

1 *Vom Wetter zum Klima*

In diesem Kapitel erfahren Sie,

- was die Erdatmosphäre ist und was davon die Luft,
- was der Unterschied ist zwischen Wetter und Klima,
- welche Faktoren das Klima bestimmen.

Blick von oben

Von einem Raumschiff in 300 Kilometer Höhe sieht man mit bloßem Auge über der gekrümmten Horizontlinie der Erdkugel als königsblauen Saum die irdische Atmosphäre. Als er dieses wunderbare Bild zum ersten Mal sah, berichtet der deutsche Astronaut Ulf Merbold, sei er ein bißchen erschrocken darüber, wie hauchdünn diese Schicht ist, denn sie ist es, die als Schutzfilter vor tödlichen Strahlen aus dem Weltall das Leben auf der Erde erst möglich macht.

Atmosphäre

Ein durch die Anziehungskraft der Erde festgehaltenes Gemisch aus Gasen, dessen erdnächste und daher dichteste Schicht die Luft ist, die wir atmen, bildet die Atmosphäre. Sie ist zwischen 1000 und 3000 Kilometer dick, doch nur bis in eine Höhe von etwa 500 Kilometern ist das Schwerefeld der Erde stark genug, um die Gase zu halten. Jenseits dieser Grenze entweichen sie ins All.

Wettersphäre

Der hauchdünne Saum, von dem Ulf Merbold spricht, ist also lediglich der unterste, Troposphäre genannte Teil der Atmosphäre. Sie ist über dem Äquator ungefähr 18, über den Polen sogar nur etwa 7 Kilometer dick, verglichen mit der Größe der Erde also kaum dicker

als beim Apfel die Schale. Nur in ihr gibt es Dunst, Wolken sowie diverse Schwebstoffe und Mikroorganismen in ausreichender Konzentration, um das Licht für das menschliche Auge erkennbar zu reflektieren. Da sich in ihr die meisten Stürme und mit der Bewölkung verbundenen sichtbaren Wettervorgänge abspielen, bezeichnet man sie auch als «Wettersphäre».

Wetter

«Wetter» nennt man in der Meteorologie den kurzfristigen Zustand der Troposphäre an einem bestimmten Ort zu einer bestimmten Zeit. Es wird beschrieben durch Zustandsgrößen wie Temperatur, Sonnenstrahlung, Luftdruck, Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Bewölkung, Luftfeuchtigkeit, Sichtweite sowie Art und Menge von Niederschlägen. Diese Wetterelemente werden in weltweit verteilten Wetterstationen nach internationalen Standards beobachtet und gemessen. Die so gewonnenen Daten werden dann an zentrale Wetterdienste übermittelt und dort aus größeren Gebieten zusammengefaßt, um die aktuelle Wetterlage zu ermitteln und das Wetter für die nächste Zeit vorherzusagen. Großwetterlagen sind Wetterlagen über Großräumen wie Europa oder Ostasien. Der über einen Zeitraum von einigen Tagen beobachtete Wetterablauf heißt Witterung.

Klima

Das Wort «Klima» stammt aus dem Griechischen. Ursprünglich bezeichnete es die Neigung der Erde vom Äquator aus gegen die Pole, später dann die sich nach dem Grad dieser Neigung richtende Wärme oder Witterung.

Als «Klima» bezeichnet man heute im Gegensatz zum Wetter den charakteristischen Ablauf des Wetters an einem Ort oder in einem bestimmten geographischen Raum über lange bis sehr lange Zeiträume hinweg, mindestens aber über Jahrzehnte. Dabei ist unter Klima nicht einfach eine Art «durchschnittliche» Witterung zu verstehen, denn es schließt nicht nur die Mittelwerte der Wetterelemente ein, sondern auch die Häufigkeit von Extremen und ihre Ver-

