



Das Wetter

BAND 7



Inhalt

In der Wetterküche der Erde

Warum ist das Wetter für uns so wichtig?	4
Wer macht das Wetter?	4
Was ist die Atmosphäre?	5
Wo entsteht das Wetter?	5
Was ist Luft?	6
Hat Luft ein Gewicht?	6
Was ist der Luftdruck?	7
Ist der Luftdruck überall gleich?	7
Wie kann man den Luftdruck messen?	8
Warum ist es auf Bergen kühler als im Tal?	8
Warum gibt es Jahreszeiten?	9
Warum tragen wir im Sommer gern helle Kleidung?	10
Wieso dehnt sich warme Luft aus?	10
Wieso ist warme Luft leichter als kalte?	11
Wie misst man die Temperatur?	11
Was ist die „gefühlte Temperatur“?	11

Wenn der Wind weht

Was ist Wind?	12
Wie entsteht Wind?	12
Wohin weht der Wind?	13
Welche Winde wehen um die Erde?	13
Was beeinflusst den Wind?	14
Was ist der Monsun?	14
Wie entsteht der Föhn?	15
Was sind Strahlströme?	15
Wie kann man den Wind messen?	16
Wie stellt man die Windrichtung fest?	16
Wofür brauchen wir den Wind?	17

Wasser in der Luft

Was passiert, wenn Wasser verdunstet?	18
Was beschleunigt die Verdunstung?	19
Wodurch beschlagen Fenster?	19
Was ist der Kreislauf des Wassers?	19
Woraus bestehen Wolken?	20
Können sich auch in meinem Zimmer Wolken bilden?	21
Was kündigen Wolken an?	22
Wann entsteht Nebel?	23
Wann werden die Wolkentröpfchen zu Regentropfen?	24
Warum schneit es?	25

Wie bilden sich Hagelkörner?	25
Woher kommt Tau?	26
Was ist Reif?	26
Was ist ein Hygrometer?	26
Was ist ein Niederschlagsmesser?	27

Besondere Wettererscheinungen

Wie entsteht ein Gewitter?	28
Was sind Blitz und Donner?	29
Wer hat den Blitzableiter erfunden?	29
Was ist ein faradayscher Käfig?	30
Wie entsteht ein Regenbogen?	30
Woher kommen Morgen- und Abendrot?	31
Was ist das Polarlicht?	31
Was sind Luftspiegelungen?	32
Was ist ein Hurrikan?	32
Wie gefährlich ist ein Tornado?	33

Wetterentwicklung und Klima

Was versteht man unter Klima?	34
Was sind Klimazonen?	34
Wie bestimmen Hoch- und Tiefdruckgebiete das Wetter?	35
Was sind Luftmassen?	36
Was versteht man unter Fronten?	36
Was ist eine Großwetterlage?	37
Verändern Gebirge das Wetter?	37
Wieso sind die Winter am Meer so mild?	38
Beeinflussen Meeresströmungen das Wetter?	38
Was ist das El-Niño-Phänomen?	39

Wetter- und Klimavoraussagen

Was sind Wetterdienste?	40
Woher kommen die Wetterdaten?	40
Wie arbeitet ein Wetterballon?	41
Was macht ein Wettersatellit?	42
Wie helfen Großrechner den Meteorologen?	42
Wie liest man eine Wetterkarte?	44
Was sagen uns die Bauernregeln?	45
War unser Klima schon immer so wie heute?	45
Wie entsteht der Treibhauseffekt?	46
Was ist das Ozonloch?	47
Wie wird sich unser Klima entwickeln?	47

Stichwortverzeichnis	48
-----------------------------	-----------



Über dem Meer hat sich eine Gewitterwolke (Cumulonimbuswolke) gebildet.

Wasser in der Luft

Es macht Spaß, an einem heißen Sommertag im kühlen See zu baden. Wenn wir später aus dem Wasser steigen, ist unser Körper mit vielen glitzernden Wassertröpfchen benetzt. Auch wenn wir uns nicht abtrocknen, sind sie schon nach kurzer Zeit verschwunden. Wie kommt das?

Was passiert, wenn Wasser verdunstet?

