GANZ EINFACH

Wetter verstehen

Wolken, Wetterkarten und Vorhersagen



Danilo Sieren

G A N Z E I N F A C H

Band 81

Wetter verstehen

Wolken, Wetterkarten und Vorhersagen

Danilo Sieren

GANZ EINFACH

Die Reihe GANZ EINFACH erklärt Technik und Alltagsthemen so, wie es eine gute Freundin oder ein guter Freund am Küchentisch tun würde: geduldig, ehrlich und mit vielen Beispielen. Jeder Band steht für sich, und wo ein anderer Band ein Thema vertieft, steht ein Hinweis im Text.

Impressum und Hinweise zur Entstehung stehen auf der letzten Seite dieses Buches.

Vorwort

Über kaum etwas reden Menschen so oft wie über das Wetter. Es entscheidet, ob wir den Schirm mitnehmen, ob das Grillfest stattfindet, ob die Ernte gelingt, ob der Keller trocken bleibt. Und doch verstehen die wenigsten, was da über ihren Köpfen geschieht. Warum ist es im Tief bewölkt und im Hoch sonnig? Was bedeutet eine Regenwahrscheinlichkeit von 60 Prozent? Warum stimmt die Vorhersage für morgen fast immer, die für übermorgen in zehn Tagen aber selten? Und was hat der Hitzesommer 2026 mit dem Klimawandel zu tun?

Dieses Buch erklärt das Wetter von Grund auf. Es beginnt mit der Atmosphäre, der Sonne und den Grundgrößen Temperatur, Luftdruck, Wind und Feuchte. Es zeigt, wie Wolken entstehen und wie man sie erkennt, wie Regen, Schnee und Hagel fallen, wie Hochs und Tiefs, Luftmassen und Fronten das Wetter in Mitteleuropa prägen. Es führt durch Wetterkarten, Messnetze, Wettermodelle und Vorhersagen und erklärt, wie man Warnungen richtig liest. Es behandelt Gewitter, Stürme, Starkregen, Hitze, Dürre und Glätte, das Wetter in Bergen, Städten und an der Küste, die Wirkung auf die Gesundheit und die alten Bauernregeln. Und es ordnet ein, was der Klimawandel für das Wetter in Deutschland bedeutet.

Für dieses Buch brauchst du keine Vorkenntnisse in Physik. Wo Zahlen und Diagramme vorkommen, werden sie Schritt für Schritt erklärt. Wer beim Lesen von Grafiken und Statistiken sicherer werden möchte, findet im Band »Zahlen verstehen« eine Einführung.

Die Zahlen und Beispiele stammen aus den Jahren 2025 und 2026, einem Zeitraum voller Wetterereignisse: einer historischen Frühjahrstrockenheit, dem zweitwärmsten Sommer seit Beginn der Aufzeichnungen mit einem neuen deutschen Hitzerekord, Waldbränden, Gewittern und einem goldenen, dann stürmischen Oktober. Die Grundlagen aber gelten für jedes Jahr. Wer sie verstanden hat, schaut anders zum Himmel und anders auf die Wetter-App.

Danilo Sieren, Dortmund, im November 2026

So arbeitest du mit diesem Buch

Das Buch ist in fünf Teile gegliedert.

Die Kapitel 1 bis 7 legen die Grundlagen: was Wetter und Klima unterscheidet, wie die Atmosphäre aufgebaut ist, wie Sonne, Temperatur, Luftdruck, Wind und Feuchte zusammenwirken und wie Wolken und Niederschlag entstehen. Die Kapitel 8 bis 12 erklären die großen Zusammenhänge: Luftmassen und Fronten, Hochs und Tiefs, Großwetterlagen, Wetterkarten und lokale Winde. Die Kapitel 13 bis 16 widmen sich dem extremen Wetter: Gewitter, Unwetter, Hitze, Dürre und Winterwetter. Die Kapitel 17 bis 22 zeigen, wie Wetter gemessen, berechnet, vorhergesagt und gewarnt wird, wie es auf die Gesundheit wirkt und wie man es selbst beobachtet. Die Kapitel 23 bis 28 behandeln Wetterzeichen, Wetter in der Freizeit, den Klimawandel, globale Zusammenhänge und ziehen eine Bilanz.

Wer schnell einen Überblick will, liest die Kapitel 1, 6, 9, 11 und 19. Wer vor allem verstehen will, wie man sich vor Unwettern schützt, beginnt mit den Kapiteln 13, 14 und 20.

