
	GdHM - Wetterschule - Deutschlands "erste Schule" für angehende Wetterfrösche		
	Lektion	4	Atmosphäre II

# Aufbau der Atmosphäre

## Kurzbeschreibung

In der heutigen Lektion wird die Atmosphäre als Ganzes unter die Lupe genommen. Verschiedene Atmosphärenbereiche werden definiert und chemisch-physikalische Eigenschaften sowie physikalische Vorgänge beschrieben. Begrifflichkeiten wie sie in der Meteorologie weit verbreitet sind werden eingeführt, was für das spätere Verständnis der Wetterprozesse unerlässlich ist.

Autor:	Jasmine Kaptur
Erstellungsdatum:	07.01.2005

	GdHM - Wetterschule - Deutschlands "erste Schule" für angehende Wetterfrösche		
	Lektion	4	Atmosphäre II

### Warum gibt es eigentlich eine Lufthülle um unsere Erde und was macht sie so besonders?

Die Gravitationskraft der Erde und die gemäßigte Temperatur ihrer Oberfläche ermöglichen es, dass der gesamte Planet von einer schützenden Lufthülle umgeben ist, die man Atmosphäre nennt. Nur Planeten und Monde mit einer entsprechend großen Masse vermögen es demnach, eine Atmosphäre auszubilden.

Dabei werden schwere Gase von der Erde stärker angezogen als leichtere. Dies erklärt, warum der Anteil von Gasen mit hohen Molekulargewichten wie Stickstoff und Sauerstoff ungleich höher ist als der Anteil von sehr leichten Gasen wie Wasserstoff und Helium, die sich wegen des geringen Anteiles unter dem Begriff der Spurengase versammeln. Bei Planeten mit größerer Masse und damit höherer Massenanziehungskraft (z. Bsp. Jupiter und Saturn) finden sich diese leichteren Atmosphärogase in höheren Konzentrationen als auf der Erde.


Mit zunehmender Höhe nimmt die Anziehungskraft des Erdkörpers ab, was erklärt, dass die Luft mit der Höhe immer „dünnere“ wird. Physikalisch gesehen sinkt die Anzahl der Gasmoleküle pro Kubikmeter Luft mit der schwindenden Gravitationskraft. Die obere Grenze der Atmosphäre wird im Allgemeinen mit etwa 700 – 1000 km angegeben, einer Höhe, wo nur noch sehr vereinzelt Luftmoleküle anzufinden sind.

Mehr als 99 % der Masse unserer irdischen Atmosphäre sind in den untersten 40 km zu finden. Übertragen auf den Maßstab eines normalen Zimmerglobus mit einem Durchmesser von 36 cm ist das gerade mal eine Schicht von 1 mm Dicke. Trotzdem ist diese sehr dünne Schutzschicht überlebenswichtig für alles Leben auf der Erde. Die Atmosphäre speichert die Sonnenstrahlung, hemmt also die Ausstrahlung ins Weltall. Ohne sie wäre es auf der Erde deutlich kälter, wahrscheinlich wären globale Temperaturen um  $-15 / -18$  °C. Flüssiges Wasser, was heute als Grundlage allen Lebens gilt, gäbe es dann nicht, vielleicht abgesehen von geologisch aktiven Gegenden (wie die Erde ohne Atmosphäre aussehen würde ist noch immer ein umstrittenes Thema unter Wissenschaftlern, es gibt sehr viele verschiedene Szenarien).

Zudem sorgen atmosphärische Austauschprozesse, die wir in der Summe Wetter nennen, dafür, dass Temperaturunterschiede aufgrund unterschiedlicher Einstrahlung ausgeglichen werden. So fungieren Tiefdruckgebiete als Schaufelräder, die warme Luft in die Polarregionen und kalte Luft in Richtung Subtropen transportieren.

### Der Stockwerksaufbau der Atmosphäre

Bei der Einteilung der Atmosphäre in verschiedene Bereiche unterscheidet man die „Sphären“, das heißt vertikal ausgedehnte Schichten mit ähnlichen Eigenschaften, und die „Pausen“, die eine oft nur sehr dünne vertikale Ausdehnung besitzen und als Trenn- oder Übergangsschicht zwischen den „Sphären“ angesehen werden.

	GdHM - Wetterschule - Deutschlands "erste Schule" für angehende Wetterfrösche		
	Lektion	4	Atmosphäre II

Man kann die Atmosphäre nach verschiedenen Kriterien einteilen:

1. nach den elektromagnetischen Eigenschaften, was vorwiegend für die Nachrichtentechnik wichtig ist,
2. nach den chemischen Eigenschaften und
3. nach den thermischen Eigenschaften.

Für die Meteorologie spielen eigentlich nur 2. und 3. eine Rolle.


