das Tuch nicht genügend weit zur Seite geschwenkt wird. Das Flimmern über einer sonnenbestrahlten Landstraße entsteht durch die aufsteigende Luft bei der Abgabe von in der Straßendecke gespeicherter Sonnenwärme an die Luft. Alle Flächen ohne Pflanzenbewuchs, wie frisch bestellte oder abgeerntete Äcker, Sandflächen oder auch Wohnhäuser, speichern viel Sonnenenergie und geben sie an die Luft wieder ab.

Anders dagegen verhalten sich dicht bewachsene Flächen, vor allem Laub- und Nadelwälder, Wasserflächen wie Seen und Flüsse mit ihren feuchten Niederungen. Die Sonnenstrahlen erreichen im Wald kaum den Boden, so kann auch vom Waldboden keine Wärme abgestrahlt werden. Die hier herrschende erfrischende Kühle an heißen Sommertagen ist so zu erklären.

Auch Wasser nimmt Wärme nur langsam an. Erst nach vielen warmen Sonnentagen lädt ein See zum Bade ein.

Die aufsteigende Warmluft über Freiflächen kühlt sich wenige hundert Meter über dem Erdboden ab, breitet sich dann fast waagerecht aus und fällt als Kaltluft, zum Beispiel über Wasserflächen, wieder ab. Bei diesen Auf- und Abbewegungen der Luft entstehen Luftströmungen, die wir als leichten Wind empfinden.

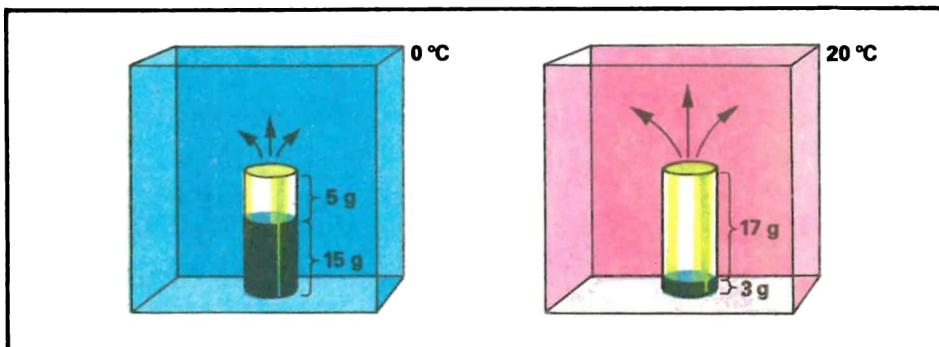
Großräumige Luftmassenbewegungen können wir nicht beobachten, unser Blickfeld ist viel zu klein. Die Ursachen solcher gewaltigen Bewegungen sind aber die gleichen wie die über kleineren Gebieten: Luft wird erwärmt und steigt auf, weil sie leichter ist als kalte Luft. So tritt zum Beispiel über den Sandgebieten Nordafrikas eine sehr starke Erwärmung ein, und die Luft steigt auf, während die Luft über dem Polargebiet als Kaltluft fällt und abfließt. In gewaltigen Mengen erreichen diese Luftmassen entweder als warme südliche Winde oder als kalte Nord- bis Nordwestwinde auch unser Land.

Das unterschiedliche Gewicht zwischen warmer und kalter Luft führt bei ihrer großräumigen Bewegung zu Luftdruckänderungen. Luftdruckabnahme deutet oftmals auf das Herannahen einer Warmfront hin, was meist mit länger anhaltenden Niederschlägen verbunden ist. Kräftiger Luftdruckanstieg und schauerartige Niederschläge treten nach Durchzug einer Kaltfront (→ Fronten) auf und leiten im allgemeinen den Aufbau eines → Hochdruckgebietes ein, sofern nicht eine weitere Warmfront herannahrt.

Luftfeuchte, relative In der Luft ist immer und bei jeder Temperatur Wasserdampf enthalten, das ist Wasser in gasförmigem Zustand (→ Verdunstung). Die höchstmögliche Menge des von der Luft aufnehmbaren Wassers ist die maximale Feuchte, und diese richtet sich nach dem Luftdruck und vor allem nach der Lufttemperatur. Das wird in der folgenden Tabelle deutlich:

Lufttemperatur in °C	– 10 °	0 °	+ 8 °	+ 16 °	+ 20 °	+ 24 °	+ 28 °
Wasserdampf (g/m ³)	2,1	5,0	8,3	13,6	17,0	21,8	27,2

(g/m³ = Gramm je Kubikmeter. 1 Kubikmeter ist ein Würfel mit einer Kantenlänge von 1 m.)



Sind in der Luft eines Kubikmeters bei 24 °C 21,8 g Wasserdampf enthalten, so ist die maximale Feuchte erreicht, die Luft ist mit Wasserdampf gesättigt. Das Verhältnis zwischen dem in der

Luft tatsächlich vorhandenen Wasserdampfgehalt und dem bei der vorliegenden Lufttemperatur höchstmöglichen wird in Prozent (%) angegeben und als relative Luftfeuchte bezeichnet.

Die Werte der obigen Tabelle entsprechen somit jeweils einer relativen Luftfeuchte von 100 %. Wäre im gleichen Kubikmeter bei einer Lufttemperatur von 24 °C nur die Hälfte, nämlich 10,9 g, Wasser enthalten, dann betrüge der Sättigungsgrad auch nur die Hälfte, also 50 %, somit bei 5,4 g Wasser nur 25 %.

Im Wetterbericht heißt es beispielsweise: „...relative Luftfeuchte 75 %“. Relativ heißt soviel wie „bezogen auf“, in diesem Fall bezogen auf die bestehende Lufttemperatur und den Luftdruck. Sinkt die Lufttemperatur, kann dieselbe Menge Luft weniger Wasser aufnehmen (siehe Tabelle!), und ohne daß mehr Wasser aufgenommen wird, erhöht sich die relative Luftfeuchte: 10,9 g Wasser in 1 m³ Luft bei 24 °C entsprechen 50 % relativer Luftfeuchte, denn diese Luft könnte noch weitere 10,9 g Wasser aufnehmen. Bei Abkühlung der Luft von 24 °C auf 16 °C wird schon eine relative Luftfeuchte von 80 % bei gleichbleibender absoluter Feuchte von 10,9 g Wasser in 1 m³ Luft erreicht. Diese Luft könnte nur noch 2,7 g Wasser bis zu ihrer Sättigung aufnehmen. Kühlt dieselbe Luft auf 8 °C ab, tritt Kondensation ein, das heißt, die überschüssige Feuchtigkeit tritt in den flüssigen Zustand über. Dies geschieht häufig in Form von Tau- oder Nebelbildung. Der unsichtbare Wasserdampf wird sichtbar. In höheren Luftsichten kennen wir den Nebel als → Wolken. Bei Erreichen von 100 % relativer Luftfeuchte entsteht im allgemeinen also Nebel, der sich an allen Gegenständen absetzt und zum Beispiel an Spinnweben wie viele kleine Glaskristalle glitzert. Die Lufttemperatur, bei der die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, wird Taupunkttemperatur, kurz Taupunkt, genannt. Bei Lufttemperatur unter dem Gefrierpunkt entstehen kleinste Eiskristalle, und das wird Sublimation genannt.

Wie Frühnebel entsteht, kann sich jetzt jeder erklären. Morgens hat sich die Luft am meisten abgekühlt; denn am Boden ist es durch die Verdunstung von Wasser kälter als einige Meter darüber, da dem Boden durch Verdunstung Wärme entzogen wird. Es entsteht der Bodennebel, besonders nach Regen, über feuch-

ten Wiesen, in Bodensenken und Tälern, weil bekanntlich kalte Luft schwerer ist und nach unten abfließt. Voraussetzung ist Windstille – übrigens auch Kalme genannt – oder sehr schwache Luftbewegung. Bei Wind wird die abgekühlte feuchte Luft sofort bewegt und durchmischt sich mit der über ihr lagernden wärmeren und trockeneren Luft, es kann kein Nebel entstehen.

Zur Bildung von Nebel und Wolken sind zwei Bedingungen nötig:

1. Die Luft muß ihre maximale Feuchte überschreiten, und es müssen

2. kleinste Bestandteile in der Luft, meist Verunreinigungen, als Ansatzkerne für Wasser vorhanden sein. Sie werden Kondensationskerne genannt, das sind Teilchen, von denen 10000 bis 100000 aneinandergereiht nur einen Millimeter ergeben würden. Dazu gehören zum Beispiel Rauchteilchen, wie sie bei der Verbrennung von Holz und Kohle in Fabriken und Wohnstätten entstehen, das sind Abgase aller Benzin- und Dieselmotoren, Rauch und Asche in riesigen Mengen aus Vulkanen, das ist jede Art von Staub. Auch Bakterien bilden solche Kondensationskerne. Jeder Regentropfen und jede Schneeflocke besitzt mindestens einen Kondensationskern. Schon aus diesem Grunde darf man kein Regenwasser trinken oder an Eiszapfen lutschen.

Für die Meteorologen ist die Messung der relativen Luftfeuchte unentbehrlich. Die Geräte zur Messung werden → Hygrometer genannt.

Lufttemperatur Die Lufttemperatur hat einen beherrschenden Einfluß auf alle Vorgänge in der → Atmosphäre und ist vielseitig am Wettergeschehen beteiligt.

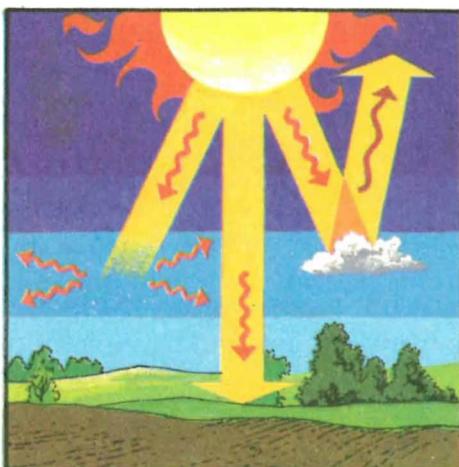
Temperatur und Wärme sind streng zu unterscheiden. Wärme ist die Energie, welche die kleinsten Teile eines Stoffes in mehr oder weniger starke Schwingungen versetzt. Temperatur ist der Zustand, den diese Schwingungen hervorrufen. Die Stöße der Teilchen werden von uns als Temperatur empfunden. So erklärt es sich, daß ein abkühlender Ofen wegen des Abklingens der Teilchenschwingungen ein fortschreitendes Sinken der Raumtemperatur vermittelt.

Kälte ist nur ein geringerer Grad von Wärme, man ist jedoch übereingekommen, Temperaturen unter 0 °C als Kälte zu bezeichnen.

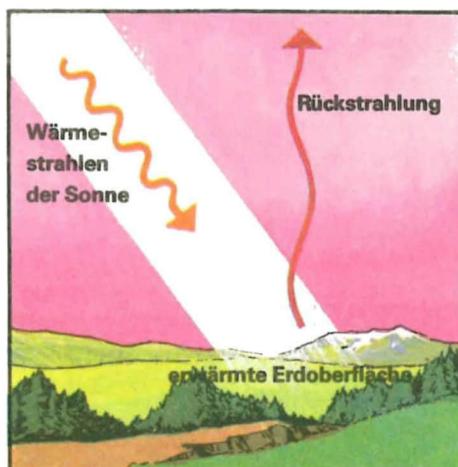
Zur Messung der Lufttemperatur werden → Thermometer verwendet, die, vor Sonnenstrahlung und Niederschlag geschützt, in einer Thermometerhütte untergebracht sind, mit Ausnahme eines Minimumthermometers, das in 5 cm Höhe über dem Boden angebracht und von dem die Lufttemperatur in Bodennähe abgelesen wird.

Wie kommt es zu warmer oder kalter Luft, zur Lufttemperatur?

Wärme breitet sich im wesentlichen durch Strahlung aus. Die Luft wird nicht direkt durch die → Sonnenstrahlung erwärmt. Die Wärmestrahlen der Sonne durchdringen den Weltraum, und nur ein Teil erreicht unsere Erde. Die Energie der Wärmestrahlen wird von der Erdoberfläche aufgenommen (absorbiert), und sie erwärmt sich. Die Luft erhält ihre Wärme erst durch die Rückstrahlung von der Erd- oder Wasseroberfläche, dadurch erklärt sich ihre Temperatur.



Etwa $\frac{1}{3}$ der Wärmestrahlen der Sonne erreicht die Erde



Die Luft erhält ihre Wärme durch Rückstrahlung

Wärme verbreitet sich auch durch Strömung, allerdings nur bei Flüssigkeiten und Gasen. Diese dehnen sich beim Erwärmen aus, dadurch verringert sich ihr Gewicht, weshalb eine Strömung nach oben ausgelöst wird (eine Ausnahme bildet Wasser, wenn

es unter 4 °C abkühlt). Nach erfolgter Wärmeabgabe werden sie wieder schwerer und sinken zurück (→ Luftdruck).

Diese Grundprozesse vollziehen sich an jedem Ort der Erde bei Sonnenstrahlung, allerdings in unterschiedlicher Stärke. Je mehr wir uns dem Äquator nähern, um so wirksamer wird die Wärmestrahlung, während sie zu den Erdpolen hin immer mehr abnimmt. Das ist auch die Erklärung dafür, daß Luftmassen aus polaren Gebieten allgemein kühl bis kalt sind und Luftmassen südlichen Ursprungs warme bis tropische Luft heranführen.

Im Winter ist die Sonnenstrahlung am geringsten (→ Jahreszeiten), folglich auch die Wärmerückstrahlung. Wenn in dieser Zeit außerdem Kaltluft aus polaren Gebieten einströmt, sinken die Lufttemperaturen immer mehr ab, mitunter bis weit unter die 0 °C-Grenze. Besonders in den Nachtstunden und bei wolkenlosem Himmel können dann strenge Fröste erwartet werden.

Unmittelbar an der Erdoberfläche treten vielfach die tiefsten Temperaturen auf, weil hier der Wärmeverbrauch durch die Verdunstung von Erdfeuchtigkeit zusätzliche Abkühlung verursacht. So entsteht Frost in Bodennähe, während die Thermometer in 2 m Höhe Wärmegrade anzeigen.

Die Lufttemperatur wird zu allen für die jeweilige meteorologische Station verbindlichen Beobachtungsterminen gemessen (stündlich, dreistündlich, sechsstündlich). Aus den Terminwerten berechnet man das Tagesmittel, indem man die Terminwerte addiert und die Summe durch die Anzahl der Beobachtungstermine dividiert. Voraussetzung dafür ist die Beobachtung in gleichmäßigen Zeitabständen „rund um die Uhr“. Die Berechnung der Dekaden-, Monats-, Quartals- und Jahresmittel erfolgt entsprechend.

Beispiel: 1. 1 Uhr: 10 °C

2. 7 Uhr: 9 °C

3. 13 Uhr: 12 °C

4. 19 Uhr: 13 °C

Summe: 44 : 4 = 11.

Die Tagesmitteltemperatur betrug an diesem Tag 11 °C.

An meteorologischen Stationen werden zusätzlich zu den Terminwerten die Tagesextreme (höchste und niedrigste Lufttem-

peratur) sowie die tiefste Lufttemperatur in 5 cm Höhe über dem Boden gemessen.

Meteorologie Die Meteorologie als ein Zweig der Geophysik ist die Wissenschaft zur Erforschung der physikalischen Vorgänge in der → Atmosphäre (Lufthülle) der Erde, sie ist die Lehre von den Wettererscheinungen und deren Gesetzmäßigkeiten. Das Wort entstammt der altgriechischen Sprache und ist zusammengesetzt aus meteore (Himmelserscheinung) und logos (Lehre), es geht also um die Lehre von den Vorgängen in der Lufthülle.