Die Bausteine jedes Kapitels

Jedes Kapitel beginnt mit einer Erklärung in normaler Sprache. Tabellen fassen Begriffe, Werte und Beispiele zusammen. Kästen mit der Überschrift **Vertiefung** erklären Hintergründe aus Meteorologie und Physik. **Achtung**-Kästen warnen vor Gefahren und typischen Irrtümern. **Tipp**-Kästen enthalten Kniffe aus der Praxis. In den **Lernprojekt**-Kästen begleitest du Sabine und Uwe Lorenz, die östlich von Magdeburg eine kleine Gärtnerei mit Hofladen betreiben, ihre Tochter Lisa und ihren Nachbarn Karl-Heinz Pohl, der seit über vierzig Jahren ein Wetterbuch führt.

In der **Werkstatt** setzt du das Gelernte um, meist mit Blick zum Himmel oder auf echte Wetterdaten. Am Ende jedes Kapitels beantworte ich **Häufige Fragen** und fasse in **Kurz gesagt** das Wichtigste zusammen. Im Anhang findest du ein Glossar, eine Wolkenübersicht, die Beaufort-Skala, die Warnstufen des Deutschen Wetterdienstes, eine Übersicht über Wetter-Rekorde in Deutschland, Checklisten für Unwetter und Hitze, eine Vorlage für ein Wettertagebuch, Fragen zum Selbsttest und einen Spickzettel.

Zu den Zahlen in diesem Buch

Wetter- und Klimadaten werden laufend fortgeschrieben, und vorläufige Werte werden oft nachträglich leicht korrigiert. Die Angaben in diesem Buch entsprechen dem Stand vom November 2026. Temperaturen stehen in Grad Celsius, Niederschlagsmengen in Litern pro Quadratmeter, was einer Höhe von einem Millimeter entspricht, Luftdruck in Hektopascal. Für aktuelle Werte und Warnungen sind die Angebote des Deutschen Wetterdienstes maßgeblich.

> **ACHTUNG** **Warnungen gehen vor**
>
> Dieses Buch hilft, Wetter und Warnungen zu verstehen. Es ersetzt aber keine aktuelle Warnung. Wenn der Deutsche Wetterdienst vor Unwetter, Hitze oder Glätte warnt, oder wenn Behörden zu Schutzmaßnahmen auffordern, gelten diese Hinweise. Kapitel 20 erklärt, wie man Warnungen zuverlässig erhält und richtig einordnet.

Inhalt

Vorwort 3
So arbeitest du mit diesem Buch 4
Wetter, Witterung und Klima 9
Die Atmosphäre 17
Sonne, Strahlung und Temperatur 25
Luftdruck und Wind 32
Wasser in der Luft 40
Wolken erkennen 48
Regen, Schnee und Hagel 56
Luftmassen und Fronten 64
Hochs und Tiefs 72
Großwetterlagen 79
Wetterkarten lesen 86
Lokale Winde, Berge, Küsten und Städte 94
Gewitter 101
Unwetter: Sturm, Starkregen, Hagel und Tornados 109
Hitze und Dürre 117
Winterwetter: Schnee, Frost und Glätte 125
Wie Wetter gemessen wird 132
Wettermodelle 140
Wettervorhersagen richtig lesen 148
Wetterwarnungen 155
Wetter und Gesundheit 162
Wetter selbst beobachten 169
Wetterzeichen und Bauernregeln 177
Wetter in Freizeit und Alltag 185
Klima und Treibhauseffekt 192
Klimawandel in Deutschland 200
Globale Zusammenhänge: El Niño, Jetstream und Meeresströmungen 207
Wetter verstehen: eine Bilanz 215
Glossar 222
Die zehn Wolkengattungen 225
Die Beaufort-Skala 226
Warnstufen des Deutschen Wetterdienstes 227
Wetterrekorde in Deutschland 228
Checkliste Unwetter 229
Checkliste Hitze 230
Vorlage für ein Wettertagebuch 231

Fragen zum Selbsttest 232
Spickzettel 234
Nachwort 235
Quellen und weiterführende Links 236
Ausführliches Inhaltsverzeichnis 238
Stichwortverzeichnis 249
Impressum 253

KAPITEL 1

Wetter, Witterung und Klima

Wetter ist das, was gerade draußen passiert: Sonne, Regen, Wind, Kälte. Klima ist das, was man über viele Jahre erwarten kann. Zwischen beiden liegt die Witterung, der Charakter einiger Tage oder Wochen. Diese Unterscheidung klingt akademisch, ist aber für fast jede Diskussion über das Wetter entscheidend. Ein kalter Wintertag widerlegt den Klimawandel so wenig, wie ein heißer Sommertag ihn beweist. Dieses Kapitel klärt die Grundbegriffe, stellt die wichtigsten Wettergrößen vor und zeigt, warum das Wetter so schwer vorherzusagen und doch so gut zu verstehen ist.