Sommertag im kühlen See zu baden. Wenn wir später aus dem Wasser steigen, ist unser Körper mit vielen glitzernden Wassertröpfchen benetzt. Auch wenn wir uns nicht abtrocknen, sind sie schon nach kurzer Zeit verschwunden. Wie kommt das?

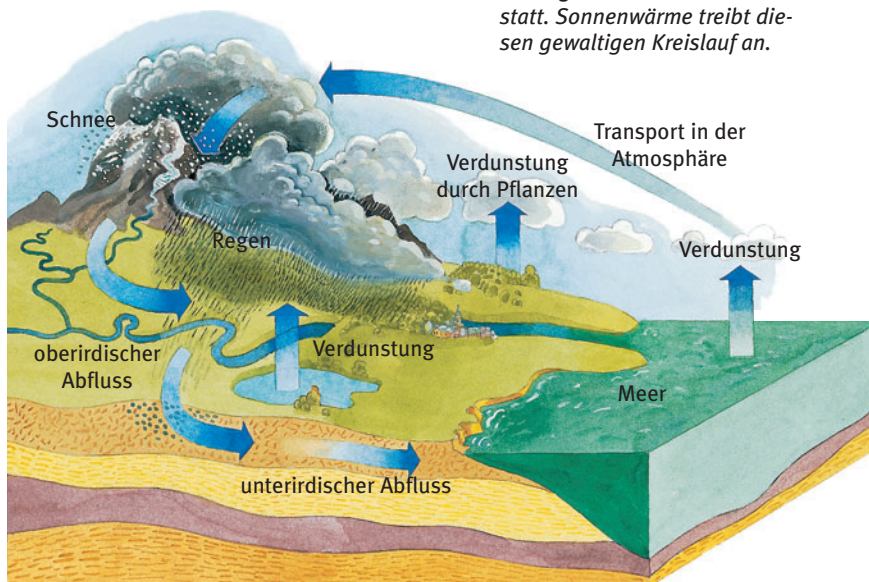
Die Luft hat das Wasser aufgenommen; es ist vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergegangen. Man sagt, „das Wasser ist verdunstet“. Als unsichtbarer Wasserdampf schwebt es nun in der Luft.

Wärme ist die Ursache dafür, dass Wasser verdunstet und in die Luft aufsteigt. Deshalb frösteln wir auch, wenn wir nach dem Baden aus dem Wasser kommen. Denn die zur Ver-

dunstung benötigte Wärme wird vor allem dem Körper entzogen, der dadurch abkühlt. Ermöglicht wird die Verdunstung durch die ständige Bewegung der Wassermoleküle. Dabei werden einige von ihnen losgerissen, in die Luft gewirbelt und zwischen den Luftmolekülen weitergestoßen. Sie kehren nicht mehr in die Flüssigkeit zurück.

LUFTFEUCHTIGKEIT nennen wir den Wasserdampf in der Luft. Etwa 15 Billionen Tonnen Flüssigkeit zirkulieren in der Atmosphäre. Sie verdunsten über der ganzen Erde.

Zwischen Festland, Ozeanen und Atmosphäre findet ein ständiger Wasseraustausch statt. Sonnenwärme treibt diesen gewaltigen Kreislauf an.



VERDUNSTUNG

In Mitteleuropa verdunsten im Jahresdurchschnitt etwa 500 Liter Wasser pro Quadratmeter Bodenfläche. Auf dem Atlantischen oder Pazifischen Ozean verdunsten jährlich zwischen 1 200 und 1 300 Liter Wasser von jedem Quadratmeter der riesigen Wasserfläche. Würde das Wasser im ewigen Kreislauf nicht immer wieder durch Niederschläge und Flüsse nachströmen, wäre das Weltmeer nach 4 000 Jahren ausgetrocknet.

RELATIVE LUFTFEUCHTIGKEIT ist die Menge an Wasserdampf in der Luft, verglichen mit der Höchstmenge, die sie bei einer bestimmten Temperatur aufnehmen kann. Bei einer Temperatur von minus 10 Grad Celsius kann ein Kubikmeter Luft 2,1 Gramm Wasserdampf aufnehmen, dann ist die Luft gesättigt. Bei einer Temperatur von 28 Grad Celsius dagegen ist die maximale Feuchte erst bei einer Wasserdampfmenge von 27,2 Gramm erreicht. Diese Werte entsprechen einer relativen Luftfeuchtigkeit von 100 Prozent. Wäre im gleichen Kubikmeter Luft jeweils nur die Hälfte Wasser enthalten, dann betrüge die relative Luftfeuchte 50 Prozent.