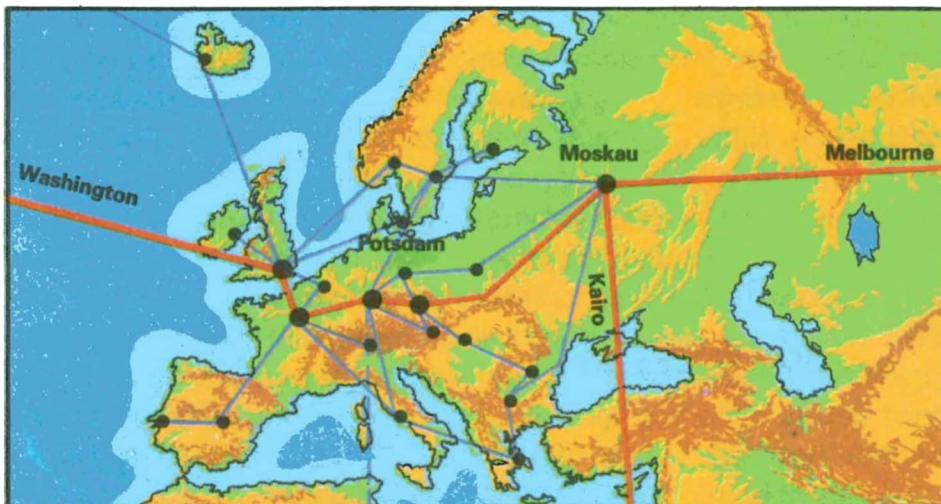
Die Bezeichnung geht auf den Griechen Aristoteles zurück, der im Altertum, in den Jahren 384 bis 322 vor unserer Zeitrechnung, lebte, also vor mehr als 2300 Jahren, und das erste Lehrbuch der Meteorologie schrieb. Die Kenntnisse über Wettererscheinungen wurden schon in dieser Zeit bei den jährlich auftretenden Überschwemmungen für die hochentwickelte Landwirtschaft genutzt. Als die Spanier und Portugiesen viele Jahrhunderte später ihre ausgedehnten Entdeckungsfahrten unternahmen, erlangten die Erkenntnisse der Griechen erneut Bedeutung und führten zum stärkeren Bedürfnis, das Wetter zu beobachten. Hervorragende Gelehrte, wie Galileo Galilei (1564 bis 1642), Evangelista Torricelli (1608 bis 1647), Blaise Pascal (1623 bis 1662) und Otto von Guericke (1602 bis 1686), haben sich bei der Erfindung von Instrumenten für die Wetterbeobachtung große Verdienste erworben.

Die Erfindung solcher Geräte förderte die Meteorologie in hohem Maße. Erste → meteorologische Stationen entstanden in Paris 1664, in Breslau (heute Wrocław) 1692, in Berlin 1700, in Petersburg (heute Leningrad) 1725, in Prag 1752. Das erste meteorologische Stationsnetz wurde durch eine Gesellschaft – Societas Meteorologica Palatina – im Jahre 1780 von Kurfürst Karl Theodor von der Pfalz und Bayern gegründet. Über ganz Europa bis Nordamerika und Grönland wurden einheitliche Geräte und Instruktionen verschickt. Leider bestand dieses Netz nur 15 Jahre.

Ende des 18. Jahrhunderts erfolgten erste wissenschaftliche Freiballonfahrten zur Erforschung der erdnahen Schichten der Lufthülle unseres Planeten.

Einen deutlich praktischen Wert erhielt die Meteorologie aber erst in neuerer Zeit mit der Einführung der telegrafischen Nachrichtenübermittlung. Seit 1850 konnten dadurch Wettermeldungen über weite Räume schnell und zuverlässig ausgetauscht werden. Der Grundstein für eine wissenschaftlich begründete → Wettervorhersage war gelegt.

Mit Sicherheit können wir von den Meteorologen in den nächsten Jahren noch viel erwarten, vor allem, daß ihre Wettervorhersagen noch präziser und langfristige Voraussagen sicherer werden. Mit Wettersatelliten und hochleistungsfähigen EDV-Anlagen stehen ihnen modernste Hilfsmittel zur Verfügung.



Weltnetz des meteorologischen Informationssystems

Meteorologische Stationen Bis zu 1200 Informationseinheiten (→ Zeichen) in jeder Sekunde können über leistungsstarke Fernschreibeinrichtungen des sogenannten globalen Hauptkanals übertragen werden, der die meteorologischen Weltzentren Moskau, Washington und Melbourne verbindet. Regionale Kanäle sind dem Hauptkanal angeschlossen und fassen die nationalen meteorologischen Zentren zusammen. Immerhin werden täglich an mehr als 100000 meteorologischen Stationen und Meßstellen unserer Erde Wetterbeobachtungen vorgenommen, registriert und weitergeleitet. 6000 Landstationen und etwa 1000 Handels-

schiffe beobachten ganztägig zu gleichen Terminen das Wetter. Etwa 3000 Verkehrs- und Wetterflugzeuge auf allen Flugwegen, 700 Radiosondenaufstiegsstellen (→ Radiosonde), Wetterradargeräte, Wetterraketen aufstiegsstellen und mehrere → Wittersatelliten ergänzen das Beobachtungsnetz unseres Erdballs.

Die meteorologischen Stationen werden nach Art und Umfang des Beobachtungsprogramms unterschieden. Im Meteorologischen Dienst der DDR bestehen meteorologische Haupt-, Neben-, Registrier- und Ergänzungsstationen, Niederschlagsmeßstellen und phänologische Beobachter. Die Hauptstationen beobachten „rund um die Uhr“, die Nebenstationen nur zu bestimmten Terminen. An Registrierstationen – der Name lässt dies bereits erkennen – sind ausschließlich Registriergeräte eingesetzt. An Ergänzungsstationen werden in einem verkürzten Programm täglich 3 Beobachtungstermine wahrgenommen. Die Niederschlagsbeobachter führen täglich eine Beobachtung um 7 Uhr durch. Die Phänologen beobachten den Eintritt bestimmter Phasen der Pflanzenentwicklung (→ Phänologie). An den meteorologischen Haupt- und Nebenstationen sind Berufsbeobachter tätig. Ihre Berufsbezeichnung lautet „Technischer Assistent für Meteorologie“. Die Ergänzungsstationen und Niederschlags- sowie phänologischen Beobachtungsstellen werden von interessierten Bürgern betreut. Auch zahlreiche Schüler sind daran beteiligt und leisten damit der Meteorologie wertvolle Dienste. Die Stationen verfügen über moderne meteorologische Geräte; ausgewählte Stationen sind mit einer automatischen Ausrüstung versehen.

Wenn die Potsdamer Meteorologen den täglichen Wetterbericht vorbereiten, werten sie Informationen aus einem Gebiet aus, das im Osten vom Uralgebirge, im Westen von der Ostküste Nordamerikas, im Süden von der nordafrikanischen Küste und im Norden vom Arktischen Ozean begrenzt wird. Für mittelfristige Vorhersagen sind die Informationen der gesamten Nordhalbkugel der Erde nötig. Die Informationsflut, die in Form von Zahlen und Zahlengruppen eingeht, ist nur noch mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitung (EDV) zu bewältigen, denn nur die schnelle Datenauswertung sichert einen aktuellen Wetterbericht. Nach dem Eintreffen werden die Meldungen auf Wet-

terkarten eingetragen und daraus Vorhersagen mit eventuell erforderlichen Warnungen, zum Beispiel vor Sturm, Starkniederschlägen und Glatteisgefahr, abgeleitet und veröffentlicht (→ Wettervorhersage).

Nebel → Luftfeuchte, relative; Niederschlag

Niederschlag Niederschlag ist Wasser, das in verschiedener Form auf die Erde fällt. Wie das Wasser in die Luft kommt, welche Mengen sie aufnehmen kann und wie es zur Wasserausscheidung kommt, ist genauer unter den Begriffen Verdunstung und Luftfeuchte beschrieben.

Es wird schwebender, fallender, abgelagerter und vom Wind aufgewirbelter Niederschlag unterschieden.

Zur Gruppe der schwebenden Niederschläge gehören die Wolken, der Nebel und feuchter Dunst sowie der in unserem Land selten auftretende Eisnebel.

Bekannteste Arten der Gruppe der fallenden Niederschläge sind neben Regen und Sprühregen (Niesel) auch Schnee und Hagel. Regen und Sprühregen kommen auch als unterkühlte Niederschläge vor. Außerdem gehören zu dieser Gruppe Schneegriesel, Reif- und Frostgraupel sowie Eisnadeln und Eiskörner. Sie unterscheiden sich durch ihr Aussehen und ihre Größe. Schneegriesel und Reifgraupel sind undurchsichtige, Frostgraupel und Eiskörner durchsichtige Eisteilchen. Der Durchmesser der Schneegriesel beträgt im allgemeinen weniger als 1 mm; die Durchmesser der Reif- und Frostgraupel sowie der Eiskörner können 5 mm erreichen. Eisnadeln kommen bei wolkenlosem Himmel vor.

Von den abgelagerten Niederschlägen sind Tau, Reif, Rauhreif und Glatteis am bekanntesten. Wenn Tautropfchen gefrieren, wird diese Erscheinung als Weißer Tau bezeichnet. Glatteis darf nicht mit Eisglätte verwechselt werden. Glatteis entsteht durch Gefrieren unterkühlter Regen- oder Sprühregentropfchen an Gegenständen, deren Oberflächentemperatur in der Nähe des Gefrierpunktes liegt. Eisglätte liegt vor, wenn Wasser (geschmolzener Schnee) am Erdboden gefriert. Schneeglätte entsteht,

wenn Schnee am Boden durch den Straßenverkehr fest und hart wird.

Hauchen wir mit unserer feuchten , 37 °C warmen Atemluft gegen eine Fensterscheibe, kühlt sich die Luft an der Scheibe ab, und die überschüssige Feuchtigkeit schlägt sich in Wassertröpfchen nieder, sie kondensiert. Ähnliches geschieht, wenn Nebel auf Gegenstände trifft.

Sprüh- oder Nieselregen entsteht, wenn die Kondensationskerne der Luft (→ Luftfeuchte, relative) überschüssige Feuchte gebunden haben, sich verdichten und als Tröpfchen durch ihr geringes Gewicht fast schwebend zur Erde fallen.

Werden die Tröpfchen größer und schwerer, dann fallen sie als Regen zur Erde. Die Größe der Regentropfen hängt davon ab, wie oft sie durch kräftigen Aufwind wieder in die Höhe getragen werden, sich dabei mit anderen vereinigen, an Gewicht zunehmen und schließlich zur Erde fallen. So erklären sich auch wolkenbruchartige Schauer im Sommer (→ Gewitter), wenn durch die Erdwärme starke Aufwinde entstehen. In solchen Schauern, die mit Quellbewölkung (→ Wolken) verbunden sind, kommt es häufig zu Graupeln oder Hagel. Die Wolkentürme erreichen mehrere tausend Meter Höhe, bis weit über die Frostgrenze hinaus. Bei den niedrigen Temperaturen dort bilden sich Eiskristalle, die durch eine Luftschicht mit unterkühlten Wassertropfen fallen und sich zu Graupeln vergrößern. Geraten diese wiederum durch Aufwinde in eine mehrmalige „Fahrstuhlbewegung“, können sie sich zu Eiskörnern vergrößern, die als Hagel bis zu Tauben- oder Hühnereigröße auf die Erde schlagen.

Schnee entsteht in Luftschichten mit Temperaturen unter – 12 °C. Der ausgeschiedene Wasserdampf geht dabei in den Zustand winziger Eiskristalle über.

Zur Gruppe der vom Wind aufgewirbelten Niederschläge gehören Schneefegen, Schneetreiben und Gischt. Sie entstehen nur bei hoher Windgeschwindigkeit. Der Wind wirbelt bereits gefallenen Schnee oder bei Gischt Wassertröpfchen von ausgedehnten Wassermassen auf und transportiert sie über verhältnismäßig kurze Strecken. Wird Schnee nicht höher als 1,80 m hochgewirbelt, wird von Schneefegen gesprochen, werden

1,80 m überschritten, gilt die Bezeichnung Schneetreiben. Gischt wird nur an Meeresküsten und an Ufern großer Binnenseen beobachtet.

Wer dem Fachbegriff Hydrometeor begegnet, sollte wissen, daß mit diesem Begriff alle hier genannten Niederschlagsformen bezeichnet werden.

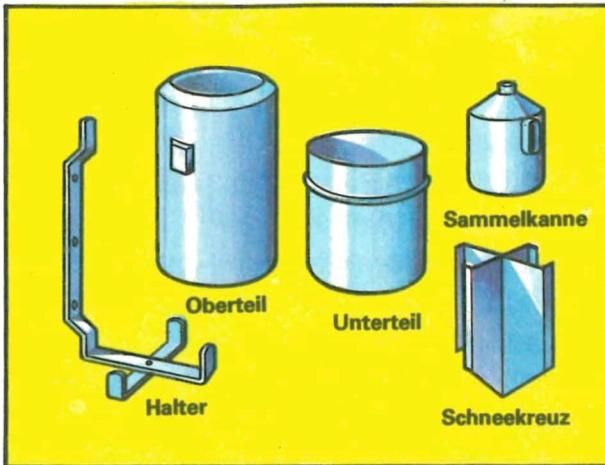
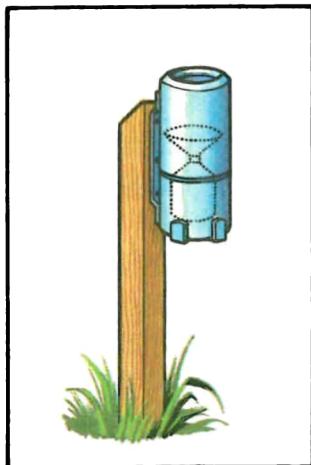
Zu den Hydrometeoren gehört auch die im europäischen Raum seltene Erscheinung der Großtrombe (Windhose, Wasserhose, Tornado). Sie wird wegen der von ihr verursachten Schäden sehr gefürchtet. In Verbindung mit besonders gewaltigen Gewitterwolken entstehen sich schnell drehende Luftwirbel, die meist nur wenige Sekunden, aber auch bis zu drei Stunden bestehen können. Ein „Saugrüssel“ entwickelt in Bodennähe einen Durchmesser von wenigen Metern bis zu 100 m, der sich über 10 bis 20 km bewegt und sich dann abschwächt und auflöst. Innerhalb dieses schmalen Streifens werden Windgeschwindigkeiten von 360 bis 720 km/h (Kilometer je Stunde) angenommen. Gemessen wurden die Geschwindigkeiten noch nicht, weil kein Gerät diesen Kräften standhielte.

Niederschlagsbeobachtung Die Niederschlagsbeobachtung umfaßt

- die Messung der Niederschlagshöhe und nach Schneefall der Schneedeckenhöhe und
- die Beobachtung der Niederschlagsart, der Niederschlagsintensität sowie des zeitlichen Verlaufs des Auftretens der Niederschläge.

Alle Meß- und Beobachtungsergebnisse werden sorgfältig aufgeschrieben.

Zum Messen der Niederschlagshöhe wird der Niederschlagsmesser mit einer Auffangfläche von 200 cm² verwendet. Wenn sich im Oberteil des Meßgerätes Niederschläge in fester Form befinden oder das in der Sammelkanne enthaltene Niederschlagswasser gefroren ist, stellt man das eingesetzte Gerät in einen mäßig warmen Raum zum Auftauen. Die Messung erfolgt jeden Tag zur gleichen Zeit; im Meteorologischen Dienst wird um 7 Uhr gemessen. Aufgeschrieben werden ganze und Zehntel-



Niederschlagsmeßgerät

millimeter, bei weniger als einem halben Zehntel mm Niederschlagshöhe wird 0,0 notiert.

Zur Messung der Höhe einer Schneedecke verwendet man Schneepiegel.

Für die Aufzeichnung des zeitlichen Verlaufs werden Beginn und Ende des Auftretens der Niederschlagsarten (→ Niederschlag) sowie Intensitätswechsel möglichst genau ermittelt und als vierstellige Ziffer notiert (→ Zeichen).

Eine Niederschlagsmenge von 1 mm bedeutet, daß im freien Gelände das Regenwasser 1 mm hoch stünde, das entspricht 1 l auf 1 m², einer Fläche mit einer Seitenlänge von 1 m. Bei 1 ha (1 ha = 10000 m²) Land wären das 10000 l Wasser und bei 1 km² (1 km² = 1000000 m²) sogar 1 Million l. Um die Wassermassen von 1 Million Liter fortzuschaffen, wären 2 Güterzüge mit je 25 Kesselwagen notwendig, und das bei nur 1 mm Niederschlag.

Orkan → Wind

Phänologie Die Birke ist ein beliebter Baum, dessen erstes Grün die Demonstrationszüge der Werktätigen am 1. Mai schmückend begleitet. Aber nicht an jedem 1. Mai sind die Birkenblätter voll entfaltet. In manchen Jahren brechen die Blattknospen gerade auf, obwohl der 1. Mai in jedem Jahr der 121., in Schaltjahren der

122. Tag nach Jahresbeginn ist. In der Natur können viele solcher Unterschiede beobachtet werden. Es gibt Jahre, in denen man mit der Ernte von Feldfrüchten und Obst früher als in anderen Jahren beginnen kann. Das hängt hauptsächlich von dem Einfluß der Witterung auf die Pflanzenentwicklung ab.

Die zeitliche Folge und Verteilung von Wärme und Kühle, Nässe und Trockenheit, Sonnenschein und Bewölkungsmenge weisen in den Jahren Unterschiede auf und wirken auf die Entwicklung der Pflanzen ein.