Drei Zeitskalen

Meteorologen unterscheiden drei Begriffe, die im Alltag oft durcheinandergehen.

Begriff	Zeitraum	Beispiel
Wetter	Minuten bis wenige Tage	heute Nachmittag Gewitter, morgen sonnig
Witterung	einige Tage bis wenige Wochen	eine zehntägige Hitzewelle, ein nasser Herbstmonat
Klima	mindestens 30 Jahre	im Mittel 9,3 Grad Jahrestemperatur in Deutschland im Zeitraum 1991 bis 2020

Das Klima ist die Statistik des Wetters. Es beschreibt nicht nur Mittelwerte, sondern auch Schwankungen und Extreme: Wie oft gibt es Frost? Wie viele Tage mit über 30 Grad sind normal? Wie häufig fällt mehr als 50 Liter Regen an einem Tag? Die Weltorganisation für Meteorologie legt dafür 30-jährige Referenzzeiträume fest. Der aktuelle Vergleichszeitraum ist 1991 bis 2020. Für langfristige Vergleiche wird zusätzlich der ältere Zeitraum 1961 bis 1990 verwendet.

Ein bekannter Merksatz lautet: Klima ist, was man erwartet, Wetter ist, was man bekommt.

Die Wettergrößen

Das Wetter lässt sich mit einer Handvoll Messgrößen beschreiben. Sie hängen eng miteinander zusammen.

Größe	Einheit	Messgerät
Lufttemperatur	Grad Celsius	Thermometer in zwei Metern Höhe, im Schatten
Luftdruck	Hektopascal	Barometer
Luftfeuchte	Prozent relativ, Taupunkt in Grad	Hygrometer
Wind	Richtung in Grad, Geschwindigkeit in km/h, m/s oder Knoten	Windfahne, Anemometer
Niederschlag	Liter pro Quadratmeter oder Millimeter	Niederschlagsmesser
Bewölkung	Achtel des Himmels	Augenbeobachtung, Ceilometer
Sonnenscheindauer	Stunden	Sonnenscheinautograph, Sensor
Sicht	Meter oder Kilometer	Sichtweitenmesser

Ein Liter Regen pro Quadratmeter entspricht einer Wasserhöhe von einem Millimeter. Ein kräftiger Schauer bringt oft fünf bis zehn Liter, ein Unwetter mit Starkregen 40 Liter und mehr in einer Stunde. Der Jahresniederschlag in Deutschland liegt im Mittel bei rund 790 Litern pro Quadratmeter, schwankt aber regional zwischen etwa 450 Litern im Regenschatten des Harzes und über 2 000 Litern am Alpenrand.



Wetter, Witterung und Klima: Drei Zeitskalen von Minuten bis Jahrzehnten.

Warum das Wetter so wechselhaft ist

Deutschland liegt in den mittleren Breiten, im Übergangsbereich zwischen kalter Polarluft im Norden und warmer subtropischer Luft im Süden. An der Grenze dieser Luftmassen entstehen ständig Tiefdruckgebiete, die von Westen nach Osten ziehen. Zugleich liegt Deutschland zwischen dem Atlantik, der ausgleichend wirkt, und dem großen Kontinent im Osten, der im Sommer heiße und im Winter kalte Luft liefern kann.

Einfluss	Wirkung auf das Wetter in Deutschland
Westwindzone	Tiefs ziehen meist von West nach Ost, das Wetter wechselt oft
Atlantik	milde Winter und kühle Sommer, viel Feuchtigkeit
Kontinent im Osten	heiße Sommer, kalte Winter, wenn Ostwind weht
Alpen	Föhn, Staueffekte, Gewitter
Nord- und Ostsee	milde Küsten, Wind, Seenebel

Deshalb gibt es in Deutschland selten wochenlang dasselbe Wetter. Bleibt eine Wetterlage aber doch einmal hängen, etwa ein Hoch über Skandinavien, kann es lange trocken oder lange nass werden. Solche festgefahrenen Lagen sind oft der Hintergrund von Hitzewellen, Dürren und Hochwassern.