Bei bedecktem Himmel verschwinden Regenschneeflocken nur allmählich, Sonnenschein dagegen „leckt“ die Straßen rasch wieder trocken. Denn Wasser verdunstet umso schneller, je stärker es erwärmt wird. Je wärmer das Wasser ist, desto schneller bewegen sich die Wassermoleküle und desto mehr von ihnen werden in die Luft emporgewirbelt. Wind beschleunigt diesen Vorgang. Viele Pfützen verschwinden im Handumdrehen, wenn Wind die Sonne unterstützt. Auch bei trockener Luft verdunstet das Wasser schneller. Dann verläuft das Abkühlen unseres Körpers durch Schwitzen besonders wirkungsvoll. Darum empfinden wir 30 Grad Celsius in trockener Luft erträglicher als weniger warme, aber feuchte Luft.

Kann Wasser aus dem gasförmigen Zustand wieder in den flüssigen übergehen? Natürlich: Du brauchst nur mit deiner feuchten, 37 Grad Celsius warmen Atemluft gegen eine Fensterscheibe zu hauen! Sofort bilden sich Wassertropfchen an der kalten Scheibe. Man sagt: Sie beschlägt.

Die Luft nimmt ständig und bei jeder Temperatur Wasserdampf auf. Aber immer nur eine bestimmte Menge. Ist diese erreicht, dann bezeichnet man die Luft als „gesättigt“. Wie viel Wasserdampf die Luft aufnehmen kann, hängt von ihrer Temperatur ab: Warme Luft kann mehr Wasserdampf aufnehmen, kalte weniger. Wenn mit Wasserdampf gesättigte Luft abgekühlt wird, muss

sie einen Teil des Wassers wieder abgeben. Der unsichtbare Wasserdampf geht nun vom gasförmigen in den flüssigen Zustand über. Es bilden sich Wassertropfchen – wir sagen, der Wasserdampf „kondensiert“. Die Temperatur, bei der dies geschieht, ist der Taupunkt.

Meere und Seen, Flüsse und Bäche, Pflanzen, Tiere und sogar der Erdboden verdunsten unaufhörlich Wasser. Tag für Tag steigen viele Millionen Liter Wasser in die Luft auf. Doch warum trocknet dann nicht alles aus?

Was beschleunigt die Verdunstung?

Was ist der Kreislauf des Wassers?

MACH MIT!



WO VERDUNSTET WASSER SCHNELLER?

Wir füllen zwei gleich große Teller bis zum Rand mit Wasser. Den einen stellen wir in die Sonne, den anderen in den Schatten. Das Wasser auf dem wärmeren Platz wird zuerst verschwunden sein – es verdunstet rascher. Das kommt daher, dass sich die Moleküle in einer warmen Flüssigkeit schneller und heftiger bewegen und dadurch leichter in die Luft gestoßen werden können.

Wenn mit Wasserdampf gesättigte Luft abkühlt, muss sie einen Teil des Dampfes wieder abgeben. Luft kühlt vor allem ab, wenn sie aufsteigt. Über den Ozeanen verdunsten ständig gewaltige Wassermengen. Als Wasserdampf steigen sie empor. Hoch oben, wo es kälter ist, kann die Luft die gespeicherte Feuchtigkeit nicht mehr halten – es bilden sich Wassertröpfchen. Die Wassertröpfchen können wir als Wolken sehen. Sie fallen schließlich als Regen, Schnee oder Hagel auf die Erde zurück. Das Wasser füllt die Seen, speist Bäche, Flüsse und Ströme und gelangt so wieder ins Meer. Dort verdunstet es erneut.

MACH MIT!

VERDUNSTUNG

Wenn du ein trockenes Glas an einem warmen Sommertag ins Gras stellst, bilden sich bald Wassertröpfchen in seinem Innern. Es sind Wassermoleküle, die von Gras und Erdboden verdunsten und sich an der Glasfläche niederschlagen.