Zu 2. :

Die in der letzten Lektion besprochene Zusammensetzung der Luft kann bis in eine Höhe von rund 100 km als nahezu konstant angesehen werden, weshalb man diese Schicht auch als **Homosphäre** bezeichnet. Innerhalb dieser Schicht findet Durchmischung statt, was die Einzelbestandteile der Luft gleichmäßig verteilt. Ausnahmen sind die als veränderlich beschriebenen Gase wie Wasserdampf, Kohlendioxid und Ozon, deren Vorkommen durch lokale Quellen oder Senken bestimmt wird. Darüber liegt die so genannte **Heterosphäre**, in die nur mittels Diffusion Gase aus der Homosphäre gelangen können.

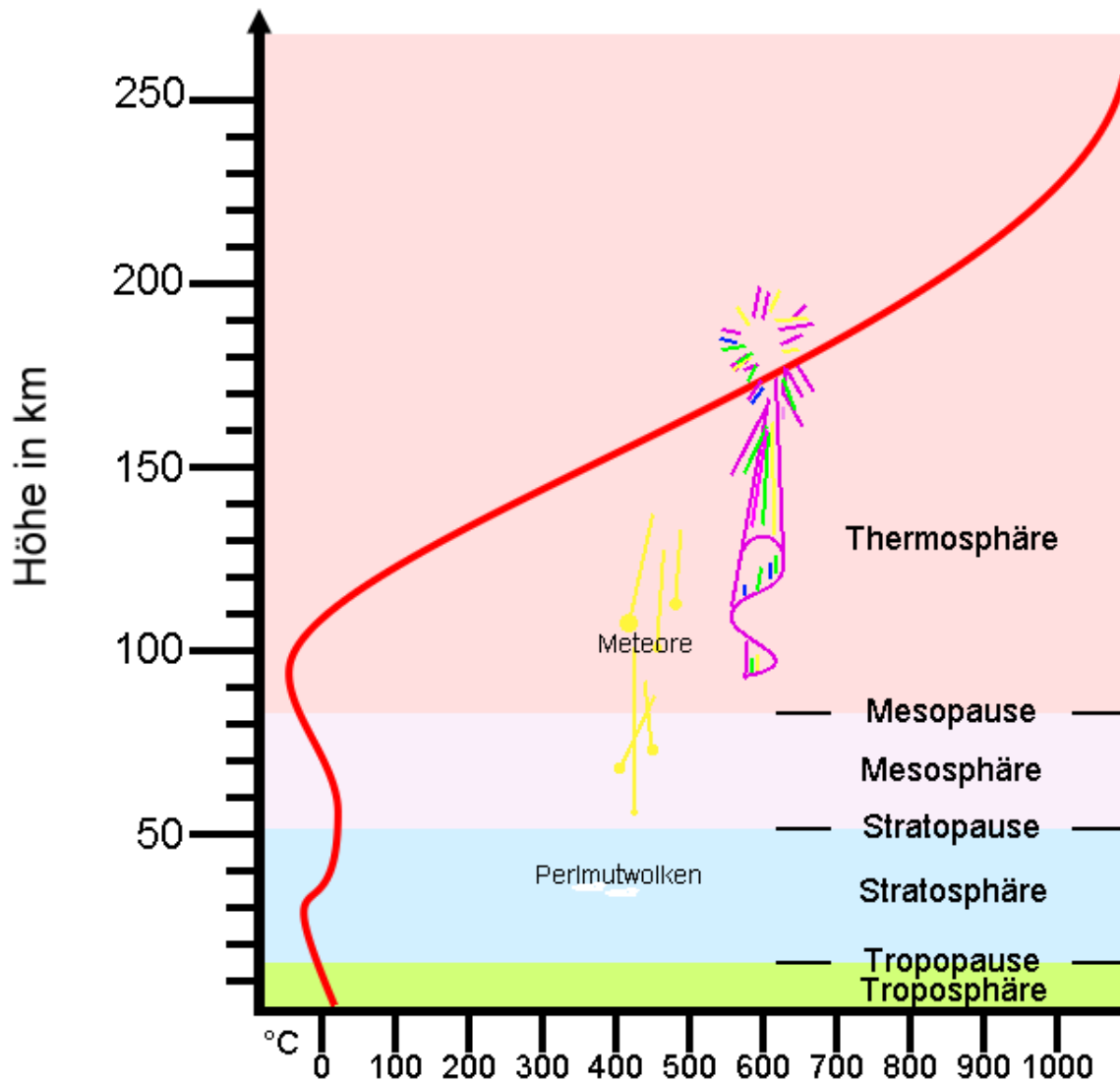
Zu 3.:

Die meteorologisch wichtigste Einteilung erfolgt aber nach dem Temperaturverlauf mit der Höhe. Dabei orientiert man sich an drei gut zu detektierende „Heizschichten“ in der Atmosphäre, wo Strahlungsenergie absorbiert und in Wärme umgewandelt wird. Der Temperaturverlauf in der Atmosphäre ist in der unten stehenden Abbildung zu erkennen. Er schwankt in den untersten Bereichen mit dem Sonnenstand, wogegen sich mit zunehmender Höhe auch die Veränderungen in längeren Zeiträumen abspielen.