Unter Entwicklung der Pflanzen verstehen wir nicht deren Wachstum schlechthin, sondern das Auftreten bestimmter Funktionen. Die meisten Pflanzen entfalten zuerst ihre Blätter, um mit dem Blattgrün (Chlorophyll) viele Stoffe aufzubauen, vor allem Kohlenhydrate, wie zum Beispiel Stärke.

Der Blattentfaltung folgt die nächste Entwicklungsstufe, sie dient der Fortpflanzung: die Blüte. Danach bilden sich Früchte und Samen. Wurde für die Vermehrung und damit Erhaltung der Pflanzen gesorgt, verfärbten sich in der nächsten Stufe der Entwicklung die Blätter. Wichtige Stoffe werden im Herbst dem Laub entzogen, um sie in Speicherorganen der Pflanze anzusammeln, damit sie im folgenden Jahr schnell wieder zur Verfügung stehen. Der Blattfall und das Vergehen der Pflanzen bilden die letzte Entwicklungsstufe.

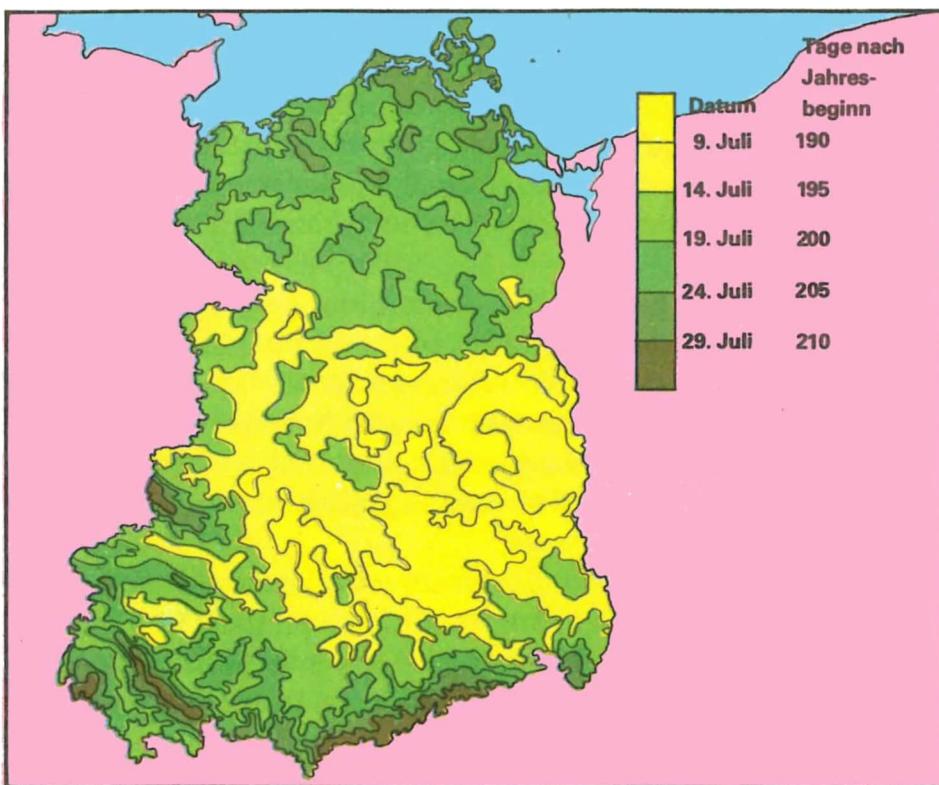
Das sind noch einmal die markanten Entwicklungsstufen: Blattentfaltung, Blüte, Früchten, Laubverfärbung und Blattfall.

Nun kann der Begriff Phänologie erklärt werden: Das Wort ist aus den griechischen Wörtern phainestai (erscheinen) und logos (Lehre) entstanden und bedeutet sinngemäß: Lehre von dem zeitlichen Erscheinen der Entwicklungsstufen unter dem Einfluß der Witterung.

Pflanzen reagieren auf Reize der Umwelt. Hauptsächliche witterungsbedingte Reize sind Temperatur, Feuchtigkeit und Sonnenstrahlung. Die Pflanzen haben für jeden dieser Reize einen Mindestbedarf, aber auch eine Verträglichkeitshöchstgrenze, wir sprechen vom Minimum oder Maximum. Jede Art hat ihre Idealbedarfsgröße, das Optimum. Jedoch nur, wenn Temperatur-, Feuchtigkeits- und Lichtoptimum mit noch einigen anderen opti-

malen Bedingungen zugleich auftreten, kann eine Pflanze am besten gedeihen. Fehlt zum Beispiel Feuchtigkeit, dann nutzen der Pflanze auch nicht die optimalen Bedingungen aller anderen Faktoren. Daraus wird ersichtlich, daß sich die Pflanzen nicht in jedem Jahr in gleicher Qualität und zur gleichen Zeit entwickeln können.

Die Phänologie ist eine mit der Meteorologie eng verknüpfte Wissenschaft. Deshalb werden die phänologischen Beobachtungsnetze in vielen Ländern, darunter auch in unserem Land, vom Meteorologischen Dienst (MD) unterhalten. Das phänologische Beobachtungsnetz der DDR umfaßt gegenwärtig etwa 850 Beobachtungsorte. Viele ehrenamtliche Helfer verfolgen aufmerksam die Entwicklung der Natur mit Hilfe eines phänologischen Kalenders, füllen vorgedruckte Meldekarten aus und



Beginn der Winterrapsernte in einem normalen Hochsommer

senden sie zu festgelegten Terminen an die zuständigen Dienststellen des MD. Auch interessierte Kinder mit guten Pflanzenkenntnissen können hierbei mitwirken. Durch die über viele Jahre währenden Beobachtungen können wichtige Erkenntnisse gesammelt und an die interessierten Wirtschaftszweige weitergeleitet werden. Land- und Forstwirtschaft sowie Gartenbaubetriebe ziehen ihren Nutzen aus den mühevoll erarbeiteten Erkenntnissen. Soll zum Beispiel eine Obstbaumplantage neu angelegt werden, ist der Meteorologische Dienst heranzuziehen, um, dem großen Aufwand entsprechend, hohe und qualitätsgerechte Erträge zu sichern. Nicht jedes Gebiet ist wegen der unterschiedlichen klimatischen Bedingungen für den Anbau bestimmter Kulturpflanzen geeignet. Beim Obstbau sind das beispielsweise spätfrostgefährdete Gebiete, in denen die Baumblüte zu häufig Schaden erleiden würde.

Die Karte soll auf Seite 44 als Beispiel veranschaulichen, wie sich in einem normalen Hochsommer der Beginn der Winterrapsernte auf dem Gebiet der DDR verteilt.

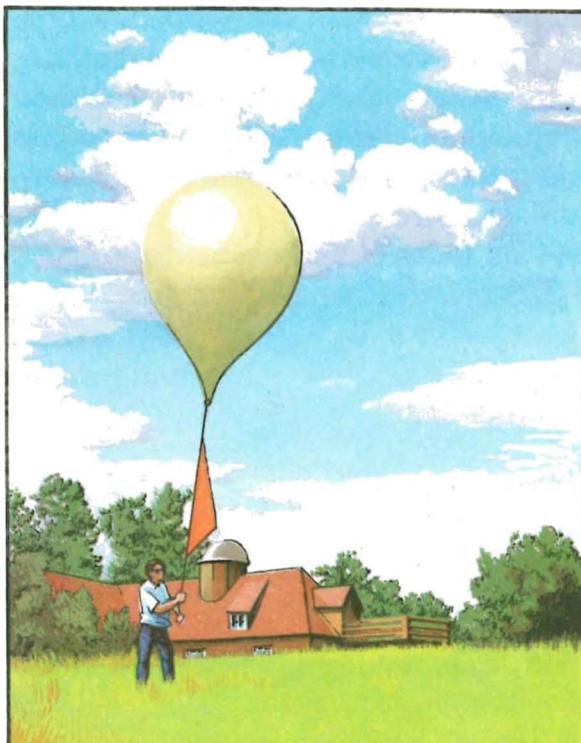
Wie das Jahr in phänologische Jahreszeiten eingeteilt werden kann, verdeutlicht folgende Aufstellung:

Vorfrühling	Erblühen des Schneeglöckchens bis Erblühen der Salweide
Erstfrühling	Blattentfaltung der Stachelbeere bis Blattentfaltung der Roßkastanie
Vollfrühling	Erblühen von Apfelbaum und Flieder bis Erblühen des Wiesenfuchsschwanzes
Frühsommer	Erblühen des Winterroggens bis Fruchtreife der ersten Süßkirschen
Hochsommer	Erblühen der Sommerlinde bis Fruchtreife der ersten Sauerkirschen
Spätsommer	Ernte des Winterroggens bis Fruchtreife der ersten Pflaumen
Frühherbst	Erblühen der Herbstzeitlose bis Fruchtreife der Roßkastanie

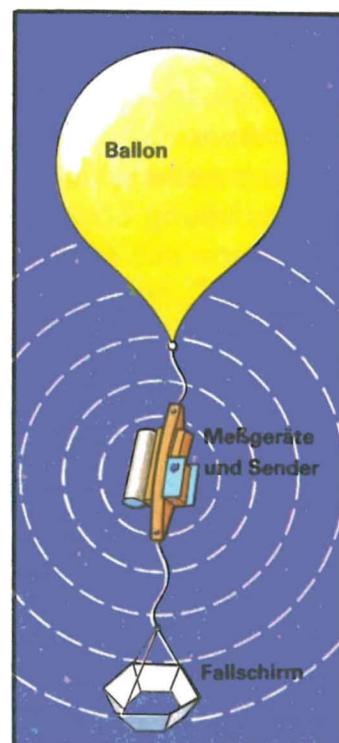
Vollherbst Fruchtreife der Stieleiche bis Laubverfärbung der Bäume

Spätherbst Rodung der Futter- und Zuckerrüben bis Absinken des Tagesmittels der Temperatur in 2 m Höhe für längere Zeit unter 0 °C.

Im Gegensatz zu den astronomischen sind die phänologischen Jahreszeiten nicht an den Kalender gebunden. Sie beginnen und enden in jedem Jahr zu anderen Terminen.



Aufstiegsstelle einer Radiosonde



Radiosonde

Radiosonde Mit Hilfe des verhältnismäßig dichten Netzes von → meteorologischen Stationen und der modernen Nachrichtenübermittlungstechnik entstehen Wetterkarten für die Wettervorhersage innerhalb kurzer Zeit nach Eingang der Daten. Die meisten Informationen über den Zustand der Atmosphäre entstammen der untersten, erdnahen Luftsicht. Wetterbestimmende Vorgänge finden aber auch in größeren Höhen statt. In Wetter-

berichten wird von hochreichenden → Tief- oder → Hochdruckgebieten gesprochen. Um sich ständig über die meteorologischen Vorgänge auch in den hohen Luftschichten informieren zu können, wurde als Meßverfahren die Radiosondenmethode entwickelt. Der erste Radiosondenstart erfolgte am 30. Januar 1930 in der Nähe von Leningrad.

Radiosonden hängen an mit dem leichten Gas Wasserstoff gefüllten Ballons und steigen bis in die Stratosphäre. In einer Radiosonde sind Geräte untergebracht, die ununterbrochen den Luftdruck sowie Temperatur und Feuchtigkeit der Luft messen. Ein kleiner Kurzwellensender übermittelt die Meßwerte zum Empfangsgerät der Bodenstation. Anschließend beginnt sofort die Auswertung der Signale mittels Computer. Auch Windgeschwindigkeit und -richtung werden mit Hilfe der Radiosonde durch Funkpeilung ermittelt.

Weltweit werden täglich 3000 Wetterballons aufgelassen. In der DDR gibt es vier Aufstiegsstellen für Radiosonden mit zwei Sondenaufstiegen je Tag.

Die Ballons haben beim Start einen Durchmesser von knapp 2,5 Metern. Infolge des mit zunehmender Höhe abnehmenden Luftdrucks dehnen sich die Ballons immer mehr aus, bis sie bei etwa 30 Kilometer Höhe und fast zehnfachem Durchmesser platzen. Ein kleiner Fallschirm bremst den Fall der Sonde zur Erde, so daß die Gerätekapsel wieder verwendet werden kann. Wer eine solche Kapsel findet und an die beigelegte Adresse sendet, erhält einen Finderlohn.

Starke Luftbewegungen in größeren Höhen treiben die Ballons mit ihren Sonden oft weit über Ländergrenzen hinweg.

Die Beobachtungswerte der Radiosondenaufstiegsstellen gelangen zusammen mit den Beobachtungsergebnissen der meteorologischen Stationen in alle meteorologischen Zentren, die diese Werte insbesondere für die Wettervorhersage nutzen.

Die durchschnittliche Gipfelhöhe der Radiosonden beträgt 30 Kilometer, die maximale über 40 Kilometer. Zur Gewinnung von Beobachtungswerten aus noch größeren Höhen vom Boden aus werden meteorologische Raketen verwendet, bei denen – der Name drückt dies bereits aus – als Geräteträger Raketen dienen.

Meteorologische Raketen stoßen in Höhen über 200 Kilometer vor.

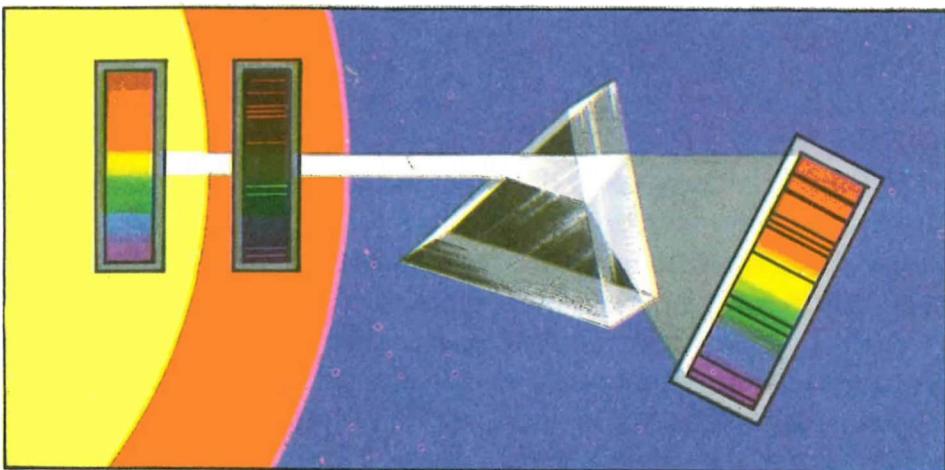
Regen → Niederschlag

Regenbogen Stellt man ein Stäbchen aus Holz oder Metall in ein mit Wasser gefülltes Glas und richtet seinen Blick schräg von oben auf das Glas, so scheint das Stäbchen im Wasser plötzlich gebrochen zu sein und wenige Millimeter neben der Ein tauchstelle weiterzuführen. Das ist jedoch nur eine optische Täuschung. Wir kommen aber mit dieser Feststellung zu einer wichtigen Erkenntnis, um die Entstehung eines Regenbogens zu verstehen.

Lichtstrahlen werden beim Übertritt von der Luft in Wasser und umgekehrt vom Wasser in die Luft abgelenkt, wir sprechen von Lichtbrechung. Glas hat dieselbe Wirkung.

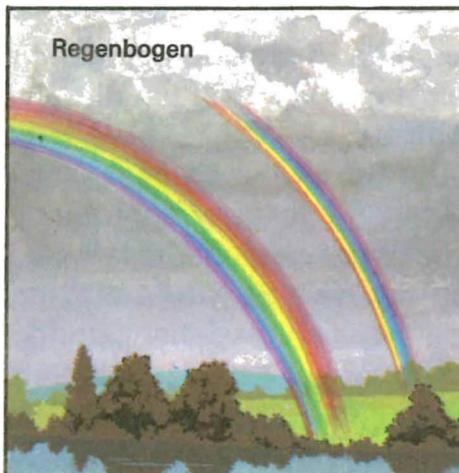
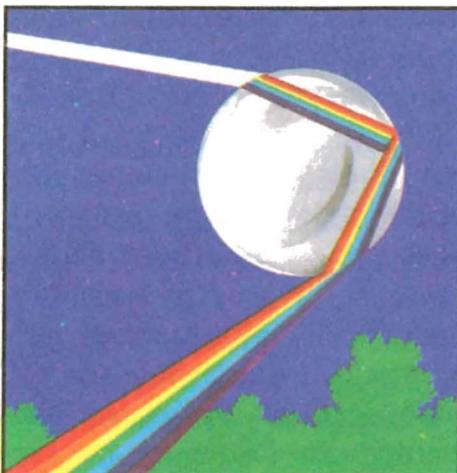
Sonnenlicht erkennen wir als weißes Licht. Wird es durch ein Glasprisma geleitet, löst es sich in viele farbige Strahlen auf. Sonnenlicht besteht also aus einem Bündel verschiedenfarbiger Lichtstrahlen.

