
	GdHM - Wetterschule - <i>Deutschlands "erste Schule" für angehende Wetterfrösche</i>		
	Lektion	7	Luftdichte

# Luftdichte

## Kurzbeschreibung

Die Luftdichte ist eine der sogenannten „Atmosphärischen Zustandsgrößen“. Sie wird aus Luftgewicht, Temperatur und Feuchtigkeit berechnet. Die Kenntnis der Luftdichte ist wichtig für die Steigleistung von Flugzeugen und für die Ballistik, insbesondere für die Flugbahn der Geschosse.

Autor:	Hans-Stefan Lichius
Erstellungsdatum:	11.02.2005

	GdHM - Wetterschule - Deutschlands "erste Schule" für angehende Wetterfrösche		
	Lektion	7	Luftdichte

## Luftdichte

Die Luftdichte (auch: Dichte von Luft oder Dichte der Luft) gibt an, wie viel Masse (Gewicht) an Luft in kg in einem Kubikmeter enthalten ist (kg/m<sup>3</sup>).

Die Luftdichte trockener Luft ist nur abhängig vom Luftdruck und der Lufttemperatur. Bei einem Druck von 1013,25 hPa (mittlerer Luftdruck auf Meereshöhe) und einer Temperatur von 15 Grad Celsius beträgt sie 1.225 kg/m<sup>3</sup>.

Für die formelmäßige Abhängigkeit der Luftdichte von Luftdruck und Temperatur gilt die ideale Gasgleichung in der Form:

Luftdichte = Luftdruck / (Gaskonstante für trockene Luft \* Temperatur)

Dabei ist die Temperatur in Grad Kelvin einzusetzen. Die Gaskonstante für trockene Luft beträgt 287 J/(kg K).

$$\rho = \frac{p}{R \cdot T}$$

Der angegebene Wert der Gaskonstante gilt nur für trockene Luft, also ohne Berücksichtigung des Anteils des Wasserdampfes.

Durch Beimengung von Wasserdampf verringert sich die Luftdichte, so dass die Gaskonstante „R“ einen etwas höheren Wert annimmt. Die oben dargestellte Gasgleichung stellt die verschiedenen Bestandteile der sog. „Atmosphärischen Zustandsgrößen“ in einen Zusammenhang. Luftdruck, Lufttemperatur und Luftdichte – sind zwei dieser Größen bekannt, lässt sich die dritte berechnen.

Als Faustregel für die unteren Atmosphärenschichten gilt, dass für 1% Änderung der Luftdichte eine Temperaturänderung am Erdboden von 3° C oder eine Luftdruckänderung von 10 hPa notwendig sind.

Da infolge des Gewichtes die höher liegenden Luftteilchen auf die darunter liegenden einen Druck ausüben und sie zusammenpressen, ist die Luftdichte am Erdboden am größten. Sie nimmt mit zunehmender Höhe nach einer logarithmischen Funktion ab.

Die Dichteabnahme geht in den unteren Luftschichten wesentlich schneller vor sich als in den höheren.

In ungefähr 6,5 km Höhe besitzt die Luftdichte nur noch den halben Betrag wie am Erdboden, in etwa 12 km Höhe beträgt sie noch ein Viertel, in etwa 18 km Höhe ein Zehntel und in rund 30 km Höhe ein Hundertstel des Bodenwertes.

Siehe dazu die Grafik mit der Abnahme der Luftdichte mit der Höhe.

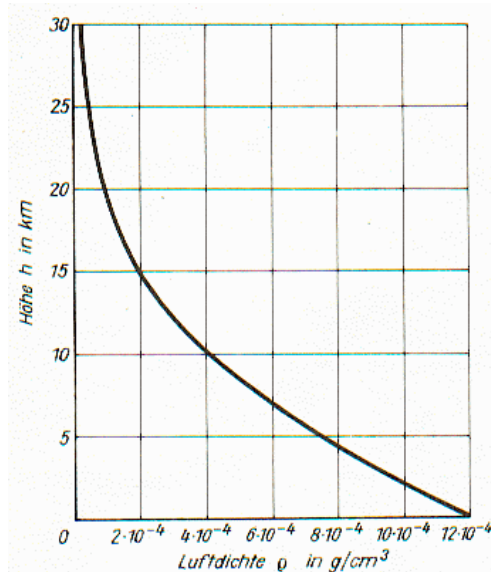


Bild 2/1 Abnahme der Luftdichte mit der Höhe

Tabelle 2/2 Mittlere relative Abweichungen der Dichte von den Standardwerten (in %)

Höhe in km	Nördliche Halbkugel	0°...30° n. B.	30°...60° n. B.	60°...90° n. B.
0	2,8	- 4,3	2,0	10,5
1	1,5	- 3,2	1,2	6,6
2	0,5	-3,5	0,6	5,2
3	-0,7	-3,3	-0,2	3,6
4	-1,3	- 2,9	0,0	2,1
5	-1,0	- 2,4	-0,8	0,8
6	-0,2	- 1,8	-0,2	- 0,3
7	-1,7	- 1,9	-3,4	- 1,0
8	-4,9	- 1,5	-0,4	- 0,6
9	-1,1	0,6	0,0	- 2,6
10	-1,4	1,2	-0,2	- 5,1
11	-3,0	1,9	-1,9	- 8,8
13	0,8	9,0	1,4	- 7,1
15	3,6	12,8	0,5	- 7,2
17	4,2	14,8	2,8	- 5,6
19	1,9	9,6	1,9	- 2,9
21	-0,5	4,6	1,5	- 5,0
23	-1,3	1,1	-0,2	- 4,1
25	-3,4	- 1,5	-0,5	- 3,2
27	-2,4	- 2,8	0,3	- 0,7
29	1,0	1,0	1,9	2,4
30	0,0	- 1,6	1,1	2,2

In einer Tabelle, lässt sich sehr schön veranschaulichen, dass die Werte für die Luftdichte auch in einer Abhängigkeit zwischen der geographischen Breite und der Wechselhaftigkeit des Wetters in diesen Gebieten besteht.

Dies wird in den mittleren Breitenzonen besonders deutlich.

In der Tabelle sind für die gesamte Nordhalbkugel und für einzelne Breitenzonen der nördlichen Halbkugel die mittleren relativen Abweichungen der Dichte von den Werten der Normalatmosphäre in Prozent für die Höhen bis 30 km angegeben.

Von besonderer Bedeutung ist die Luftdichte für die Luftfahrt.

Aus der Physik des Fliegens wissen wir, dass die Luftdichte zum einen Einfluß auf den aerodynamischen Auftrieb hat und zum anderen auf den aerodynamischen Widerstand des Flugzeuges gegenüber der Luft.

Ersteres wirkt sich günstig, zweiteres ungünstig aus.

Besonders in der Flugplanung spielt die Luftdichte eine wichtige Rolle – sei es, es geht um die Bestimmung der Steiggeschwindigkeit, die Bestimmung des Brennstoffverbrauchs, die Bestimmung der Ausrollstrecke oder die Bestimmung der Reichweite.