



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

87. Fortpflanzung des Druckes. Auftrieb

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-83789)

ist. Der überwiegende äußere Luftdruck treibt alsdann zuerst die Flüssigkeit und später Luft durch den Niederschlag hindurch und bewirkt so ein rasches Trocknen desselben. Auf die gleiche Wirkung herabstürzender Flüssigkeitstropfen gründet sich die Quecksilberluftpumpe von Sprengel; sie besteht aus einer oben mit einem Trichter versehenen Glasröhre, welche unten in Quecksilber taucht. Gießt man Quecksilber in den Trichter, so reißt es herabfallend Luft mit sich, und saugt durch ein seitlich unter dem Trichter mündendes Rohr die Luft aus dem zu entleerenden Raume heraus.

**86. Kompressionspumpe.** Jede Hahnluftpumpe kann, wenn man dem Hahn beim Arbeiten die entgegengesetzte Stellung gibt, so daß der Kolben beim Hinaufgehen Luft aus der Atmosphäre schöpft und beim Hinabgehen in den Rezipienten preßt, als Kompressionspumpe gebraucht werden, welche die Luft in demselben Verhältnis verdichtet wie bei umgekehrtem Gebrauch verdünnt. Gewöhnlich jedoch bedient man sich zur Verdichtung der Gase einfacherer zu diesem Zweck besonders konstruierter Pumpen.

In einem Hohlzylinder, an welchen der Rezipient, in dem die Luft verdichtet werden soll, angeschraubt wird, bewegt sich ein luftdicht schließender Kolben, welcher beim Hineinschieben die unter ihm abgesperrte Luft zusammendrückt und durch ein Ventil, das sich durch äußeren Überdruck öffnet, in den Rezipienten preßt. Beim Herausziehen hält der innere Überdruck dieses Ventil geschlossen, der Stiefel füllt sich durch eine seitliche Öffnung, sobald der Kolben dieselbe passiert hat, von neuem mit atmosphärischer Luft, welche bei dem nächsten Niedergange des Kolbens in den Rezipienten geschafft wird usw.

**87. Fortpflanzung des Druckes. Auftrieb.** Aus der leichten Verschiebbarkeit ihrer Teilchen folgen für die Fortpflanzung des Druckes in luftförmigen Körpern dieselben Gesetze wie in Flüssigkeiten. Auch in einem Gas pflanzt sich ein auf dasselbe ausgeübter Druck nach allen Seiten mit der gleichen Stärke fort. Unter der Einwirkung der Schwerkraft kann eine Gasmasse, wie z. B. unsere Atmosphäre, nur dann im Gleichgewicht sein, wenn in einer und derselben wagerechten Schicht überall der gleiche Druck herrscht. Auch in das Wasser hinein pflanzt sich der auf der Oberfläche lastende Luftdruck fort, und fügt sich überall im Innern dem dort herrschenden hydrostatischen Druck hinzu. Man beobachtet dies z. B. an den Cartesianischen Tauchern, nach ihrem Erfinder Cartesius (Descartes) so genannt. Kleine, hohle Glasfiguren, welche teils mit Luft, teils mit Wasser gefüllt und mit einer seitlichen Öffnung versehen sind, schwimmen in einem mit Wasser gefüllten, oben mit einer Kautschukplatte luftdicht verschlossenen Zylinder. Durch einen Druck mit der Hand auf die Kautschukplatte wird die Luft im oberen Teil des Zylinders zusammengepreßt, ihr erhöhter Druck pflanzt sich durch das Wasser fort und treibt Wasser in den hohlen Glaskörper, wodurch dieser schwerer wird und sinkt. Läßt



der Druck wieder nach, so treibt die in der Glasfigur zusammengepreßte Luft das eingedrungene Wasser wieder aus, und die dadurch leichter gewordene Figur steigt empor. Man hat es also in seiner Gewalt, die Taucher nach Belieben steigen oder sinken zu lassen. Desgleichen wird in einer Taucherglocke die Luft sich unter erhöhtem Druck befinden, indem der Druck gleich dem der äußeren Luft, vermehrt um den Druck derjenigen Wassersäule sein muß, welche von der Wasseroberfläche in der Glocke bis zum Wasserspiegel emporreicht.

Auch das Archimedische Prinzip gilt für die Gase ebensogut wie für die Flüssigkeiten, da ja in einem Gas infolge der Schwere der Druck nach unten zunimmt: jeder von Luft umgebene Körper verliert so viel von seinem Gewicht, wie die von ihm verdrängte Luftmenge wiegt. Um dies nachzuweisen, hängt man an einen kleinen Wagebalken einerseits eine Halbkugel, andererseits ein kleines Bleigewicht, so daß im luftgefüllten Raum der Balken wagrecht im Gleichgewicht schwebt. In Wirklichkeit ist die Kugel schwerer als das Bleistück und das scheinbare Gleichgewicht wird nur durch den größeren Auftrieb herbeigeführt, den die umfangreichere Kugel durch die Luft erleidet. Dies zeigt sich sofort unter der Glocke der Luftpumpe; die Hohlkugel sinkt bei fortschreitendem Auspumpen immer tiefer herab, beim Einlassen von Luft aber stellt sich das scheinbare Gleichgewicht wieder her. Diese von Otto v. Guericke erfundene Vorrichtung wurde von ihm statt der damals noch unbekannten Barometerprobe benutzt, um den Grad der im Rezipienten erreichten Verdünnung zu beurteilen, und wird daher das Guericke'sche Manometer (auch Dasymeter) genannt.