Wenn es regnet, wirken die Regentropfen wie viele Prismen aus Glas und brechen das Licht, sie lösen die weißen Sonnenstrahlen in farbige auf. So entsteht ein Regenbogen in den Farben



Prismaauflösung des Sonnenlichtes

des Sonnenspektrums von außen nach innen: Rot – Orange – Gelb – Grün – Blau – Violett. Regenbögen sehen wir nur, wenn wir die Sonne im Rücken und den Regen vor uns haben. Regentropfen besitzen nämlich noch eine Eigenschaft: Sie reflektieren das Licht wie ein Spiegel, das heißt, sie werfen es zurück.



Brechung des Sonnenlichtes in einem Wassertropfen

Mittags kann ein Regenbogen nie gesehen werden. Auch das liegt an der Art der Lichtbrechung und Lichtreflexion, die nur für uns sichtbar wird, wenn die Sonne einen entsprechend niedrigen Stand hat. Bei zweifacher Reflexion in den Regentropfen kann sich noch ein blasser Nebenregenbogen mit umgekehrter Farbenfolge ausbilden. Weitere schwach leuchtende Bogen können sich anschließen. Regenbogen entstehen mitunter auch bei Mondlicht; sie leuchten weiß.

Andere Leuchterscheinungen bei Sonne und Mond werden Höfe genannt; auch sie können farbig sein. Voraussetzung für die Hofbildung ist sehr feuchte Luft. An den kleinen Wassertröpfchen bricht sich das Licht. Weil Höfe im allgemeinen nur bei feuchter Luft entstehen, werden sie als Regenkünder angesehen.

Wenn sich das Sonnen- oder das Mondlicht an Eisteilchen bricht oder spiegelt, entstehen Sonnen- oder Mondhalos; das sind optische Erscheinungen in Gestalt von Ringen, Bogen, Säu-

len oder Lichtflecken. Halos von Sonnenlicht leuchten farbig, Mondhalos erscheinen nur weiß.

Schafkälte Die Schafkälte tritt um die Mitte des Monats Juni für etwa 8 bis 10 Tage auf. Der Name steht im Zusammenhang mit der Schur der Schafe, die in dieser Zeit erfolgt. Da die Tiere dann ohne ihr wärmendes, wolliges Haarkleid herumlaufen, kann ihnen der Kälteeinbruch gefährlich werden. Nicht selten treten selbst im Flachland um diese Zeit noch leichte Fröste in Bodennähe auf.

Die Schafkälte im Juni kann auch als Beginn der mitteleuropäischen Sommerregenzeit (europäischer Sommermonsun) bezeichnet werden. Diese Wetterlagen sind mitunter sehr niederschlagsreich. So wurde 1926 im Juni eines der größten Sommerhochwasser verzeichnet, und 1923 war ein Juniabschnitt so kalt, daß es wegen des Mangels an Heizmaterial in den Schulen Kälterferien gab. Fast in jedem Jahr lesen oder hören wir von verheerenden Auswirkungen der Sommerregenzeit (Monsunregen) in Indien, wo der Sommermonsun bedeutend stärker ausgeprägt ist als in Mitteleuropa. Der Monsunregen entsteht durch die starke Erwärmung des riesigen asiatischen Festlandes. Die erhitze Luft steigt in diesem großen Raum nach oben (→ Luftdruck), die kühle und feuchte Luft vom Indischen Ozean strömt nach und verursacht die ergiebigsten Regenfälle auf unserer Erde. In einigen Gebieten Indiens erreichen sie insgesamt mehr als das 20fache der Niederschläge eines ganzen Jahres in Mitteleuropa.

Auf dem Gebiet der DDR beträgt die Jahressumme der Niederschlagshöhe im Durchschnitt 662 mm, das sind etwa 66 Eimer Wasser je Quadratmeter (m^2).

Die Kaltlufteinfälle in Mitteleuropa kann man also als monsunähnliche Wetterlagen betrachten. Hier erwärmt sich ebenfalls durch Sonneneinwirkung das Festland, über dem die Warmluft aufsteigt. Der nach oben entweichenden Warmluft folgt die über dem Atlantischen Ozean und der Nordsee lagernde kühle und feuchte Meeresluft. Und je größer der Luftanteil aus dem nördlichen Polargebiet ist, desto kühler sind die Luftmassen, die den

Kaltlufteinfall und damit den Wetterwechsel verursachen, im Juni ist das die Schafkälte.

Immer führen unterschiedliche Lufttemperaturen über großen Gebieten zu gewaltigen Luftbewegungen, sie bestimmen dadurch den Wettercharakter für mehrere Tage oder Wochen, und für die Lufterwärmung sorgt die Sonnenstrahlung.

Schnee → Niederschlag

Siebenschläfer Im römischen Kalender erhielt der 27. Juni den Namen „die Siebenschläfer“. Das Römische Reich hat eine lange Geschichte, sie geht bis etwa 750 Jahre vor unserer Zeitrechnung zurück. Überlieferungen aus der Römerzeit enthalten viele Sagen. Das Wort Sage weist schon auf die Form der Übermittlung hin: Geschehnisse werden erzählt, weitergesagt, von Ort zu Ort, von Generation zu Generation. Viele Fehlerquellen birgt diese Art der Informationsverbreitung. Der Glaube an Götter und überirdische Kräfte sowie die Phantasie der Menschen ergänzten die Erzählungen, und so entstanden die Sagen durch eine Mischung von Dichtung und Wahrheit. Eine von diesen Sagen ist folgende: Im Jahre 251 sollen während einer der Christenverfolgungen in einer Höhle bei Ephesus die sieben Jünglinge Maxianus, Malchius, Martinianus, Johannes, Serapion, Dionysus und Konstantinus eingeschlafen, erst im Jahre 446 wiedererwacht und kurze Zeit danach gestorben sein. Sie wurden später, als das Christentum sich durchgesetzt hatte, von der Kirche heiliggesprochen und erhielten einen kirchlichen Gedenktag: die Siebenschläfer, den 27. Juni.

Die sagenumwobene Geschichte dieses Kalendertages lässt keinen Zusammenhang mit irgendeinem Wettergeschehen erkennen. Ähnlich anderen sogenannten Lostagen wurde auch ihm nachgesagt, daß er für eine geraume Zeit ein bestimmtes Wetter nach sich ziehen soll. In seinem Fall behauptet die „Wetterregel“, es soll sieben Wochen lang regnen, wenn es am 27. Juni regnerisch ist. Selbst bei ununterbrochenem Regen am Siebenschlafertag gab es in Mitteleuropa noch nie 7 Wochen hintereinander Regenwetter, aber eine regnerische Wetterperiode

stellt sich um diese Jahreszeit doch häufig ein. Welche Zusammenhänge gibt es?

Allen Wetterregeln liegen Beobachtungen hauptsächlich von Bauern und Schäfern zugrunde, die über Jahrhunderte gewon- nene Erfahrungen ihren Nachkommen übermittelten.

Tatsächlich gibt es eine Reihe von deutlichen Umstellungen in der Atmosphäre, die ziemlich regelmäßig jährlich wiederkehren (→ Altweibersommer), so auch im Juni. Das europäische Festland wird durch ausgeprägte hochsommerliche Temperaturen und Trockenheit stark erhitzt. Die erwärmte Luft steigt auf, und vom Meer her strömen kühle Luftmassen mit hohem Feuchtig- keitsgehalt ein. Dem ersten Meeressluftvorstoß Anfang Juni fol- gen zwei weitere: um die Monatsmitte (→ Schafkälte) und gegen Monatsende. Die Meteorologen sprechen dann von Monsun- wetterlage. Typisch für diese → Großwetterlage ist ein beacht- liches Beharrungsvermögen. Die eingeflossene Kaltluft bewegt sich bevorzugt in eine Richtung und bestimmt längere Zeit das Wettergeschehen.

Wenn Ende Juni, und es ist nicht der 27. Juni bestimmend, sich monsunartiges Regenwetter einstellt, kann der Sommer kühl und regnerisch verlaufen. Das schließt zwischenzeitliche Aufhei- terungen nicht aus, und auch die Dauer ist nie auf 7 Wochen fest- gelegt.

Smog Das Wort Smog ist eine Wortverbindung aus der eng- lischen Sprache und könnte mit Rauchnebel übersetzt werden; smoke heißt nämlich Rauch, und fog bedeutet Nebel.

Smog bildet sich durch die Vereinigung von Industriestaub, Rauch und Autoabgasen mit Nebel, besonders über Gebieten mit vielen Fabriken, bei Windstille oder sehr geringer Luftbewegung.

Jedes Rauch-, Staub- und Abgasteilchen wird zu einem Kon- densationskern, an dem sich bei großer Luftfeuchte überschüssiger Wasserdampf der Luft ansetzt (→ Luftfeuchte, relative). Je mehr Kondensationskerne und Luftfeuchte vorhanden sind, um so dichter wird der Nebel, der sich bei ruhiger Wetterlage wie eine riesige Glocke über Städte und Industriegebiete stülpt. Die geringe Luftbewegung verhindert den Austausch der verunrei-

nigten mit frischer Luft, und es kommt dann schnell zu einer Anreicherung der Luft mit Schadstoffen und zu Sauerstoffmangel. Die Leistungsfähigkeit der Menschen wird geringer; Kranke sind besonders gefährdet. Bei längerer Dauer einer zu Smog neigenden Wetterlage muß in manchen Gebieten Smogalarm ausgelöst werden, der unter Umständen sogar sofortige Einschränkungen zum Beispiel in der Produktion erfordert, um den Abgasausstoß zu verringern.

Über Industriestädten wurden in einem Kubikzentimeter (cm^3 = ein Würfel mit einer Kantenlänge von einem Zentimeter) etwa 300000 solcher Kondensationskerne gezählt, während auf Bergen von 2000 m Höhe nur etwa 250 in der Luft festgestellt wurden.

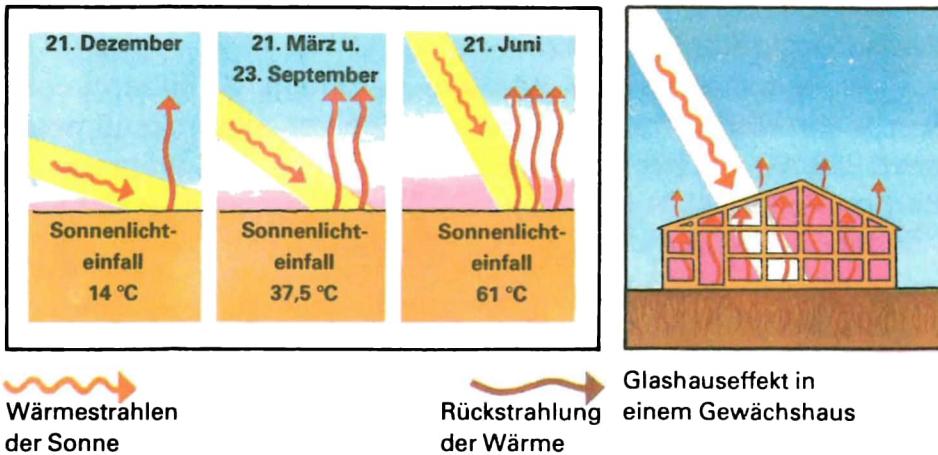
Der von den Bewohnern der englischen Hauptstadt London so gefürchtete Nebel entsteht als Folge der starken Luftverschmutzung durch Abgase des großen Industrieballungsgebietes in und um London in Verbindung mit der meist sehr feuchten Meeresluft, die auf den Britischen Inseln besonders oft anzutreffen ist.

Sonnenstrahlung Die Sonne ist es, die unser Leben ermöglicht. Sie spendet auf dem Umweg über die Nahrung die Energie für die Körperwärme und alle geistigen und körperlichen Arbeitsleistungen des Menschen. Grüne Pflanzen vermögen nämlich Sonnenenergie so umzuwandeln, daß sie in Pflanzenstoffen gespeichert wird. Rinder, Schweine und Hühner werden hauptsächlich mit pflanzlicher Nahrung versorgt und setzen die in ihr gespeicherte Energie zum großen Teil in Milch, Fett, Eier und Fleisch um. Wir ernähren uns davon neben vielen anderen Nahrungsmitteln, die wir direkt von der Pflanze gewinnen, wie Kartoffeln, Brot, Obst und Gemüse.

Die Sonne ist es auch, die das Wetter „macht“. Alle Elemente des Wetters und ihr Zusammenwirken hängen von der Sonnenstrahlung ab. Kaum vorstellbare Energiemengen erzeugt die Sonne, und nur der viermilliardste Teil bewirkt unser Leben und eben auch das Wetter.

Im Wechsel der → Jahreszeiten ändern sich Tag- und Nachtänge. Das hängt mit der Drehung der Erde um sich selbst und

ihrer Stellung zur Sonne zusammen. Wegen dieser verschiedenen Stellung der Erde auf ihrer Umlaufbahn um die Sonne ist es im Sommer warm und im Winter kalt, obwohl die Energieausstrahlung der Sonne immer gleich bleibt. Entscheidend ist, wie die Sonnenstrahlen auftreffen, im Sommer längere Zeit und steiler, im Winter kürzere Zeit und flacher.



Deutlich werden die Strahlungsunterschiede beim Wechsel von Tag und Nacht. Die rasche Abkühlung bei sinkender Sonne merken wir. Warum eigentlich? Die Sonnenstrahlen werden in Licht-, Wärme- und ultraviolette Strahlen unterteilt. Lichtstrahlen werden nur sichtbar, wenn sie auf einen Gegenstand treffen. Wird bei Dunkelheit der Lichtstrahl einer Taschenlampe gegen den Himmel gerichtet, verliert er sich in der Finsternis, nur bei Nebel oder staubiger Luft leuchten die angestrahlten Wasserdropschen oder Staubteilchen auf, werden durch Lichtreflexion sichtbar. Allein angestrahlte Gegenstände heben sich durch Rückstrahlung hell von ihrer dunklen Umgebung ab. Wärmestrahlen werden nicht sichtbar, sondern spürbar, wenn sie auf einen Gegenstand treffen.

Die Wärmestrahlen der Sonne erwärmen hauptsächlich die Erdoberfläche, die Luft auf direktem Wege dagegen nur sehr gering. Von der Erde erfolgt die Reflexion eines Teils der aufgenommenen Wärmeenergie, und dadurch wird die Luftwärmefühlung vermittelt (→ Lufttemperatur). Ein anderer Teil der Sonnenenergie wird von der Erde gespeichert und langsam

wieder abgegeben. Deshalb erreicht die nächtliche Abkühlung gegen Morgen ihren Höhepunkt, wenn die Erde immer weniger Wärme abstrahlen kann.

Die Lufthülle (→ Atmosphäre) umgibt die Erde wie eine Isolierschicht, als eine Schutzhülle vor zu großer Sonnenstrahlung. Ohne diesen Schutz könnte die der Erde zugeführte Wärmeenergie jährlich einen die ganze Erde umgebenden Eismantel von 36 Meter Höhe abschmelzen. Die übrige Strahlung wird entweder in den Weltraum reflektiert (zurückgestrahlt) oder so zerstreut, daß die Lufthülle sie „verschluckt“. Sie wirkt ähnlich wie die Glasüberdachung eines Gewächshauses: Die von der Sonne kommende Strahlung wird einerseits durch das Glasdach hineingelassen und kann andererseits wegen des Glasdaches nicht entweichen. Man spricht daher von der Glashauswirkung der Atmosphäre.

Luft ist ein sehr schlechter Wärmeleiter, deshalb wird Luft zum Schutz vor Wärmeverlust, aber auch Wärmeaufnahme genutzt. Ein Beispiel dafür sind die Doppelfenster in Gebäuden, bei denen die Luft zwischen den Fensterscheiben den Wärmedurchgang behindert. Ähnlich ist das bei Thermokannen, die doppelwandig sind, und die eingeschlossene Luft schützt warme Getränke oder Speisen lange Zeit vor Wärmeverlust oder kalte Getränke vor Wärmeaufnahme.

Symbol → Zeichen

Thermometer Eines der bedeutendsten meteorologischen Elemente ist die → Lufttemperatur. Zur Messung der Lufttemperatur gibt es Thermometer. Es wurden mehrere Meßverfahren und viele Thermometerarten für die entsprechenden Anwendungsbereiche entwickelt. Die Meteorologen verwenden Flüssigkeits- und Bimetall- sowie elektrische Thermometer.