VERTIEFUNG Der Schmetterlingseffekt

Der amerikanische Meteorologe Edward Lorenz entdeckte 1961 eher zufällig, dass winzige Unterschiede in den Ausgangsdaten eines Wettermodells nach einigen Tagen zu völlig verschiedenen Ergebnissen führen können. Er hatte eine Rechnung mit einer gerundeten Zahl wiederholt und erhielt ein ganz anderes Wetter. Später fasste er die Erkenntnis in die Frage, ob der Flügelschlag eines Schmetterlings in Brasilien einen Tornado in Texas auslösen könne. Gemeint ist nicht, dass Schmetterlinge Stürme machen, sondern dass die Atmosphäre ein chaotisches System ist: Kleine Unsicherheiten wachsen mit der Zeit an. Deshalb haben Wettervorhersagen eine natürliche Grenze von etwa zwei Wochen, wie Kapitel 18 erklärt.

Wetter und Klima verwechseln

Viele Missverständnisse entstehen, weil Wetter und Klima vermischt werden.

Aussage	Einordnung
»Heute ist es kalt, also gibt es keinen Klimawandel.«	ein einzelner Tag sagt nichts über das Klima
»Dieser Sommer war heiß, das ist der Klimawandel.«	ein einzelner Sommer ist Wetter; aber die Häufung heißer Sommer ist ein Klimasignal
»Früher hatten wir immer weiße Weihnachten.«	die Erinnerung trügt oft; weiße Weihnachten waren im Flachland auch früher selten
»Das Wetter spielt verrückt.«	Wetter war immer wechselhaft, aber manche Extreme werden häufiger

Ob ein bestimmtes Ereignis mit dem Klimawandel zusammenhängt, lässt sich heute mit sogenannten Attributionsstudien untersuchen. Sie vergleichen, wie wahrscheinlich ein Ereignis im heutigen Klima ist und wie wahrscheinlich es in einem Klima ohne menschengemachte Erwärmung gewesen wäre. Kapitel 26 erklärt, was solche Studien für die Hitzewelle im Juni 2026 ergeben haben.

ACHTUNG Die trügerische Erinnerung

Unser Gedächtnis für Wetter ist unzuverlässig. Besonders eindrucksvolle Ereignisse bleiben haften, gewöhnliche Tage verschwinden. Viele Menschen erinnern sich an die schneereichen Winter ihrer Kindheit, aber nicht an die grünen. Klimaforscher sprechen auch davon, dass sich unser Gefühl für »normal« verschiebt: Was vor zwanzig Jahren ein außergewöhnlich warmer Sommer war, empfinden viele heute als gewöhnlich. Messreihen sind deshalb verlässlicher als Erinnerungen.

Der Deutsche Wetterdienst

Der Deutsche Wetterdienst, kurz DWD, ist der nationale meteorologische Dienst Deutschlands. Er hat seinen Sitz in Offenbach am Main und ist eine Bundesoberbehörde. Sein gesetzlicher Auftrag umfasst unter anderem die Wettervorhersage, die amtlichen Unwetterwarnungen, die Klimaüberwachung und die Beratung von Luftfahrt und Seefahrt.

Aufgabe	Beispiele
Beobachtung	rund 2 000 Messstationen, Wetterradar, Radiosonden
Vorhersage	Wettermodelle, Vorhersagen für Regionen und Orte

Aufgabe	Beispiele
Warnung	amtliche Warnungen vor Gewitter, Sturm, Starkregen, Hitze, Glätte
Klima	Überwachung, Klimaberichte, Klimaprojektionen
Fachdienste	Luftfahrt, Seeschifffahrt, Landwirtschaft, Medizin-Meteorologie
Information	WarnWetter-App, Internetseiten, offene Daten

Daneben gibt es private Wetterdienste, die Vorhersagen für Medien, Apps und Unternehmen erstellen. Sie nutzen oft die Daten und Modelle des DWD und anderer Wetterdienste, die seit einigen Jahren größtenteils frei verfügbar sind. Amtliche Unwetterwarnungen gibt in Deutschland aber nur der DWD heraus.