Läßt man einen an einer Wage tariert aufgehängten Glasballon in andere Gase tauchen, so senkt er sich oder steigt, je nachdem das Gas spezifisch leichter oder schwerer ist als Luft, weil der Auftrieb, den er durch das umgebende Gas erleidet, in jenem Falle kleiner, in diesem größer ist als in Luft. Bringt man durch Gewichte die Wage jedesmal wieder zum Einspielen, so erfährt man, um wieviel ein dem Ballon gleiches Volumen des Gases mehr oder weniger wiegt als das gleiche Volumen Luft, und kann daraus die spezifischen Gewichte der Gase ermitteln (Lommel, 1886).

Bei genauen Wägungen muß auf den Luftauftrieb Rücksicht genommen und dem gefundenen scheinbaren Gewicht der kleine in der Luft erlittene Auftrieb noch hinzugerechnet werden, um das wirkliche Gewicht, wie es eine Wägung im luftleeren Raum ergeben würde, zu finden.

Ist das Gewicht eines Körpers kleiner als das Gewicht des gleichen Rauminhaltes Luft, so steigt er mit einer Kraft, welche dem Überschuß des letzteren Gewichtes über das erstere gleichkommt, in der Atmosphäre empor und bleibt schwebend in derjenigen höheren Luftschicht, in welcher er ebenso schwer ist wie die von ihm verdrängte Luftmenge. Luftballons sind solche Körper, deren aus leichtem Stoff gefertigte Hülle, um jener Bedingung zu genügen,



entweder mit erhitzter Luft (Montgolfier, 1782) oder — in neuerer Zeit ausschließlich — mit einem spezifisch leichteren Gas, Wasserstoffgas oder Leuchtgas (Charles, 1783) gefüllt ist.

88. **Spezifisches Gewicht der Gase.** Wir betrachten unter dem im vorigen Abschnitt gewonnenen Gesichtspunkte noch einmal den oben (S. 129) beschriebenen Versuch der Wägung der Luft. Wird der Ballon in völlig leer gepumptem Zustande gewogen, so müßte man in Wahrheit das Gewicht der Ballonmasse um das Gewicht der ganzen, von dem geschlossenen Ballon verdrängten Luftmasse vermindern. Bei der Wägung in offenem Zustande dagegen erhält man das Gewicht der Ballonmasse vermindert nur um das Gewicht derjenigen Luft, die die Ballonmasse selbst verdrängt. Beide Wägungen unterscheiden sich also um das Gewicht der den Hohlraum des Ballons erfüllenden Luft; man wägt also in der Tat diese Luftmasse.

Um aus dem so bestimmten Gewicht  $q$  einer Luftmasse vom Volumen  $v$  der Hohlkugel das spezifische Gewicht der Luft beim Normaldrucke von 760 mm zu erhalten, muß man berücksichtigen, daß die äußere Luft im allgemeinen nicht unter dem Normaldrucke, sondern unter dem Drucke  $b$  steht, der durch den jeweiligen Barometerstand gegeben ist, und ferner, daß beim Leerpumpen des Ballons nicht alle Luft entfernt wird, sondern noch ein Rest unter dem Drucke  $b'$  übrig bleibt. Dieser Luftrest, der beim Drucke  $b'$  das Volumen  $v$  erfüllt, würde beim Drucke  $b$  einen Raum  $v' = v b' / b$  einnehmen, und die wirklich gewogene Luftmasse hätte beim Druck  $b$  in Wahrheit nicht das Volumen  $v$ , sondern nur das Volumen  $v - v'$ . Um ihr Volumen  $v_0$  beim Normaldruck 760 mm zu finden, hat man nach dem Mariotteschen Gesetze die Beziehung:  $v_0 \cdot 760 = (v - v') b = v(b - b')$ . Daraus ergibt sich das spezifische Gewicht der Luft unter dem Normaldrucke und bei der Temperatur, bei der die Wägung ausgeführt wurde, zu  $q/v_0$ . (Über die Reduktion auf die Temperatur  $0^\circ$  siehe unter Wärme.)

Wägt man den Ballon mit anderen Gasen gefüllt, so findet man in entsprechender Weise deren spezifische Gewichte. Die folgende Tabelle gibt die Zahlenwerte der spezifischen Gewichte einiger Gase bei  $0^\circ$ , in der ersten Spalte bezogen auf Wasser. Da aber diese

	Spezifische Gewichte der Gase, bezogen auf			Molekularformel und Molekulargewicht
	Wasser	Luft	Wasserstoff	
Luft . . . . .	0,001 293	1	14,45	—
Wasserstoff . . .	0,000 090	0,0695	1	$H_2 = 2$
Stickstoff . . . .	0,001 251	0,9673	14	$N_2 = 28$
Sauerstoff . . . .	0,001 429	1,1053	16	$O_2 = 32$
Chlor . . . . .	0,003 22	2,49	35,8	$Cl_2 = 70$
Ammoniak . . . .	0,000 763	0,590	8,5	$NH_3 = 17$
Chlorwasserstoff .	0,001 641	1,269	18,3	$HCl = 36,5$
Kohlenoxyd . . . .	0,001 250	0,967	14	$CO = 28$
Kohlensäure . . .	0,001 977	1,529	22	$CO_2 = 44$