FLÜSSE AM HIMMEL

In der Troposphäre fließen gewaltige Ströme von Wasserdampf. Ihr Transport vollzieht sich in bestimmten Bahnen oder „Flussbetten“. Wissenschaftler entdeckten fünf solcher Flüsse in der südlichen und vier bis fünf in der nördlichen Hemisphäre. Sie können mehr als 7 000 Kilometer lang und rund 700 Kilometer breit werden.

KONDENSATIONSKERNE

In trockener Luft enthält ein Kubikzentimeter Luft bis zu 100 000 Staubkörnchen und andere Kondensationskerne. Selbst nach einem erfrischenden Regen sinkt diese Zahl nur auf etwa 1 000.

Weil sie so mühelos am Himmel schweben, sagen viele Leute: Wolken bestehen aus Wasserdampf. Aber wenn das so wäre, könnten wir sie ja gar nicht sehen, denn Wasserdampf ist unsichtbar.

Woraus bestehen Wolken?

Wolken bestehen aus flüssigem oder auch aus „festem“ Wasser, aus feinen Wassertropfen nämlich oder aus Eiskristallen. Unvorstellbar viele solcher winzigen Tröpfchen oder Kristalle gehören zu einer Wolke. Rätselhaft scheint nur, dass diese Tropfen in der Luft schweben, ohne

herabzufallen. Ist Wasser nicht schwerer als Luft?

Reibung und Auftrieb sorgen dafür, dass die Tröpfchen am Himmel bleiben. Sehr kleine Körper haben eine im Vergleich zu ihrer Masse sehr große Oberfläche. Daher wird ihr Fall zur Erde durch den Luftwiderstand stark gebremst. Selbst bei unbewegter Luft fallen die Wassertröpfchen und Eiskristalle nur um etwa einen Zentimeter pro Sekunde. Kommen nun noch aufwärtsgerichtete Luftströmungen hinzu, so fallen sie praktisch überhaupt nicht; sie schweben.

So entstehen Wolken: Warme, wasserdampfreiche Luft steigt empor und kühlt sich ab. Der in ihr enthaltene Wasserdampf kondensiert zu Wassertröpfchen, die sich zu einer Wolke verdichten. Weil im Laufe des Tages immer mehr warme Luft aufsteigt, wächst die Wolke ständig an.



Ein Gewitter ist im Anzug. Wassertröpfchen haben sich zu dunklen Wolken verdichtet – bald wird der Himmel seine Schleusen öffnen.



WOLKEN VERSCHWINDEN
Wolken lösen sich wieder auf, wenn Luft so weit erwärmt wird, dass der in ihr enthaltene Wasserdampf die Sättigungsmenge unterschreitet. Dann ist die Luft wieder aufnahmefähig für Wasserdampf. Nun verdampfen die Wassertröpfchen der Wolken; sie gehen wieder in den gasförmigen, also unsichtbaren Zustand über. Wenn morgens Nebel über den Wiesen liegt, kann man das beobachten: Kaum steigt die Sonne und es wird wärmer, löst er sich rasch auf.

Eine Voraussetzung für die Wolkenbildung kennen wir schon: Warme, wasserdampfreiche Luft steigt in die Höhe und kühlt sich ab; der Wasserdampf kondensiert. Das klappt aber nur, wenn die Wassermoleküle etwas haben, woran sie sich günstig anlagern können: winzige, in der Luft schwebende Teilchen. Salzkristalle können das sein, Staubkörnchen oder auch Blütenstaub. Rund um solche Kondensationskerne, wie man diese Teilchen dann nennt, bilden sich schließlich kleine Wassertröpfchen. Ihr Durchmesser beträgt nur 3 bis 20 Tausendstelmillimeter! Ohne Kondensationskerne, in völlig sauberer Luft, könnten sich keine Wolken bilden.