LERNPROJEKT Das Wetterbuch von nebenan

Sabine Lorenz, 52, und ihr Mann Uwe, 55, betreiben im Jerichower Land östlich von Magdeburg eine kleine Gärtnerei mit Gemüse, Kräutern, Jungpflanzen und einem Hofladen. Ihre Tochter Lisa, 22, studiert in Halle Geographie. Im November 2025 sitzt Sabine bei ihrem Nachbarn Karl-Heinz Pohl, 71, in der Küche. Karl-Heinz war vierzig Jahre lang Landmaschinenschlosser und hat seit 1985 jeden Morgen um sieben Uhr Temperatur, Niederschlag und Bewölkung in ein Heft geschrieben, viele Jahre auch für das Messnetz des Wetterdienstes. Auf dem Küchenregal stehen 41 Hefte. Sabine hat ein Problem: Die Sommer werden heißer und trockener, die Bewässerung teurer, und die Wetter-Apps auf ihrem Handy widersprechen sich ständig. »Ich will verstehen, was da passiert«, sagt sie. »Nicht nur gucken, ob es morgen regnet.« Karl-Heinz schiebt ihr das erste Heft von 1985 über den Tisch. »Dann fangen wir vorne an.« Lisa verspricht, aus dem Studium zu helfen. Uwe, der bei der Freiwilligen Feuerwehr ist, interessiert vor allem eins: Wann wird es gefährlich?

Wetter beobachten lernen

Wetter versteht man am besten, wenn man es regelmäßig bewusst beobachtet. Dazu braucht es keine Messgeräte, nur Aufmerksamkeit.

Beobachtung	worauf achten
Himmel	Wolkenarten, Bedeckung, Zugrichtung der Wolken
Wind	Richtung, Stärke, Böen

Beobachtung	worauf achten
Temperatur	gefühlt warm, kalt, schwül
Sicht	klar, dunstig, neblig
Niederschlag	Art, Dauer, Stärke
Veränderung	was hat sich seit gestern geändert?

Wer jeden Tag zur gleichen Zeit kurz notiert, wie das Wetter ist, lernt schnell Zusammenhänge erkennen: Auf welche Wolken folgt Regen? Wie fühlt sich die Luft vor einem Gewitter an? Wann ist es nachts besonders kalt? Kapitel 22 zeigt, wie man das zu einer eigenen kleinen Wetterstation ausbauen kann.

Wetterberichte früher und heute

Die ersten Wetterkarten entstanden im 19. Jahrhundert, als der Telegraf es erstmals erlaubte, Beobachtungen von vielen Orten am selben Tag zu sammeln. In Deutschland gab die Deutsche Seewarte in Hamburg ab 1876 tägliche Wetterberichte heraus.

Zeit	Entwicklung
um 1850	Telegrafennetze ermöglichen gleichzeitige Beobachtungen
1876	tägliche Wetterberichte der Deutschen Seewarte
1924	erste Wettervorhersagen im Rundfunk in Deutschland
1952	erste Wetterkarte im deutschen Fernsehen
1960	erster Wettersatellit, Tiros 1
um 1990	Computermodelle bestimmen die Vorhersage
seit 2010	Wetter-Apps werden zur wichtigsten Informationsquelle

Lange wurden Vorhersagen vor allem für die Seefahrt und die Landwirtschaft gemacht. Ein Sturm, der rechtzeitig angekündigt wurde, konnte Schiffe und Leben retten. Heute ist die Wettervorhersage eine alltägliche Selbstverständlichkeit. Hinter ihr steht ein weltweites Netz von Beobachtungen, Rechenzentren und Fachleuten, das es in dieser Form erst seit wenigen Jahrzehnten gibt.

Die Fernsehwettervorhersage hat in Deutschland eine eigene Tradition. Die Wetterkarte nach den Abendnachrichten gehört für viele

Menschen seit Jahrzehnten zum Feierabend, und manche Wettermoderatoren wurden zu bekannten Persönlichkeiten.

Wetterberufe

Rund um das Wetter gibt es mehr Berufe, als viele vermuten. Nicht alle setzen ein Studium der Meteorologie voraus.