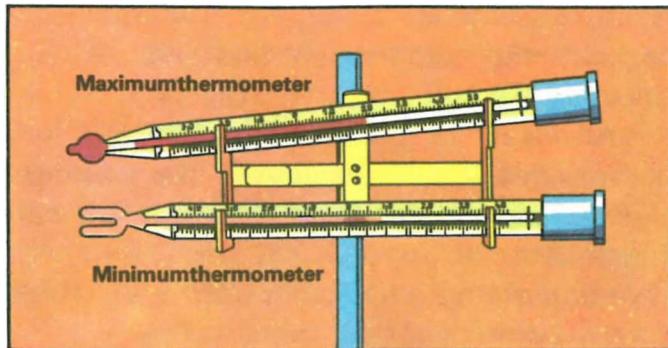
Durch Wärmezufuhr dehnen sich alle Körper aus, feste weniger als flüssige, am stärksten die gasförmigen. Wasser bildet eine Ausnahme, es hat mit 4 bis 0 °C seine größte Dichte und Schwere und dehnt sich bei weiterer Abkühlung (auch bei Erwärmung über 4 °C hinaus) wieder aus, weshalb Eis auch leichter ist und auf dem Wasser schwimmt.

Auf der Ausdehnung der Körper bei Wärmezufuhr und ihrer Zusammenziehung bei Wärmeabgabe beruht die Temperaturmessung durch Thermometer.

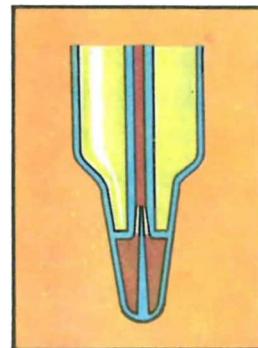
Flüssigkeitsthermometer unterscheiden sich im wesentlichen durch die verwendete Meßflüssigkeit (vorwiegend Quecksilber und Alkoholverbindungen). Das Thermometergefäß ist eine hohle, mit Quecksilber oder Alkohol gefüllte Glaskugel, an die eine Glaskapillare mit sehr engem Querschnitt angeschmolzen ist. Weil der Querschnitt so fein wie ein Haar ist, wird es auch Haarröhrchen oder Kapillare genannt. Dehnt sich die Meßflüssigkeit bei steigender Temperatur in der Kugel aus, so steigt sie in der Kapillare empor und zieht sich beim Abkühlen wieder zurück. Die Länge der Flüssigkeitssäule stellt ein Maß für die zum Zeitpunkt der Ablesung vorhandene Lufttemperatur dar, die von einer Skala in Höhe der Meßflüssigkeitskuppe abgelesen werden kann.

Die jeweils höchsten und tiefsten Tagestemperaturen treten häufig vor oder nach den Ablesungsterminen meteorologischer Stationen auf. So kann zum Beispiel um 4 Uhr die tiefste Temperatur eintreten, aber sie wird nicht abgelesen, weil erst um 7 Uhr der nächste Ablesetermin ist. Da hat sich jedoch die Luft schon wieder etwas erwärmt. Solche Extremwerte zu ermitteln ist jedoch für viele Anwendungen unentbehrlich. Zum Messen der Extremwerte werden deshalb Extremthermometer verwendet. Dazu gehören ein Maximumthermometer zur Messung der Höchst- und ein Minimumthermometer für die Ermittlung der Tiefstemperatur. Das mit Quecksilber gefüllte Maximumthermometer hat eine Abreißvorrichtung, die aus einer Verengung am Thermometergefäß besteht. Bei steigender Lufttemperatur dehnt sich das Quecksilber aus und wird durch die Verengung gedrückt. Bei sinkender Lufttemperatur reißt jedoch die Quecksilbersäule an der engen Stelle ab. Nun kann an der Kuppe des in der Kapillare verbliebenen Quecksilbers die höchste Lufttemperatur abgelesen werden. Auch Fieberthermometer sind so aufgebaut.

Minimumthermometer sind mit Alkohol gefüllt. Ein in die Kapillare eingelassener Glasstift wird bei sinkender Temperatur durch die Oberflächenspannung des Alkohols mitgenommen.



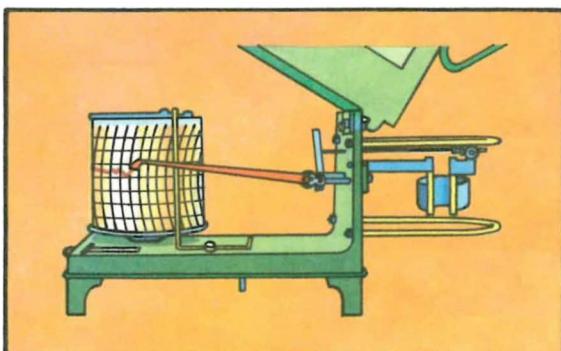
Extremthermometer mit Halterung



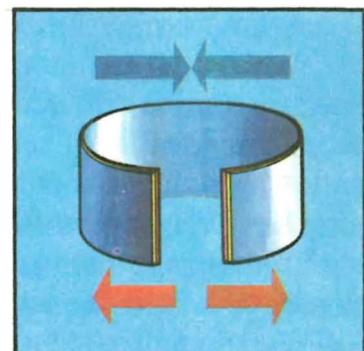
Abreißvorrichtung im Maximumthermometer

Bei steigender Temperatur fließt der Alkohol am Glasstäbchen vorbei, und an der Vorderkante des Stäbchens kann später die tiefste Temperatur abgelesen werden. Quecksilber würde nicht am Glasstäbchen vorbeifließt.

Die selbsttätige Aufzeichnung der Lufttemperatur mit ihren Schwankungen in einer ununterbrochenen Kurvenlinie wird mit Thermographen (Temperaturschreibern) erreicht. Hierzu dienen Bimetallthermometer (bi heißt zwei). Verschiedene Metalle dehnen sich unterschiedlich aus. Werden zwei Streifen verschiedener Metalle fest miteinander verbunden, verbiegt sich bei Temperaturänderungen das Bimetall bogenförmig wegen der größeren Dehnungsfähigkeit des einen Metalls. Diese Biegebewegung wird auf einen Schreibhebel übertragen (→ Wetterbeobachtung).



Thermograph



Bimetall

Um die Erdbodentemperatur in verschiedenen Tiefen messen zu können, stehen den meteorologischen Stationen weitere Spezialthermometer zur Verfügung.

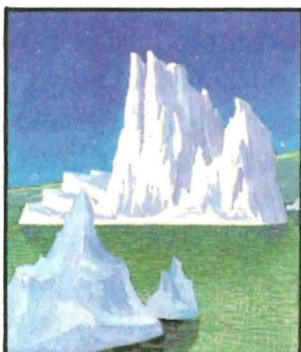
Tiefdruckgebiet Heranziehende Tiefdruckgebiete bringen meist Wetterverschlechterung und sind deshalb besonders während der Ferien wenig beliebt.

Tiefdruckgebiete entstehen und entwickeln sich in der Regel als Wellenstörungen an Luftmassengrenzen (→ Fronten). Ein Tiefdruckgebiet, kurz Tief oder auch Zyklone genannt, ist ein Gebiet mit relativ niedrigem Luftdruck, das in der → Wetterkarte durch kreisförmige → Isobaren erkennbar ist. Im Zentrum des Tiefs (Gebiet mit dem niedrigsten Luftdruck) wird in der Wetterkarte der Buchstabe T eingetragen. Oftmals bilden sich in Abständen von wenigen Tagen weitere Tiefdruckgebiete, die im allgemeinen auf der gleichen Zugbahn – überwiegend von West nach Ost – wandern. Man nennt sie Zyklonenfamilie (Zyklonenserien). Tiefdruckgebiete, die über einen mehr oder weniger langen Zeitraum in einem Gebiet verharren, werden stationäre Tiefs genannt. Tiefausläufer (t auf der Wetterkarte) sind schmale Zonen niedrigen Drucks, die – von einem Tief ausgehend – in Gebiete höheren Drucks vorstoßen.

Die Beobachtung des Durchzuges eines Tiefs, vor allem wenn es sich um den Durchzug des ersten Gliedes einer Serie am Ende einer Schönwetterperiode handelt, ist außerordentlich interessant und vermittelt einen tiefen Einblick in die Wettervorgänge.

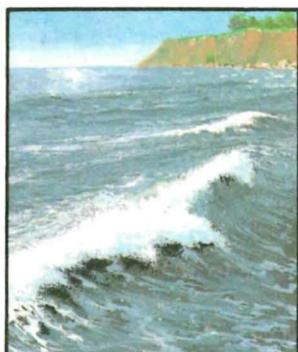
Als erste Vorboten eines heranziehenden Tiefdruckgebietes erscheinen am Westhorizont Federwolken (Cirrus, → Wolken), die sich in den nächsten Stunden verdichten und schließlich den ganzen Himmel überziehen (Cirrostratus). Das Sonnenlicht ist schon merklich abgeschwächt, und oftmals sind um die Sonne helle Ringe zu beobachten. Wenn im Laufe der weiteren Entwicklung die Wolken nunmehr graue Farbe angenommen haben und die Sonne nicht mehr zu sehen ist, liegt die Wolkengattung Altostratus vor. Bald danach beginnt es zunächst aus der Nimbostratus-Wolkendecke leicht zu regnen, danach wird der Regen großtropfig und langanhaltend. Auch der Wind ist inzwischen auf-

gefrischt, und der Luftdruck während des geschilderten Vorganges, der in der Fachsprache Aufzug genannt wird, ständig gleichmäßig gefallen. Nach Durchzug der Warmfront lichtet sich meist die mächtige Wolkendecke unvermittelt, der Regen hört auf, oder es fällt zeitweise leichter Nieselregen. Der Wind weht warm – wir befinden uns im Warmsektor – und hat weiter aufgefrischt und dabei auf Südwest gedreht. Diese Wetterlage hält jedoch in der Regel nicht lange an, und eine Kaltfront mit hoch aufgetürmten Haufenwolken (Cumulonimbus) rückt näher. Die zunächst helleuchtenden Wolkenberge werden immer dunkler und nehmen ein drohendes Aussehen an. Der Wind dreht auf Nordwest und erreicht Sturmstärke. Die Lufttemperatur geht merklich zurück, und die Niederschläge fallen in Form von Schauern, mitunter fällt Hagel, und es kommt zu Gewittern. Der Luftdruck steigt nach Durchzug der Kaltfront stark an. Während des anschließenden „Rückseitenwetters“ herrscht wechselhaftes Wetter, das sich allmählich beruhigt. Nicht selten kündigt sich bald darauf das nächste Glied der Zyklonenfamilie an, oder – wenn das letzte Glied einer Zyklonenfamilie vorübergezogen ist – es beginnt der Aufbau eines → Hochdruckgebietes.



Zustandsformen

des Wassers



fest



flüssig

gasförmig

Verdunstung So angenehm erfrischend und gesund das Baden an warmen Sommertagen ist, so dringend muß geraten werden, sich nach dem Bade abzutrocknen und sofort trockene Kleidung anzuziehen. Das am Körper und in den Badesachen haftende Wasser wird langsam an die Luft abgegeben, es verdunstet.

Wind beschleunigt diesen Vorgang. Die zur Verdunstung benötigte Wärmemenge wird dem Körper entzogen, der dabei unterkühlt. Deshalb ist nasse Kleidung am Körper für unsere Gesundheit sehr gefährlich.

Wo bleibt das Wasser?

Beim Verdunsten nimmt das Wasser, ob in flüssiger oder fester Form, einen anderen Zustand an. Es wird zu einem unsichtbaren gasförmigen Stoff.

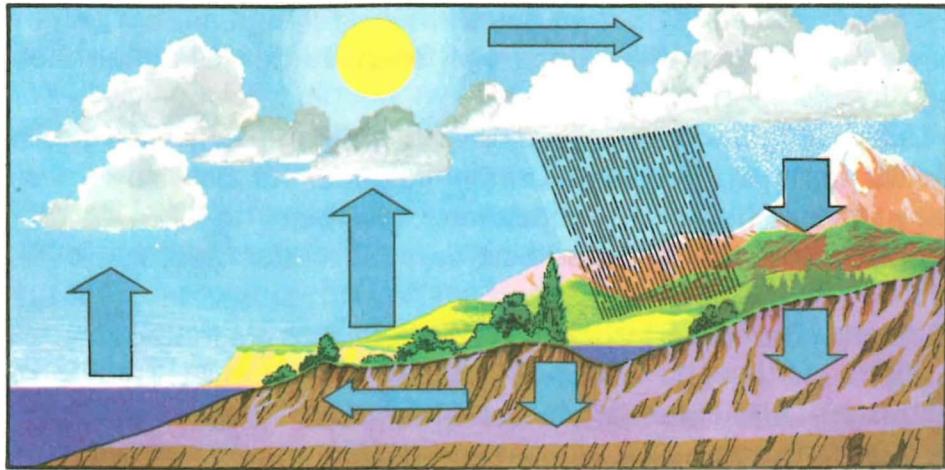
Es werden drei verschiedene Zustandsformen der Stoffe (Aggregatzustände) unterschieden (siehe Abb. Seite 59):

1. feste Stoffe (bei Wasser ist das Eis)
2. flüssige Stoffe (zum Beispiel Wasser) und
3. gasförmige Stoffe (in unserem Beispiel Wasserdampf).

Luft kann nur eine bestimmte Menge Wasser unsichtbar in Dampfform aufnehmen. Die Menge ist hauptsächlich von der Lufttemperatur abhängig. Ein Kubikmeter (1 m^3) Luft kann bei 20°C 17,3 g Wasser in Dampfform, also gasförmig, aufnehmen (\rightarrow Luftfeuchte, relative). Deshalb kann aufgehängte Wäsche bei trockener Luft nach kürzerer Zeit abgenommen werden als bei feuchter Luft.

Maßeinheit für die Verdunstung ist die Verdunstungshöhe in mm. Je nach der Beschaffenheit des Untergrundes (Land oder Meer), der Bodenbedeckung (Rasen, landwirtschaftliche Kulturen, Wald oder pflanzenloser Boden) und des Wasservorrates im Boden werden verschiedene Arten der Verdunstung unterschieden. Die Messung der Verdunstungshöhe erfolgt zumeist mittels Verdunstungskesseln. Zur Messung der Verdunstung einer freien Wasserfläche werden Verdunstungskessel auf einem Floß installiert, um die tatsächlichen Bedingungen möglichst gut zu erfassen. Wenn wir während einer Wasserwanderung auf einem See einer solchen Meßanlage begegnen, sollten wir stets einen größeren Abstand wahren, auf jeden Fall vermeiden, daß zusätzlich Wasser in die Kessel gelangt.

Wasser wird ständig von der Oberfläche der riesigen Weltmeere, von den Seen und Flüssen, aber auch von allen Pflanzen, Tieren und aus dem Erdboden verdunstet. Die jährliche Verdunstungshöhe pflanzenbewachsenen Geländes beträgt in unserer



Kreislauf des Wassers

Klimazone 350 bis 500 mm. Da die jährliche Niederschlagshöhe im Tiefland der DDR im Mittel 450 bis 600 mm beträgt, wird die Bedeutung der künstlichen Beregnung in der Landwirtschaft zur Erzielung stabiler Erträge ersichtlich.

Alle Niederschläge, ob sie als Regen, Hagel oder Schnee zur Erde fallen, bestehen aus Wasser, das irgendwo auf unserer Erde durch Verdunstung von der Luft als Wasserdampf aufgenommen wurde.

Warmfront → Fronten

Weihnachtstauwetter Der Dezember ist der erste Wintermonat (→ Jahreszeiten). Um diese Zeit treten häufig kurze Hochdruckwetterlagen (→ Hochdruckgebiet) mit Frösten durch Kaltluftzufuhr aus dem Osten auf. Der Frühwinter hält seinen Einzug. Nicht selten bildet sich bis ins Flachland eine geschlossene Schneedecke aus. Die Hoffnung auf „weiße Weihnachten“ wird aber meist unmittelbar vor den Feiertagen durch eine fühlbare Erwärmung zunichte gemacht. → Tiefdruckgebiete, die vom Atlantischen Ozean kommen, führen aus westlichen Richtungen milde Meeresluft heran und tauen den Schnee schnell und oft bis in die Kammlagen der Mittelgebirge auf. Das Weihnachtstauwetter bringt die schneelosen und deshalb „grünen Weihnach-

ten“. Diese Großwetterlage dauert mehrere Tage an. Sie gehört zu den auffälligen Witterungsregelfällen, zu den Singularitäten (→ Altweibersommer).