Und wie steht es mit unserem Zimmer? Nehmen wir einmal an,

dort herrscht eine relative Luftfeuchtigkeit von 60 Prozent. Weiter angenommen, wir würden die Raumtemperatur von 20 Grad Celsius auf null Grad Celsius absenken. Dann wäre es plötzlich nicht nur sehr ungemütlich. Nach allem, was wir bisher wissen, wäre die Luft dann auch mit Wasserdampf übersättigt. Der überschüssige Wasserdampf verwandelt sich nun in Wassertröpfchen.

Zu einer Wolkenbildung käme es aber nicht, obwohl im Zimmer unzählige winzige Staubteilchen schweben: Die Wassertröpfchen würden sich zuerst an den Wänden und Schränken und überhaupt an allen Gegenständen unseres Zimmers niederschlagen. Solche riesigen Kondensationsflächen gibt es in der luftigen Höhe freilich nicht. Stattdessen schlagen sich die Wassertröpfchen dort an den schwebenden Staubteilchen nieder: Wolken entstehen.



Cirruswolken kommen in großer Höhe vor und bestehen aus Eiskristallen. Verdichten sie sich, steht schlechtes Wetter bevor.



Schäfchenwolken sind mittelhohe Wolken aus Eiskristallen und Regentropfen. Sie zeigen veränderliches Wetter an.

Was kündigen Wolken an?

Wolken sind die verlässlichsten Wetterboten. Es gibt sie in verschiedenen Formen, Größen und Höhen. Man beurteilt die Wolken danach, ob sie in Schichten (Stratus) vorkommen oder sich zu Haufen (Cumulus) ballen und wie hoch sie am Himmel stehen. Nach dem Höhenbereich, in dem die Wolken bevorzugt auftreten, unterscheidet man drei Wolkenfamilien:

Hohe Wolken liegen zwischen 6 und 14 Kilometer Höhe. Sie bestehen aus Eiskristallen und erscheinen zart und weiß. Verdichten sich diese sogenannten Cirruswolken, steht schlechtes Wetter bevor.

Mittelhohe Wolken treten zwischen 2 und 6 Kilometer Höhe auf. Sie sind eine Mischung aus Eiskristallen und Regentropfen. Zu ihnen gehören die Schäfchenwolken (Alto-

cumulus), die auf veränderliches Wetter deuten. Graue, streifige Schichtwolken (Altostratus) kündigen schlechtes Wetter an.

Reine Wasserwolken sind die tiefen Wolken. Sie kommen von Bodennähe bis in 2 Kilometer Höhe vor. Als gleichförmig graue Schichtwolken (Stratus) bringen sie oft leichten Regen. Stehen dagegen Haufenschichtwolken (Stratocumulus) am Himmel, bleibt das Wetter meistens schön.

Eine besondere Gruppe bilden die Wolken mit vertikaler Ausdehnung. Eindrucksvoll steht die blumenkohlartig aufquellende Schönwetter-Haufenwolke (Cumulus) am Himmel. Die dichten grauen Nimbostratuswolken dagegen sind ausgesprochene Regenwolken. Eine Gewitterwolke ist der mächtige, ambossförmige Cumulonimbus, der König der Wolken. Er kann bis in die höchsten Schichten der Troposphäre reichen.

WOLKENFARBEN

Wolken sehen meist weiß aus, weil sie das Sonnenlicht nicht brechen, sondern streuen. Dieses Streulicht hat die Farbe des (weißen) Sonnenlichts. Daher sind viele Wolken weiß. Oft ist der Himmel aber grau und bedeckt. Dann sind die Wolken so dicht, dass sie den Sonnenstrahlen den Weg versperren. Je dunkler die Wolken erscheinen, desto mehr Wassertröpfchen enthalten sie.

Stichwortverzeichnis

A
Abendrot 31
Alpen 15
Anemometer 16
Äquator 5, 9, 13, 14, 34, 35, 39, 42
Atmosphäre
 Zusammensetzung 6
 Stockwerke 5
Azorenhoch 37

B
Barometer 7, 8, 41
Bauernregeln 45
Beaufort, Francis 16
Beaufort-Skala 16
Blitz 28–30
Blitzableiter 30
Blizzard 17
Bora 17

C
Celsius-Skala 10
Chinook 17
Coriolisbeschleunigung 14

D
Deutscher Wetterdienst 42, 43
Donner 28, 29

E
Eisheilige 45
Eiskristalle 20, 22, 24–26, 29
Eiszeiten 45–47
El Niño 39
Erdrotation 14, 44