änderlichkeit. Es berücksichtigt also auch kleinere und größere Schwankungen im Verlauf von Jahrzehnten, Jahrhunderten, ja sogar Jahrtausenden (Klimavariabilität). Klima ist somit zeitabhängig und gilt folglich immer nur für bestimmte, genau definierte Zeiträume. Für die standardisierte Auswertung weltweit erhobener Klimadaten zur Berechnung der Klimaelemente hat die Weltorganisation für Meteorologie jeweils dreißigjährige Beobachtungszeiträume festgelegt, sogenannte Normal- oder Standardperioden. Es sind dies die Zeiträume von 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990 usw. Gegenwärtig befinden wir uns somit in der Normalperiode von 1991 bis 2020. Diese Festlegung dient der besseren Vergleichbarkeit klimatologischer Daten und bietet die Grundlage für globale Klimakarten, die in Weltklimaatlantanten zusammengeführt werden. Allerdings ist diese Standardisierung nicht starr. Je nach den Erfordernissen bestimmter klimatologischer Forschungsziele werden auch kürzere oder längere Perioden festgelegt. Die Klimaelemente, deren sich die Klimatologie dabei bedient, sind im wesentlichen die gleichen wie die Wetterelemente der Wetterforschung, allerdings über längere Zeiträume beobachtet und beurteilt.

Klimafaktoren

Anders als die zur Beschreibung unterschiedlicher Klimata herangezogenen Klimaelemente dienen die Klimafaktoren der Erklärung der Klimaphänomene. Zu ihnen zählt eine Fülle von weltweit wirkenden Klimamachern wie Erddrehung und Sonnenstrahlung, sowie von lokalen Faktoren wie die geographische Breite, die Höhe über dem Meer, die unterschiedlichen Arten der Erdoberfläche wie Wasser und Land und deren Gestalt wie Berge, Täler und Ebenen. Zu solchen geophysikalischen Faktoren treten noch Phänomene wie die Kontinentalverschiebung oder Vorgänge in den höheren Regionen der Atmosphäre jenseits der Troposphäre, durch deren Zusammenwirken nicht nur die Luft ständig verwirbelt wird, sondern auch Meeresströmungen entstehen und sich verändern. Hinzu kommen biologische Faktoren wie die Vegetation, chemische wie die Zusammensetzung der Atmosphäre, und – seitdem die Menschen die Erde immer stärker bevölkern und mit technischen Mit-

teln verändern – anthropogene, das heißt menschengemachte Faktoren. Letztere vor allem sind es, welche die Entwicklung des Klimas immer stärker beeinflussen, und das in einem Maße, daß sie womöglich alles Leben auf Erden und damit am Ende unsere eigene Existenz bedrohen.

Luft

Die Luft, die wir atmen, ist nur ein Teil der Erdatmosphäre. Sie ist eine Mischung aus im wesentlichen zwei Gruppen von Gasen, von denen die eine fast konstante Mengen enthält, während die Konzentrationen der anderen in Raum und Zeit wechseln. So klein die Mengen der variablen Gruppe gegenwärtig auch zu sein scheinen, so sind sie doch von größter Bedeutung für den Fortbestand des Lebens auf der Erde. Wasserdampf beispielsweise ist nicht nur die Quelle aller Niederschläge, sondern absorbiert und emittiert ebenso wie Kohlendioxid auch Infrarotstrahlung. Kohlendioxid spielt überdies eine wichtige Rolle bei der pflanzlichen Photosynthese. Ozon wiederum, das hauptsächlich in Höhen zwischen 10 und 50 Kilometern vorkommt, absorbiert die Ultraviolettstrahlung der Sonne und schirmt auf diese Weise die Erde wirksam ab gegen alle Strahlen mit Wellenlängen von weniger als 290 Nanometer ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

Tabelle 1: Trockene Luft setzt sich heute zusammen aus

Art des Gases	Volumenanteile in Prozent
a) <i>konstante Gruppe:</i>	
Stickstoff (N ₂)	78,084
Sauerstoff (O ₂)	20,946
Argon (Ar)	0,934
Neon (Ne)	0,0018
Helium (He)	0,000524
Methan (CH ₄)	0,0002
Krypton (Kr)	0,000114
Wasserstoff (H ₂)	0,00005
Distickstoffoxid oder Lachgas (N ₂ O)	0,00005
Xenon (Xe)	0,0000087
b) <i>variable Gruppe:</i>	
Wasserdampf (H ₂ O)	0-7
Kohlendioxid (CO ₂)	0,01-0,1
Ozon (O ₃)	0-0,01
Schwefeldioxid (SO ₂)	0-0,0001
Stickstoffdioxid (NO ₂)	0-0,000002