Durch langjährige Beobachtungen entstand beim Vergleich der Wetterlagen ein Singularitätenkalender für den Vorwinter, der natürlich die Durchschnittswerte ausweist:

27. November bis 10. Dezember: Vorstoß milder Meeresluft, frostfrei

12. bis 14. Dezember: trocken und kalt, leichte bis mäßige Fröste

15. bis 19. Dezember: Zufuhr von Meeresluft, mild, regnerisch

20. bis 23. Dezember: winterlicher Kaltlufteinbruch aus Ost, Schneefälle

24. bis 31. Dezember: Weihnachtstauwetter, Vorstoß milder Meeresluft

Manchmal kommt es bei der weihnachtlichen Wetterumstellung auch vor, daß sich für kurze Zeit starkes Glatteis ausbildet, denn die verhältnismäßig warme Meeresluft gleitet auf die kalte Bodenluft wegen ihres geringeren Gewichtes auf und dringt zuerst nur in höhere Luftschichten vor. In der feuchten Meereswärmluft bilden sich durch Abkühlung an der Kaltluft zuerst Wolken und dann Regentropfen, die beim Fallen durch die frostige Kaltluft unterkühlen und beim Auftreffen auf der Erde sofort gefrieren.

Wie zu allen Singularitäten muß auch zum Weihnachtstauwetter betont werden, daß meist allen Wetterregeln eine gute Naturbeobachtung und ein wissenschaftlich begründeter Zusammenhang im Wettergeschehen zugrunde liegt. Jedoch sind alle Regeln mit Einschränkungen zu betrachten, weil es Ausnahmen gibt oder sich die Großwetterlagen unterschiedlich ausprägen.

Wetter Das Wetter wird durch eine Reihe von Wetterelementen bestimmt, wie → Luftdruck, → Lufttemperatur, → Luftfeuchte, relative, → Wind und andere. Durch ihr Zusammenwirken werden sie als Wettererscheinungen sichtbar, als Wolken, Regen, Nebel, Wind, Gewitter und Schneefall.

Wetter ist das Ergebnis von Vorgängen, die durch Sonnen-

strahlung ausgelöst werden und sich vorwiegend in den unteren Schichten der → Atmosphäre bis etwa 12 km Höhe vollziehen.

Weil sich die Erde einmal im Jahr um die Sonne und dabei täglich um die eigene Achse dreht, verändert sich ständig die Stellung der Erde zur Sonne. Daraus ergibt sich ein fortwährender Wechsel in der Energiezufuhr durch die Sonne. Im Sommer und mittags ist es deshalb wärmer als im Winter und morgens. Im Ergebnis des ständigen Wechsels der Sonnenstrahlung treten Temperaturschwankungen auf, so daß die Luft in Bewegung kommt, und es entsteht → Wind. Wenn dadurch feuchte Luft herangeführt wird, können sich Wolken bilden, die wiederum die Sonne verdecken und ihre wärmenden Strahlen eindämmen. Die Veränderung nur eines Wetterelementes beeinflußt die übrigen Elemente, und das hat einen ständigen Wechsel des Wetters mitunter innerhalb kurzer Zeit zur Folge.

Wetter ist demnach das Ergebnis des augenblicklichen Zustandes aller Wetterelemente und ihres Zusammenwirkens in der unteren Atmosphäre eines Ortes oder auch eines mehr oder weniger großen Gebietes mit gleichem Zustand der Atmosphäre.

Sprechen wir von Witterung oder vom Witterungscharakter, so bezieht sich unsere Aussage auf einen längeren Zeitraum, etwa auf mehrere Tage, gegebenenfalls, das heißt, wenn der Wetterablauf im wesentlichen einheitlich war, sogar auf einige Wochen. Kühler und feuchter Witterungscharakter bedeutet etliche kühle und regnerische Tage (→ Großwetterlage).

Folgt auf eine Reihe solcher Tage eine Schönwetterperiode, dann ist ein Wetterumschlag eingetreten, natürlich auch umgekehrt, wenn sich nach sonniger, warmer Witterung regnerisches Wetter einstellt.

Verfolgt man den Wetterablauf über längere Zeiträume, über viele Jahre und Jahrzehnte, dann ergibt sich aus dem Durchschnitt aller Wettererscheinungen das → Klima eines bestimmten Ortes oder Gebietes.

Wetterbeobachtung Alles Leben auf der Erde hängt mit dem Wetter eng zusammen. Der Wechsel von warm und kalt, trocken und feucht bestimmt die Lebensweise der Menschen und Tiere,

er bedingt die Folge von Saat und Ernte und übt auf viele Produktionsprozesse einen maßgeblichen Einfluß aus. Kein Wunder also, daß das Interesse am Wetter schon immer groß war. Von unseren Vorfahren waren es vor allem die Schäfer und Bauern, die dem Wetter besondere Aufmerksamkeit beimaßen. Auf ihre sorgfältigen Beobachtungen gehen viele Wetterregeln zurück.

Mit der Erfindung von Geräten für die Wetterbeobachtung im 16. und 17. Jahrhundert (vor allem für die Messung der Niederschlagshöhe, der Lufttemperatur und des Windes) waren die Voraussetzungen für systematische Wetterbeobachtungen auf wissenschaftlicher Grundlage gegeben. In vielen Ländern der Erde begannen regelmäßige Wetterbeobachtungen – in Berlin beispielsweise im Jahre 1700.

Die Wetterbeobachtungen erfolgen in → meteorologischen Stationen, bei denen je nach dem Umfang des Beobachtungsprogramms verschiedene Kategorien unterschieden werden. Außer den herkömmlichen meteorologischen Elementen, wie Lufttemperatur, Windgeschwindigkeit und anderen, werden weitere Größen erfaßt, zum Beispiel der Staubgehalt der Luft.

Die Wetterbeobachtungen erfolgen nicht nur in Stationen auf dem Festland, sondern auch von Schiffen und von Luftfahrzeugen aus.

Die Methoden der Wetterbeobachtung und die Beobachtungstermine sind weitestgehend vereinheitlicht. Die internationale Organisation, die diese weltweite Koordinierung durchführt, ist die Meteorologische Weltorganisation (abgekürzt WMO), eine Spezialorganisation der UNO.

Die Aufzeichnung der Beobachtungsergebnisse erfolgt nach ebenfalls international abgestimmten Regeln unter Verwendung von → Zeichen (Symbolen) in speziellen Wetterbeobachtungstagebüchern.

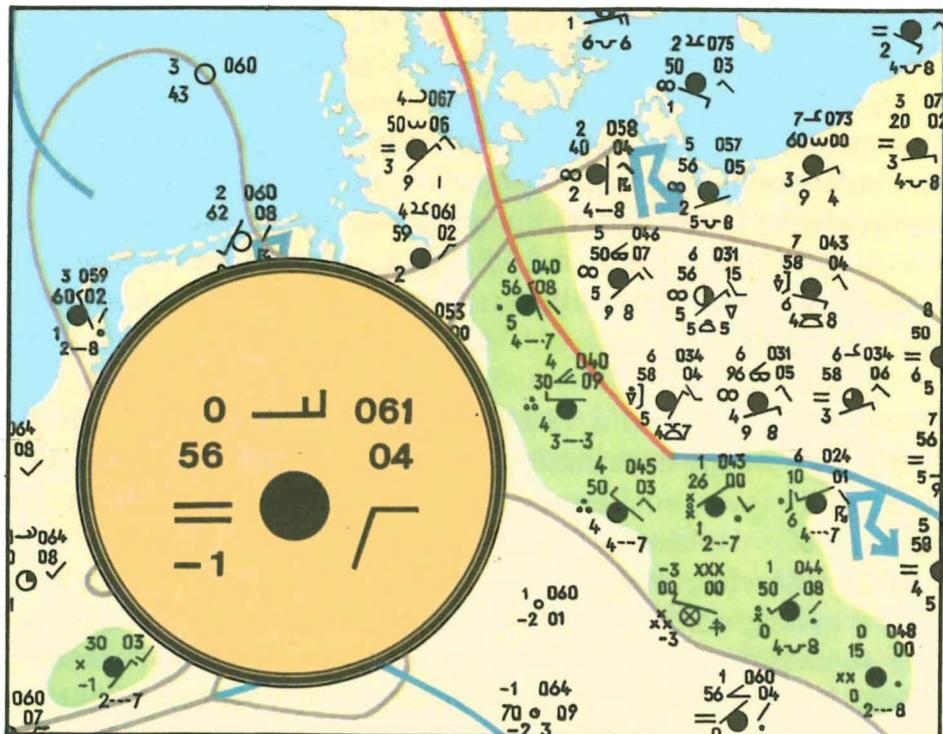
Der Bedarf an Wetterbeobachtungen ist sehr groß. Wenn beispielsweise die Potsdamer Meteorologen den täglichen Wetterbericht mit der Wettervorhersage für den folgenden Tag vorbereiten, benötigen sie Beobachtungsergebnisse aus einem Gebiet, das im Osten vom Uralgebirge, im Westen von der Ostküste Nordamerikas, im Norden vom Arktischen Ozean und im Süden

von der nordafrikanischen Küste begrenzt wird.

Für die Sammlung und den internationalen Austausch der Wetterbeobachtungen müssen deshalb spezielle Nachrichtenverbindungen mit hohen Übermittlungsgeschwindigkeiten und für die Auswertung hochleistungsfähige EDV-Anlagen (EDV heißt elektronische Datenverarbeitung) zur Verfügung stehen.

Auch der Austausch und die Auswertung der zahlreichen Wetterbeobachtungen vollziehen sich nach international abgestimmten Regeln.

Wetterkarte Wenn um 19.25 Uhr das Fernsehen der DDR die Wettervorhersage ausstrahlt, ahnt kaum jemand, wie viele Menschen und wieviel hochentwickelte Technik die Voraussetzungen dazu schaffen mußten. Für nur wenige Augenblicke erscheint eine Umrißkarte großer Teile des europäischen Erdteils, die über die Verteilung der Wolken oder auch über schneebedeckte Gebiete Auskunft gibt. Die Karte stammt von einem → Wettersatelliten. Außer derartigen „Wetterkarten aus dem Kosmos“ benötigen die Meteorologen für ihre Arbeit weitere Karten über den Wetterzustand beziehungsweise über die Verteilung der Wetterelemente zu bestimmten Terminen und für verschiedene Höhenstufen. Besondere Bedeutung hat eine Wetterkarte mit den Beobachtungsdaten der → meteorologischen Stationen. Zu diesem Zwecke werden die Beobachtungsergebnisse jeweils – daß heißt nach jedem Beobachtungstermin – unverzüglich in die „Wettersprache“ übersetzt, die in allen Ländern verstanden wird. In international festgelegter Reihenfolge erscheinen die Meßdaten als Zahlengruppen (→ Zeichen). So gelangen Tausende von Zahlen in das meteorologische Fernschreibnetz und können von den Mitarbeitern der Wetterwarten nach dem Entschlüsseln verarbeitet werden. Kaum sind die ersten Meldungen eingetroffen, übertragen Zeichner die Informationen auf eine Arbeitswetterkarte. Jedes eingezeichnete Symbol steht für eine Wettererscheinung. Diese Wetterkarte ist für einen Laien kaum verständlich. Es gehören eine gute Fachausbildung und Übung dazu, die vielen Zeichen zu übersehen, zu werten und daraus einen aktuellen Wetterbericht ableiten und formulieren zu können.



Ausschnitt aus einer Arbeitswetterkarte mit Wetterstationen und Meßdaten

Die auf dem Bildschirm des Fernsehapparates nach dem Satellitenfoto gezeigte Wetterkarte ist ausschließlich für diesen Zweck angefertigt und wegen der besseren Übersicht stark vereinfacht worden. Hier wird beispielsweise auf Stationsangaben verzichtet. Jedoch geben uns die kreis- oder linsenförmig angeordneten Linien Auskunft über wetterbestimmende → Hoch- oder → Tiefdruckgebiete. Die Linien sind → Isobaren. Auch Kalt- und Warmluftströmungen, Niederschlagsfelder und Lufttemperaturangaben werden gezeigt.

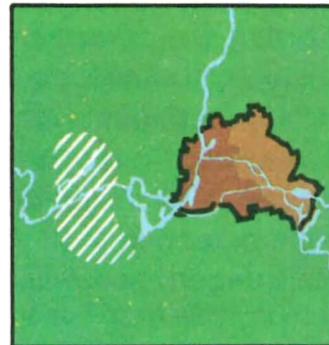
Wir wissen, daß das Wetter nicht „stehenbleibt“. Oft ziehen Druckgebiete mit großer Geschwindigkeit weiter. Die Satellitenaufnahmen und Wetterkarten zeigen also nur Momentaufnahmen zu einem bestimmten Zeitpunkt. Schon wenige Stunden später kann sich das Bild erheblich verändert haben. Deshalb ist die Arbeit der Meteorologen ein Wettlauf mit der Zeit, und nur durch schnelles Messen, Übermitteln und Auswerten kann eine Wetterkarte aktuell sein.

Wetterleuchten → Gewitter

Wetterradar Radar ist ein Verfahren der Funkmeßtechnik. Mit dem Radar können Ort (Position) und Bewegungsrichtung von Objekten geortet (ermittelt) werden, wie zum Beispiel Flugzeuge in der Luft. Das Wetterradar ermöglicht die Ortung von Wolken, Gewitterherden und Niederschlagsgebieten.



Darstellung des Regenschauers...



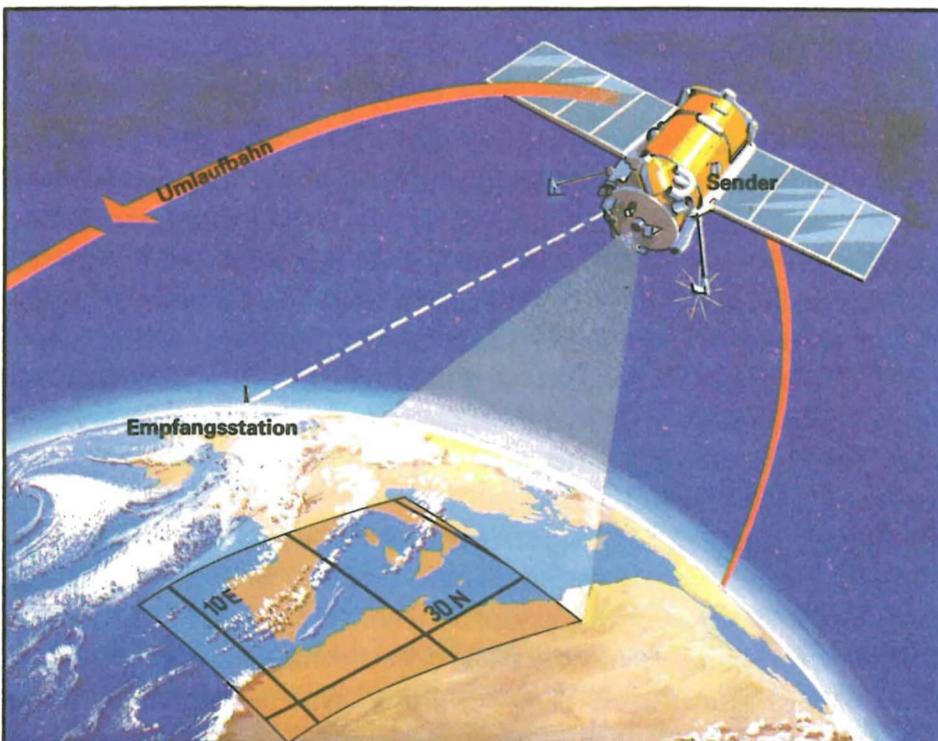
...auf einer Radarkarte

Das Wirkungsprinzip des Radargerätes besteht darin, daß von einem Sender Funksignale abgegeben werden, die beim Auftreffen auf ein Objekt reflektieren, genauso wie das Licht von einem Spiegel zurückgeworfen, reflektiert wird. Aus dem zeitlichen Abstand zwischen Abgang und Rückkehr des Signals nach erfolgter Reflexion läßt sich die Entfernung des Objektes errechnen, und durch die Antennenstellung wird die Richtung ermittelt. Bei wiederholter Signalabgabe in bestimmten Zeitabständen lassen sich Verlagerungsrichtung und auch -geschwindigkeit feststellen. Außer diesem besteht ein weiterer Vorteil des Wetterradars darin, daß die Beobachtungen nicht nur für einzelne Punkte, sondern für mehr oder weniger große Gebiete erfolgen. Dadurch wird das Wetterradar ein unentbehrliches Hilfsmittel für die → Wettervorhersage, besonders für den unmittelbar bevorstehenden Vorhersagezeitraum und in Zeiten extremer Niederschlags-tätigkeit.

Die Arbeiten der Forscher auf dem Gebiet der Radarmeteorolo-

gie sind gegenwärtig darauf gerichtet, nach Methoden zu suchen, die es gestatten, aus den Radarechos Rückschlüsse auf die Intensität und Menge der zu erwartenden Niederschläge zu ziehen.