F
Fahrenheit-Skala 10
Fallwinde 15, 17
Faradayscher Käfig 30
Fluorchlorkohlenwasserstoffe (FCKW) 46, 47
Föhn 15
Franklin, Benjamin 29, 30

G
Gefühlte Temperatur 11
Gewitter 21, 28–30, 35, 36, 40
Gewitterwolke 18, 22, 25, 33, 44

Golfstrom 38, 39
Graupel 24
Großwetterlage 37

H
Hagel 20, 24, 25, 42
Hagelkorn 25
Hochdruckgebiet 7, 13, 35, 37, 44
Höfe 45
Humboldtstrom 38, 39
Hurrikan 12, 32, 33, 40, 43
Hurrikanwarnung 40, 43
Hygrometer 26, 27

I
Inlandtieftief 37, 44
Isobaren 44

J
Jahreszeiten 9, 14, 34, 37, 38
Jet streams 15

K
Kalmen 13, 14, 35
Kaltfront 36, 44
Klima 34, 35, 37–39, 45, 47
Klimaveränderungen 45–47
Klimazonen 34, 35
Kohlendioxid 5, 6, 46, 47
Kondensation 19, 20, 21, 26
Kondensationskerne 20, 21, 42
Kontinentalklima (siehe Landklima)

L
Landklima 38
Landregen 36
Landwind 13
Lostage 45
Luftdichte 7
Luftdruck 7, 8, 14, 15, 35, 37, 41, 43, 44
Luftfeuchtigkeit 7, 11, 17–19, 21, 26–28, 36, 41
Lufthülle (siehe Atmosphäre)
Luftspiegelung 32

M
Meeresströmungen 34, 38, 39
Mercur 5
Meteorologie 40, 41
Methan 46
Mistral 17
Monsun 14, 15
Morgenrot 31

N
Nebel 5, 21, 23, 26, 40
Niederschlag 15, 19, 24, 27, 35, 36, 44, 47

O
Okklusion 36, 44
Ozon 47
Ozonschicht 5, 47

P
Passatwinde 13, 14, 17, 39
Polarlicht 5, 31
Polarluft 36, 37
Pole 5, 9, 13, 14, 31, 35, 46, 47
Psychrometer 26, 27

Q
Quecksilber 7, 8, 11

R
Radiosonden 41, 43
Raueis 26
Regen
 Entstehung 24
 Messung 27
Regen-Rekorde 26
Regenbogen 30, 31
Reif 24, 26
Rosbreiten 13, 14, 35, 37

S
Schäufchenwolken (siehe Wolkenformen)
Schirokko 17
Schnee 4, 15, 18, 20, 24, 25, 37
Schneearten 25
Seewind 13
Segelschiff 12, 14, 17
Sprühregen 24
Stadtklima 35
Strahlströme 15, 16

T
Tau 24, 26
Thermograf 11
Thermometer 10, 11, 26, 27, 41
Tiefdruckgebiet 7, 13, 35–37, 44
Tornado 12, 33
Toricelli, Evangelista 7, 8
Treibhauseffekt 46
Treibhausgas 46
Tropikluft 36
Troposphäre 5, 8, 20, 22, 42
Turm der Winde 12

U
Ultraviolette Strahlung 5, 47
Unwetterwarnung 40

V
Venus 5
Verdunstung 11, 18–20, 26, 27, 33, 38

W
Warmfront 36, 44
Wasserhose 33
Westwinddrift 13
Wetterballon 41
Wetterbeeinflussung 42
Wetterbeobachtung 40–43, 45
Wetterfronten 36
Wetterhahn 16
Wetterkarte 41, 44
Wettersatellit 41, 42
Wetterstation 8, 40–42
Wettervorhersage 40–44
Wetterwarndienst 40
Wind
 Ablenkung 14
 Entstehung 12, 13
Windfahne 16
Windpark 17
Windrekorde 13
Windrichtung 16
Windsack 16
Windstärke 11, 16
Windzonen 13
Wolken
 Entstehung 20, 21
Wolkenfarben 22
Wolkenformen 22