Vom Erdboden bis zur **Tropopause** in etwa 12 km (schwankt zwischen Polen und Äquator von 8-17 km) findet man die **Troposphäre**. In ihr wird kaum solare Strahlung direkt absorbiert. Die meiste Wärmezufuhr kommt von der **Erdoberfläche**, wo einfallende kurzwellige Strahlung in langwellige Wärmestrahlung umgewandelt und an die darüber liegende Luft abgegeben wird. So wirkt die Erdoberfläche wie eine Heizplatte. Innerhalb der Troposphäre nimmt die Temperatur jeden Kilometer um etwa 6,5 K ab, die durchschnittliche Tropopausentemperatur beträgt - 60 °C. Durch die unterschiedlichen Rückstreuwerte auf der Erdoberfläche (eine geschlossene Schneedecke kann nicht so effektiv heizen wie trockener Sand) sowie durch die geografisch bedingten unterschiedlichen Einstrahlungsverhältnisse (Polarnacht bzw. große Einstrahlung ganzjährig am Äquator) können sich Luftmassen unterschiedlich erwärmen und in Bewegung setzen. Die Voraussetzung für Wetter auf der Erde ist somit geschaffen. Die Erdrotation, die ausgleichende Luftströme ablenkt, tut ihr Übriges, um das Wettergeschehen in diesem Teil der Atmosphäre nicht langweilig werden zu lassen. Alle das Wetter beeinflussende Prozesse wie Wind, Konvektion, Wol-


	GdHM - Wetterschule - Deutschlands "erste Schule" für angehende Wetterfrösche		
	Lektion	4	Atmosphäre II

kenbildung etc. spielen sich in der Troposphäre ab, weshalb sich die Synoptik auf diese Schicht konzentriert.



Oberhalb der Tropopause findet man die **Stratosphäre**, in der nach einem Bereich der Isothermie (Temperatur bleibt mit zunehmender Höhe in etwa gleich) die Temperatur wieder ansteigt. Diesen Effekt nennt man auch Inversion, also Umkehrung des normalen Verlaufes. Verantwortlich hierfür ist das stratosphärische Ozon, denn es absorbiert kurzwellige UV-Strahlung und erwärmt die umliegende Luft.

Im Temperaturmaximum mit etwa 0 °C liegt die **Stratopause**, die die Stratosphäre von der **Mesosphäre** trennt. Sie nimmt den Bereich zwischen 50 km und 80 km Höhe ein. Ab hier ist die Temperatur wieder rückläufig, denn es sind kaum noch Luftmoleküle vorhanden und kurzwellige Strahlung kann nahezu ungehindert in die Stratosphäre gelangen. Der ungefähre Temperaturgradient beträgt  $-2,2 \text{ °C / km}$ . Große

	GdHM - Wetterschule - <i>Deutschlands "erste Schule" für angehende Wetterfrösche</i>		
	Lektion	4	Atmosphäre II

Meteore, besser bekannt als Sternschnuppen, können bis in die mittlere Mesosphäre gelangen, bevor sie gänzlich verglüht sind.

In der **Mesopause** erreicht die Temperatur ein erneutes Minimum von etwa  $-90\text{ °C}$ . Obwohl in dieser Höhe kaum mehr von meteorologischen Vorgängen gesprochen werden kann, beschäftigen sich seit neuestem Wissenschaftler des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Weßling mit der Bestimmung der Mesopausentemperatur, um daraus eventuelle Klimatrends abzuleiten.

Von einer Höhe von 80/85 km bis etwa 500 km über dem Erdboden erstreckt sich die **Thermosphäre**. Kosmische Strahlung ionisiert die dort vorhandenen Gasmoleküle, weshalb man auch oft von **Ionosphäre** spricht. Hier herrschen starke elektromagnetische Felder vor und in Wechselwirkung mit elektrisch geladenen Teilchen des Sonnenwindes entstehen hier die beeindruckenden Polarlichter, die erheblichen Einfluss auf den Funkverkehr haben können. Vielleicht ist noch interessant zu erwähnen, dass sowohl das Space Shuttle als auch die internationale Raumstation ISS die Erde in dieser Schicht umkreisen. Selbst in dieser Höhe spielt der Luftwiderstand immer noch eine große Rolle, die ISS muss regelmäßig ihre Umlaufbahn (Orbit) durch Raketenantrieb korrigieren, damit sie nicht abstürzt. Innerhalb der Thermosphäre steigt die Temperatur bis auf  $1700\text{ °C}$ .