Beruf	Tätigkeit	Weg dorthin
Meteorologin, Meteorologe	Vorhersage, Forschung, Beratung	Studium der Meteorologie oder Physik
Wetterberaterin für die Luftfahrt	Flugwetter, Briefings	Studium, spezielle Ausbildung beim DWD
Wetterbeobachter, Wettertechnikerin	Messgeräte, Beobachtung, Wartung	Ausbildung beim Deutschen Wetterdienst
Klimaforscherin	Klimamodelle, Klimageschichte	Studium und Promotion
Wettermoderator	Wetterbericht im Fernsehen und Radio	oft Meteorologiestudium, teils Quereinstieg
Hydrologin	Abflüsse, Hochwasservorhersage	Studium der Hydrologie oder Geographie

Der Deutsche Wetterdienst bildet in seinen eigenen Einrichtungen Nachwuchs für den mittleren und gehobenen Dienst aus. Daneben arbeiten Meteorologinnen und Meteorologen bei privaten Wetterdiensten, Energieversorgern, Versicherungen, Rückversicherern und in der Landwirtschaft.

Gerade die Energiewirtschaft braucht immer mehr Fachleute, die Wind und Sonne für die kommenden Stunden und Tage genau abschätzen können.

Werkstatt: Eine Woche Wetter

1. Notiere eine Woche lang jeden Morgen und jeden Abend Temperatur, Bewölkung, Wind und Niederschlag nach eigenem Eindruck.
2. Vergleiche deine Notizen mit den Messwerten der nächsten Station des Deutschen Wetterdienstes.
3. Schreibe auf, welche Tage du als »normal« und welche als »ungewöhnlich« empfunden hast.

4. Schlage die Mittelwerte für deinen Wohnort im Vergleichszeitraum 1991 bis 2020 nach.
5. Prüfe, ob deine Einschätzung »ungewöhnlich« mit den Mittelwerten übereinstimmt.
6. Formuliere für jeden Tag einen Satz, ob es sich um Wetter, Witterung oder ein Klimasignal handelt.

Häufige Fragen

Warum wird das Klima über 30 Jahre bestimmt? Weil das Wetter von Jahr zu Jahr stark schwankt. Erst über einen langen Zeitraum mitteln sich zufällige Schwankungen heraus, und es bleibt ein stabiles Bild des Typischen. Die Länge von 30 Jahren ist eine Vereinbarung der Weltorganisation für Meteorologie.

Ist das Wetter heute extremer als früher? Manche Extreme haben deutlich zugenommen, vor allem Hitze und Starkregen. Andere, etwa Kälteextreme, sind seltener geworden. Bei Stürmen ist der Trend in Deutschland weniger eindeutig.

Woher kommen die Daten in meiner Wetter-App? Meist aus Wettermodellen großer Wetterdienste, oft dem Deutschen Wetterdienst oder dem Europäischen Zentrum für mittelfristige Wettervorhersage, die der App-Anbieter verarbeitet. Kapitel 19 erklärt, warum Apps sich widersprechen.

Gibt es ein »normales« Wetter? Statistisch ja: das Klimamittel. Praktisch ist fast kein Tag genau durchschnittlich. Abweichungen sind die Regel, nicht die Ausnahme.

> **KURZ GESAGT** **Das Wichtigste aus Kapitel 1**
>
> Wetter beschreibt den aktuellen Zustand der Atmosphäre, Witterung den Charakter einiger Tage oder Wochen, Klima die Statistik über mindestens 30 Jahre. Die wichtigsten Wettergrößen sind Temperatur, Luftdruck, Feuchte, Wind, Niederschlag, Bewölkung und Sonnenschein. Deutschland liegt in der Westwindzone zwischen Atlantik und Kontinent, deshalb ist das Wetter wechselhaft. Die Atmosphäre ist ein chaotisches System, was Vorhersagen begrenzt. Amtliche Unwetterwarnungen gibt in Deutschland der Deutsche Wetterdienst heraus.

KAPITEL 2

Die Atmosphäre

Die Atmosphäre ist eine dünne Hülle aus Gasen, die die Erde umgibt. Im Verhältnis zur Erdkugel ist sie so dünn wie die Schale eines Apfels. Und doch spielt sich in ihr alles Wetter ab, sie schützt uns vor gefährlicher Strahlung und hält die Erde warm genug für Leben. Dieses Kapitel beschreibt, woraus die Luft besteht, wie die Atmosphäre in Schichten aufgebaut ist, was Luftdruck bedeutet und warum es auf Bergen kälter ist als im Tal.