Wettersatellit Als am 4. Oktober 1957 der erste Erdsatellit „Sputnik I“ in der Sowjetunion gestartet war, begann auch ein neues Kapitel der Wetterbeobachtung. Mit Hilfe von Satelliten wurde es möglich, die Wettervorgänge auf unserem Planeten aus großen Höhen zu beobachten, zu fotografieren, zu filmen und die Bilder an Empfangsstationen auf der Erde zu senden. Seit einigen Jahren sind wir daran gewöhnt, daß zu Beginn des Fernsehwetterberichtes ein nur wenige Stunden altes Satellitenbild von weiten Teilen Europas erscheint, das die Bewölkungssituation zeigt, die Nebelgebiete ausweist und schneebedeckte Gebiete erkennen läßt. Auf meteorologische Beobachtungen und Messungen spezialisierte Satelliten heißen Wettersatelliten.



Wettersatellit

Viele derartige Wettersatelliten wurden bereits gestartet. Ihr Leistungsvermögen wurde ständig gesteigert. Wettersatelliten der jüngsten Generation sind in der Lage, Angaben zur Temperatur und Niederschlagsverteilung zu liefern. Bei rechtzeitigem Erkennen auch der Zugrichtung von gefährlichen Wettererscheinungen (wie Wirbelstürmen) haben Wettersatelliten enorme volkswirtschaftliche Bedeutung.

Bei den Wettersatelliten werden erdumkreisende und „geostationäre“ unterschieden. Die geostationären Satelliten kreisen mit unserer Erde mit, so daß der Eindruck entsteht, sie ständen immer an der gleichen Stelle. Die Wettersatelliten befinden sich in 36000 km Höhe über der Erde. Bei der Entwicklung der erforderlichen Empfangsanlagen für die Aufnahme von Satellitenbildern haben Wissenschaftler und Ingenieure unseres Landes große Verdienste erworben.

Wettervorhersage „Wenn der Hahn kräht auf dem Mist, ändert sich das Wetter oder bleibt so, wie es ist.“

Diese humorvolle, immer richtige Wettervorhersage ist natürlich nur ein Spaß. Ein richtiger Wetterbericht ist das Ergebnis umfangreicher, mühsamer Kleinarbeit mit einer von Meteorologen wissenschaftlich begründeten Aussage (→ Wetterbeobachtung und → Wetterkarte). Auch wenn ab und zu die Vorhersage nicht zutrifft, sich der angekündigte Regen „verspätet“, oder er fällt gar aus, werden die Wetterberichte über Presse, Rundfunk und Fernsehen aufmerksam verfolgt.

Die Gründe dafür sind unterschiedlich. In den Schulferien der Wintermonate wollen Kinder wissen, ob Schnee oder Eis für den Wintersport zu erwarten sind; in den Sommerferien dagegen interessiert warmes Badewetter. Für sehr viele Bereiche der Volkswirtschaft sind die Vorhersagen unentbehrlich. Bau-, Land- und Forstwirtschaftsbetriebe sind zum Beispiel besonders wetterabhängig; Arbeitsprozesse können oft nur unter bestimmten Wetterbedingungen ausgeführt werden. Auch für den Kraftverkehr, die Eisenbahn, die Schifffahrt und den Flugverkehr schränkt die Wettervorhersage Überraschungsmomente ein. Sie erhöht die Sicherheit, sie ermöglicht eine geeignete Arbeitsplanung und

verhindert Verluste an Arbeitszeit und Material. Der telefonische Wetterauskunftsdiensst, die Bauwetterberichte, Straßenzustands- und Wintersportwetterberichte, auch Sturmwarnungen und andere spezielle Hinweise dienen dem gleichen Anliegen.

Mit etwa 90 Prozent Sicherheit treffen die Vorhersagen ein, das ist ein beachtliches Ergebnis, wenn man sich vorstellt, daß sich ein kräftiges Tiefdruckgebiet über einen Raum von 3000 bis 4000 km ausdehnen kann, das wäre zum Vergleich ein Gebiet von Spanien bis Island. Die geringste Abweichung der Bewegungsrichtung eines Tiefdruckgebietes kann vorausgesagte Regenfälle um hundert Kilometer verlagern, und schon fällt in einem Gebietsstreifen der angekündigte Regen aus.

Täglich werden die kurzfristigen, für ein bis zwei Tage gültigen Vorhersagen herausgegeben, sie sind am genauesten. Bei den Formulierungen „strichweise Niederschlag“, „Schauer“ oder „örtliche Bewölkungsauflockerungen“ kann es an einigen Orten mehrstündig regnen, während andernorts längere Zeit die Sonne scheint und nicht ein Regentropfen fällt.

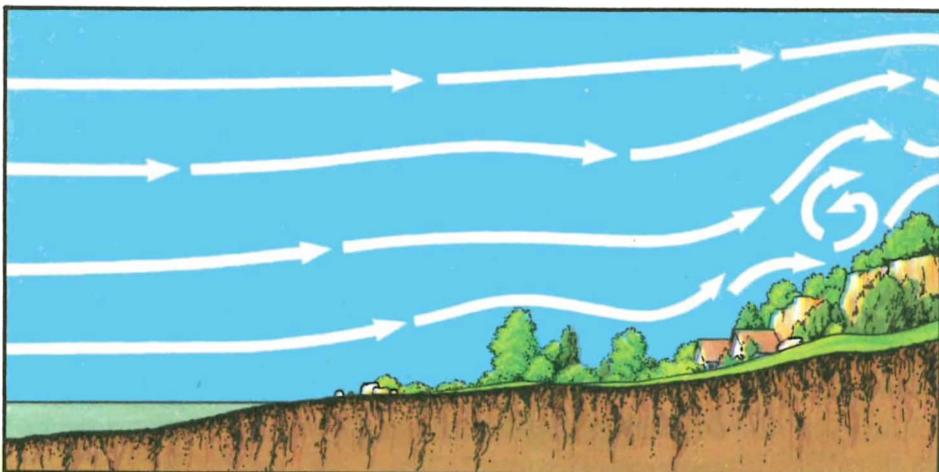
Mittelfristige Prognosen (Vorhersagen) beziehen sich auf einen Zeitraum bis zu 10 Tagen und erreichen eine Genauigkeit von 70 bis 75 Prozent.

Langfristige Prognosen über mehr als 10 Tage sind gegenwärtig mit ausreichender Genauigkeit nicht in jedem Falle möglich. Sie betreffen mehr den Grundcharakter des Wetters und werden nur mit Einschränkungen herausgegeben. An der Verbesserung der wissenschaftlichen Grundlagen und der Methoden wird in vielen meteorologischen Forschungszentren gearbeitet. Sichere langfristige Wettervorhersagen machen zu können ist ein erstrebenswertes Ziel der Arbeit aller Meteorologen.

Wind Wasser fließt immer von einem höheren zu einem tiefer gelegenen Ort. Die Geschwindigkeit des fließenden Wassers ist vom Höhenunterschied abhängig, vom Gefälle. Ähnlich bewegt sich auch Luft von Gebieten hohen zu Gebieten tiefen Drucks (→ Luftdruck), hauptsächlich hervorgerufen durch unterschiedliche Lufttemperaturen, man spricht von einem Druckgefälle.

Beim Abfließen der Luft entsteht Luftbewegung, die wir als Wind bezeichnen.

Die Erdoberfläche mit ihren Bergen, Tälern, Wäldern, Städten und Dörfern bietet den atmosphärischen Luftbewegungen Widerstand, der als Reibungskraft wirksam wird und den Luftstrom stört, verändert und verwirbelt. Es entsteht Wind mit wechselnder Geschwindigkeit, während er in großen Höhen ungestört und gleichmäßig, aber auch kräftiger weht. Böen sind demnach Luftwirbel vorwiegend in der unteren Schicht der Atmosphäre, die manchmal mit großer Kraft auftreten und die Geschwindigkeit des Windes für kurze Zeit verstärken. Die Reibung der Luft ist auf dem Lande intensiver als über dem Meer.



Störung des Luftstroms durch Bodenrelief

Daher ist die Windgeschwindigkeit im allgemeinen über den Meeren größer als über dem Festland.

Weil sich die Erde dreht, wird jede Luftbewegung auf der Nordhalbkugel nach rechts, auf der Südhalbkugel nach links abgelenkt. Deshalb weist die Luft zum Beispiel in → Hoch- oder in → Tiefdruckgebieten eine spiralförmige Bewegungsrichtung auf.

Je stärker das Druckgefälle, um so schneller fließt die Luft ab, um so windiger ist es. Auf Wetterkarten erkennen wir ein starkes Druckgefälle an dicht beieinander liegenden → Isobaren. In solchen Gebieten herrscht stürmischer Wind bis zu Orkanstärke.

Windstille ist in Gebieten ohne Isobaren, also in Gegenden ohne Druckgefälle, anzutreffen. Der Wind ist abhängig von Richtung und Stärke des Luftdrucks. Kann die Verteilung des Luftdrucks vorausgesehen werden, ist es auch möglich, die Verteilung des Windes nach Richtung und Geschwindigkeit vorherzusagen.

Der genauen Kenntnis und Vorhersage über den Wind kommt für viele Zweige der Volkswirtschaft große Bedeutung zu: zum Beispiel im Bauwesen zur Gewährleistung der Sicherheit beim Kranbetrieb oder in der Landwirtschaft für die Nutzung optimaler Bedingungen beim Flugzeugeinsatz zum Ausbringen von Saatgut, Düng- oder Pflanzenschutzmitteln oder im Verkehrswesen, besonders in der Luft- und Seefahrt. Große Windgeschwindigkeiten können in allen Zweigen der Volkswirtschaft schwere Schäden verursachen.

Die Windbeobachtung besteht aus der Messung der Windrichtung und -geschwindigkeit. Auf Wetterkarten werden die Stationskreise (→ Zeichen) mit Windfähnchen versehen, die in die Richtung weisen, aus der der Wind weht. Die Windgeschwindigkeit wird durch Striche an der Windfahne markiert; ein kleiner Strich bedeutet 10 km pro Stunde, ein großer 20 km pro Stunde.

Für die Windrichtung sind folgende Abkürzungen üblich: N = Norden, W = Westen, S = Süden und E = Osten (E steht für den Anfangsbuchstaben des englischen Wortes east). Die Zwischenrichtungen werden durch Zusammenstellen von zwei oder drei Buchstaben ausgedrückt, zum Beispiel NE = Nordost, NW = Nordwest, ENE = Ostnordost.

Zur Windmessung kommen elektrische Geräte zum Einsatz, die zumeist auch den zeitlichen Verlauf der Windrichtung und -geschwindigkeit aufzeichnen (Anemographen). Wenn kein Wind herrscht, wird von Windstille (abgekürzt C von calme = ruhig), wenn der Wind aus rasch wechselnden Richtungen weht, wird von umlaufenden Winden gesprochen. Bei großen Schwankungen der Windgeschwindigkeit liegt Böigkeit vor.

Wolken Es ist schon ein Erlebnis besonderer Art, Wolken zu beobachten, ihre Bewegungen zu verfolgen und die sich ständig verändernden vielfältigen Formen zu bewundern. Das Werden

und Vergehen von Schönwetterwolken, die eigentümlichen Wolkengebilde in großen Höhen oder heranziehende Wolkenberge einer Gewitterfront fesseln immer wieder unsere Blicke. Jedes Wetter steht in Verbindung mit bestimmten Wolkenbildern, jede Wolkenart kann für bestimmte Wetterlagen als typisch oder als Vorbote kommenden Wetters gesehen werden. Je genauer wir uns mit den Wolken und den physikalischen Gesetzmäßigkeiten ihres Entstehens befassen, um so besser lernen wir, Wolken als Wetterkünder anzusehen (→ Luftfeuchte, relative und → Niederschlag).

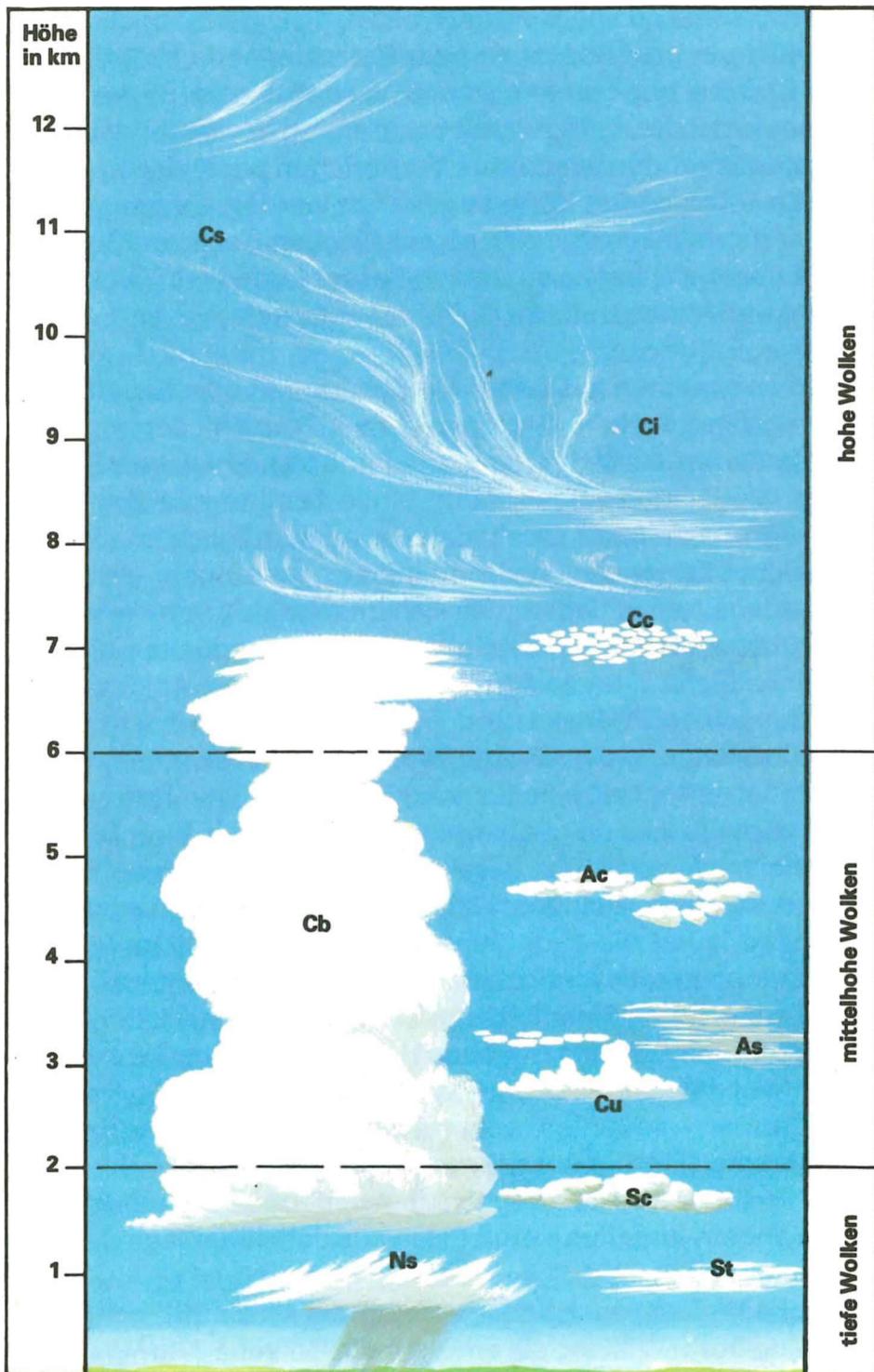
Wolken bestehen aus feinen Wassertropfen oder Eisteilen, die in der Luft schweben. Sie entstehen in verschiedenen Höhen unter bestimmten Bedingungen in annähernd gleichen Formen immer wieder und zeigen damit einen bestimmten Zustand in der → Atmosphäre an. Deshalb ist es auch möglich, die Wolken einzuteilen. Es werden Wolkenfamilien, -gattungen, -arten und -unterarten unterschieden. Um sich unabhängig von der jeweiligen Landessprache verständigen zu können, erhielten die Wolken einheitliche lateinische Bezeichnungen und Abkürzungen, wie das auch bei Pflanzen- und Tiernamen üblich ist.

Die Bezeichnung der Wolken kann drei Unterteilungen haben. Manchmal genügt es, eine Schichtwolke lediglich mit stratus (St) zu bezeichnen. Wandelt sich diese Schichtwolke in ihrer Form ab, kann beispielsweise die Bezeichnung stratocumulus (Sc) genauer sein. Ist die Haufenschichtwolke durchsichtig und linsenförmig, so lautet die endgültige dreiteilige lateinische Bezeichnung stratocumulus lenticularis translucidus (Sc lent tra).

Eine erste, grobe Einteilung der Wolken wurde nach ihrer Form vorgenommen: Es wird zwischen Haufen- oder Quellwolken und Schichtwolken unterschieden. Typische Schichtwolken treten an Warmfronten (→ Fronten) auf und haben eine große horizontale Ausdehnung (Flächenausdehnung), während Quellwolken eine große vertikale Ausdehnung (Höhenausdehnung) aufweisen.