Woraus Luft besteht

Trockene Luft ist ein Gemisch aus mehreren Gasen. Ihre Zusammensetzung ist in den unteren 80 Kilometern der Atmosphäre fast überall gleich.

Gas	Anteil an trockener Luft	Bedeutung
Stickstoff	etwa 78 Prozent	reaktionsträge, Hauptbestandteil
Sauerstoff	etwa 21 Prozent	Atmung, Verbrennung
Argon	knapp 1 Prozent	Edelgas
Kohlendioxid	etwa 0,04 Prozent, über 420 ppm	wichtigstes langlebiges Treibhausgas
Spurengase	sehr gering	Methan, Lachgas, Ozon und andere

Dazu kommt Wasserdampf, dessen Anteil stark schwankt: von fast null in sehr kalter Luft bis zu etwa vier Prozent in feuchtwarmer Tropenluft. Wasserdampf ist für das Wetter das wichtigste Gas, denn aus ihm entstehen Wolken und Niederschlag. Er ist auch das stärkste Treibhausgas, seine Menge hängt aber von der Temperatur ab, nicht direkt vom Menschen.

Die Abkürzung ppm bedeutet »parts per million«, also Teile pro Million. Ein Anteil von 420 ppm Kohlendioxid heißt, dass unter einer Million Luftmolekülen etwa 420 Kohlendioxidmoleküle sind. Vor Beginn der Industrialisierung waren es etwa 280.

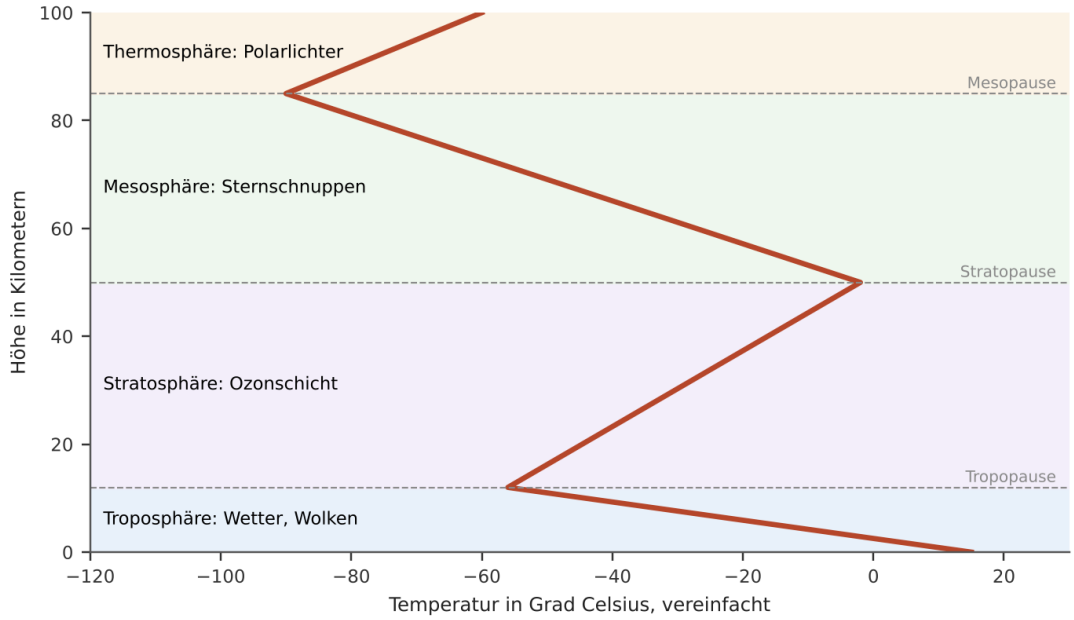
Die Stockwerke der Atmosphäre

Die Atmosphäre wird nach dem Verlauf der Temperatur in Schichten eingeteilt.

Schicht	Höhe über Mitteleuropa, ungefähr	Temperaturverlauf	Besonderheiten
Troposphäre	bis 11 bis 13 Kilometer	nimmt mit der Höhe ab	gesamtes Wetter, Wolken, 80 Prozent der Luftmasse
Stratosphäre	bis etwa 50 Kilometer	nimmt wieder zu	Ozonschicht
Mesosphäre	bis etwa 85 Kilometer	nimmt ab	Sternschnuppen verglühen, leuchtende Nachtwolken
Thermosphäre	darüber	steigt stark an	Polarlichter, Raumstation

Die Grenze zwischen Troposphäre und Stratosphäre heißt Tropopause. Sie liegt über den Polen bei etwa acht Kilometern, über dem Äquator bei etwa 16 bis 18 Kilometern und über Deutschland meist bei 10 bis 13 Kilometern. Gewitterwolken wachsen manchmal bis an die Tropopause und breiten sich dann seitlich aus. So entsteht der typische Amboss.