Eine andere Einteilung ergibt sich aus der Höhenlage der Wolken:

1. hohe Wolken, auch Federwolken oder Cirren (Ci) genannt,
2. mittelhohe Wolken, sie erhalten die Vorsilbe Alto- (A),



3. tiefe Wolken, Stratuswolken (St),
4. Wolken mit vertikalem Aufbau, Cumuluswolken (C).

Bei der folgenden Übersicht werden nur die Wolkenfamilien mit ihren Gattungen berücksichtigt:

Gattung	Fachbezeichnung	Abkürzung
I. Familie: Hohe Wolken, Cirren, Höhe etwa 6 bis 12 km		
1. Faser- oder Federwolke	Cirrus	Ci
2. hohe Schäfchenwolke	Cirrocumulus	Cc
3. hohe Schleierwolke	Cirrostratus	Cs
II. Familie: Mittelhohe Wolken, Altowolken, Höhe 2 bis 6 km		
4. große Schäfchenwolke	Altocumulus	Ac
5. mittelhohe Schichtwolke	Altostratus	As
III. Familie: Tiefe Wolken, Stratuswolken, Höhe: Bodennähe bis 2 km		
6. Haufenschichtwolke	Stratocumulus	Sc
7. tiefe Schichtwolke	Stratus	St
8. Regenwolke	Nimbostratus	Ns
IV. Familie: Wolken mit vertikalem Aufbau, Cumuluswolken, Höhe 500 m bis 10 km		
9. Schönwetter-Haufenwolke	Cumulus	Cu
10. Schauer- und Gewitterwolke	Cumulonimbus	Cb

Außer den Wolkenformen werden an den meteorologischen Stationen der Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken und die Höhe der Wolkengrenze beobachtet.

Zeichen Die Beschreibung der Ergebnisse einer Wetterbeobachtung durch eine meteorologische Station in Textform ist wegen der Vielzahl der Beobachtungsgrößen und der Vielgestaltigkeit des Wetters sehr umfangreich. Der Text würde mehr als

eine Schreibheftseite füllen. Die Übermittlung des Textes an die Sammelstelle des jeweiligen Landes und von dort aus über Regional- und Weltzentren an alle Wetterwarten der Erde würde trotz Inanspruchnahme von Fernschreibverbindungen mit sehr hoher Telegrafiergeschwindigkeit viel zu lange dauern, um den Inhalt der Telegramme noch für die Erarbeitung von Wettervorhersagen nutzen zu können. Dabei muß zusätzlich noch berücksichtigt werden, daß für das Zeichnen einer Wetterkarte die Beobachtungsergebnisse von mehreren hundert meteorologischen Stationen benötigt werden.

Um die Beobachtungswerte schneller befördern zu können, wurde deshalb ein Schlüssel zum Verschlüsseln der Beobachtungsergebnisse entwickelt. Dabei bilden die Beobachtungsergebnisse eines Beobachtungstermins eine Wettermeldung. Für die platzsparende Eintragung des Inhalts der Wettermeldungen in Beobachtungstagebücher und Wetterkarten werden Symbole verwendet. Schlüssel und Symbole sind international vereinbart und stellen wichtige Verständigungsmittel der Meteorologen dar, die von allen Meteorologen – gleich welche Sprache sie sprechen – verstanden werden.

Eine verschlüsselte Wettermeldung besteht aus 9 Zahlengruppen. Zu bestimmten Beobachtungsterminen beziehungsweise besonderen Wettererscheinungen können weitere Zahlengruppen angefügt werden. Als Beispiel wird eine Wettermeldung von Potsdam erläutert. Die obere Zeile stellt jeweils die verschlüsselte Wettermeldung, die untere Zeile das Schlüsselschema dar.

09379	2 1 550	8 2105	10 1 1 4	20 0 9 8
III i i	i _e i _x hVV	Nddff	1s _n TTT	2s _n T _d T _d T _d
40082	57015	72 1 6 2	81 1 2 /	
4PPPP	5appp	7wwW ₁ W ₂	8N _h C _L C _M C _N	

Die Schlüsselziffern und -buchstaben haben folgende Bedeutung:

- II = Blockzahl des Landes (09 = DDR)
- iii = Kennzahl der Station (379 = Potsdam)
- i_e = Kennzeichen für Niederschlagsangaben (2 = 12ständig)
- i_x = Kennzeichen für die Anwendung der Gruppe 7 (1 = ja)

- h = Höhe der Untergrenze der tiefsten Wolken (5 = 600 bis 1000 m)
 VV = Horizontale Sichtweite am Boden (50 = 5 km)
 N = Betrag der Gesamtbedeckung mit Wolken (8 = 8/8)
 dd = Windrichtung am Boden (21 = Südwest)
 ff = Windgeschwindigkeit am Boden (05 = 5 m/s)
 1 = Gruppenkennziffer
 s_n = Vorzeichen (0 = positiv oder 0 °C)
 TTT = Lufttemperatur Zehntel °C (114 = 11,4 °C)
 2 = Gruppenkennziffer
 s_n = Vorzeichen (0 = positiv oder 0 °C)
 T_dT_dT_d = Taupunkttemperatur (098 = 9,8 °C)
 4 = Gruppenkennziffer
 PPPP = Luftdruck (Zehntel hPa, reduziert auf NN ohne Tausenderziffer) 0082 = 008,2 hPa)
 5 = Gruppenkennziffer
 a = Art der Luftdruckänderung (7 = fallend)
 ppp = Betrag der Luftdruckänderung (015 = 1,5 hPa)
 7 = Gruppenkennziffer
 ww = Wetterzustand (21 = Regen in der letzten Stunde, aber nicht zum Beobachtungstermin)
 W₁W₂ = Wetterverlauf (62 = Regen und mehr als halbbedeckt in den letzten Stunden)
 8 = Gruppenkennziffer
 N_h = Bedeckungsgrad mit C_L bzw. C_M-Bewölkung (1 = 1/8)
 C_L = Gattung der tiefen Wolken (1 = Cumulus)
 C_M = Gattung der mittelhohen Wolken (2 = Altostratus)
 C_N = Gattung der hohen Wolken (/ = nicht sichtbar)

Für die Feststellung des Wetterzustandes und die Erarbeitung der → Wettervorhersage werden die Wettermeldungen entschlüsselt, und ihr Inhalt wird in Wetterkarten eingetragen. Dabei werden für den Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken, die

Windrichtung und -geschwindigkeit, das zum Beobachtungszeit-
min herrschende Wetter und die Wolkenarten Symbole, für die
übrigen Angaben der Wettermeldung Ziffern gesetzt. Symbole
und Ziffern werden nach einem bestimmten Schema um den
Stationskreis angeordnet. Im täglichen Wetterbericht werden
folgende Symbole verwendet:

Wetter zum Beobachtungszeitmin

feuchter Dunst	=	Graupelschauer	△
flacher Nebel	==	Hagelschauer	▲
Nebel	≡	Regenschauer	▽
Nebel in der Umgebung (≡)		Schneeschauer	*
Sprühregen	;	Wetterleuchten	↙
Regen	●	Gewitter	↖
Glatteis	?	Schneetreiben bzw.	↙
Schnee	*	Sandsturm	↔

Wetter während der letzten Stunde, aber nicht zum Beobachtungszeitmin

z. B. Schnee	*]	Nebel	≡]
--------------	----	-------	----

Windrichtung und -geschwindigkeit

windstill	○	Ost 10 km/h	○ ↖
umlaufender Wind	*○	Südost 30 km/h	○ ↘
Nordost 5 km/h	○	Südwest 100 km/h	↙ ↘

Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken

wolkenlos	○	stark bewölkt	●
heiter	○	bedeckt	●
wolkig	○	Bedeckung nicht angebbar	○

Ergebnisse der Analyse der Wetterlage

Warmfront	~~~	Strömung in Warmluft	↗
Kaltfront	~~~	Strömung in Kaltluft	↖

Hochdruckgebiet **H**
Hochdruckkeil *h*
Niederschlagsgebiet **|||||**

Tiefdruckgebiet **T**
Tiefausläufer *t*

Zyklone → Tiefdruckgebiet

ISBN 3-358-00264-0



1. Auflage 1987

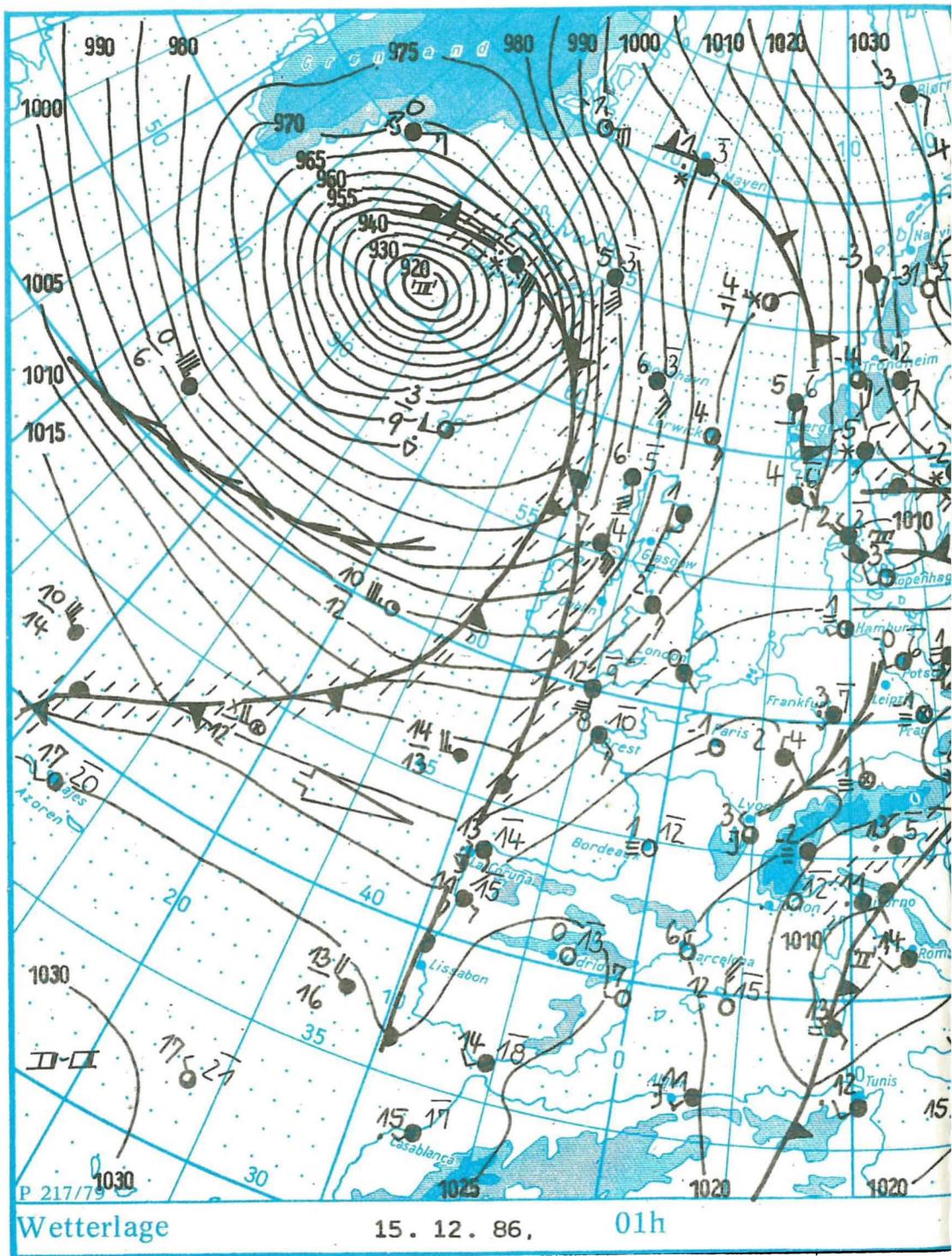
© DER KINDERBUCHVERLAG BERLIN – DDR 1987

Lizenz-Nr. 304-270/140/87

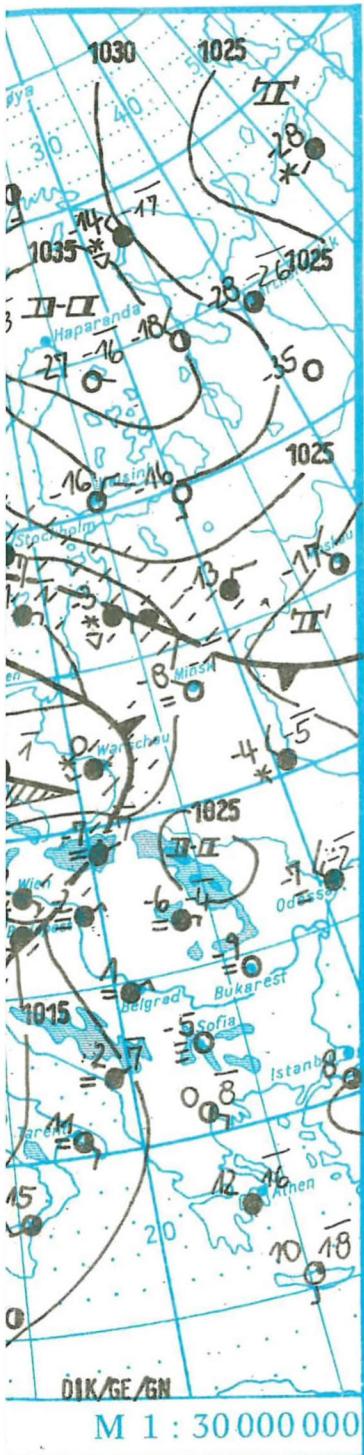
**Gesamtherstellung: Grafischer Großbetrieb Sachsendruck Plauen
LSV 7862**

Für Leser von 9 Jahren an

**Bestell-Nr. 632 285 7
00580**



Vom Atlantischen Ozean zieht ein kräftiges Tiefdruckgebiet heran



Täglicher Wetterbericht des Meteorologischen Dienstes der Deutschen Demokratischen Republik

Wetter zum Beobachtungszeitraum

feuchter Dunst	=	Graupelschauer
flacher Nebel	-	Hagelschauer
Nebel	≡	Regenschauer
Nebel in der Umgebung	≡≡	Schneeschauer
Sprühregen	,	Wetterleuchten
Regen	•	Gewitter
Glatteis	?	Schneetreiben bzw.
Schnee	*	Sandsturm

Wetter während der letzten Stunde, aber nicht zum Beobachtungszeitpunkt

z. B. Schnee Nebel

Windrichtung und -geschwindigkeit

windstill	○	Ost 10 km/h
umlaufender Wind	*○	Südost 30 km/h
Nordost 5 km/h	○*	Südwest 100 km/h

Bedeckungsgrad des Himmels mit Wolken

wolkenlos	<input type="radio"/>	stark bewölkt	<input checked="" type="radio"/>
heiter	<input checked="" type="radio"/>	bedeckt	<input checked="" type="radio"/>
wolkig	<input checked="" type="radio"/>	Bedeckung nicht angebbar	<input type="radio"/>

Ergebnisse der Analyse der Wetterlage

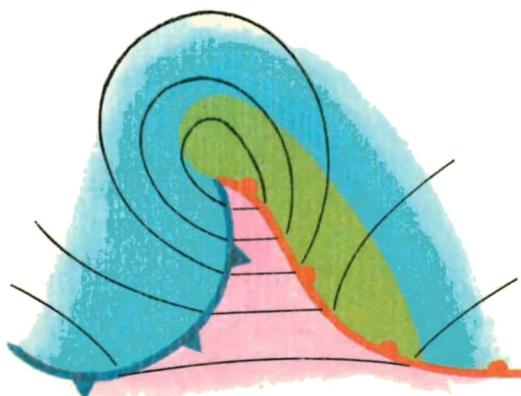
Legende		
Warmfront		Strömung in Warmluft
Kaltfront		Strömung in Kaltluft
Hochdruckgebiet		Tiefdruckgebiet
Hochdruckkeil		Tiefausläufer
Niederschlagsgebiet		



MEIN KLEINES LEXIKON

Mein kleines Lexikon ist eine für Kinder herausgegebene Serie populärwissenschaftlicher Einführungen in verschiedene Wissensgebiete, die wesentliche Begriffe in alphabetischer Reihenfolge verständlich und unterhaltsam erklären.

Mein kleines Lexikon »Kaltfront, Luftdruck, Wetterkarte« gibt einen Einblick in naturwissenschaftliche Zusammenhänge von allgemeinen und besonderen Witterungerscheinungen (wie Eisheilige u. a.) und stellt die Arbeit meteorologischer Stationen vor.



Der Kinderbuchverlag Berlin

ISBN 3-358-00264-0