Verkehrsflugzeuge fliegen meist in 10 bis 12 Kilometern Höhe, also nahe der Tropopause. Dort ist die Luft ruhiger, dünner und der Treibstoffverbrauch geringer.



Der Aufbau der Atmosphäre: Das Wetter spielt sich in der Troposphäre ab, darüber liegen Stratosphäre mit Ozonschicht, Mesosphäre und Thermosphäre.

Luftdruck

Luft hat Gewicht. Eine Säule aus Luft über einem Quadratmeter Boden wiegt auf Meereshöhe etwa zehn Tonnen. Dieses Gewicht drückt auf alles, was sich darunter befindet. Man nennt diesen Druck Luftdruck.

Angabe	Wert
mittlerer Luftdruck auf Meereshöhe	1 013,25 Hektopascal
kräftiges Hoch	1 030 bis 1 050 Hektopascal
kräftiges Tief	960 bis 980 Hektopascal
Orkantief über dem Atlantik	unter 950 Hektopascal
Zugspitze, knapp 3 000 Meter	etwa 700 Hektopascal
Reiseflughöhe, 11 Kilometer	etwa 230 Hektopascal

Ein Hektopascal entspricht dem früher üblichen Millibar. Der Luftdruck nimmt mit der Höhe ab, in den unteren Kilometern um etwa ein Hektopascal pro acht Meter. In etwa fünfeinhalb Kilometern Höhe ist er nur noch halb so groß wie am Boden.

Damit man Luftdruckwerte von Stationen in verschiedenen Höhen vergleichen kann, rechnen Wetterdienste sie auf Meereshöhe um.

Auf Wetterkarten steht deshalb immer der auf Meereshöhe reduzierte Luftdruck. Ein Barometer zu Hause muss entsprechend eingestellt werden.

VERTIEFUNG Torricelli und das erste Barometer

Der italienische Physiker Evangelista Torricelli füllte 1643 ein einseitig verschlossenes Glasrohr mit Quecksilber und stellte es umgedreht in eine Schale. Das Quecksilber sank bis auf eine Höhe von etwa 76 Zentimetern und blieb dort stehen. Torricelli erkannte, dass das Gewicht der Luft auf die Schale die Quecksilbersäule trägt. Wenig später ließ Blaise Pascal ein solches Barometer auf einen Berg tragen und zeigte, dass die Säule dort niedriger stand. Damit war bewiesen, dass der Luftdruck mit der Höhe abnimmt. Die Einheit Pascal trägt seinen Namen. Quecksilberbarometer werden heute wegen der Giftigkeit des Metalls kaum noch verwendet.

Warum es oben kälter ist

Wer im Sommer auf einen Berg steigt, merkt es: Oben ist es kühler. In der Troposphäre nimmt die Temperatur im Mittel um etwa 0,65 Grad pro 100 Meter ab. Auf der Zugspitze ist es deshalb im Jahresmittel rund 14 Grad kälter als in München.

Der Grund ist, dass die Atmosphäre vor allem vom Boden aus erwärmt wird. Das Sonnenlicht geht größtenteils durch die Luft hindurch und erwärmt die Erdoberfläche. Diese gibt die Wärme an die Luft darüber ab. Zudem dehnt sich aufsteigende Luft aus, weil der Druck abnimmt, und kühlt dabei ab.

Vorgang	Temperaturänderung
trockene Luft steigt auf	kühlt um etwa 1 Grad pro 100 Meter ab
feuchte, gesättigte Luft steigt auf	kühlt um etwa 0,5 bis 0,7 Grad pro 100 Meter ab
Luft sinkt ab	erwärmt sich um etwa 1 Grad pro 100 Meter

Dass gesättigte Luft langsamer abkühlt, liegt an der Kondensation: Wenn Wasserdampf zu Tröpfchen wird, wird Wärme frei. Diese Unterschiede erklären viele Wettererscheinungen, vom Föhn bis zur Entstehung von Gewittern.