

Anmerkung Sowohl tropfbare als luftförmige Flüssigkeiten setzen der Bewegung der Körper in ihrem Innern einen Widerstand entgegen, welcher theils von der Reibung der Flüssigkeit an der Oberfläche des Körpers, theils davon herührt, daß durch den Körper die umgebenden Flüssigkeitsteile in Mitbewegung versetzt werden. Der Widerstand ist wesentlich von der Form des bewegten Körpers abhängig, welche zweckmäßig gewählt werden muß, um den Widerstand möglichst zu verringern (z. B. in der Schiffsbaukunst). Der Widerstand wächst mit der Geschwindigkeit der Bewegung und zwar in schnellerem Verhältnis als diese, da mit derselben sowohl die Menge der mitbewegten Flüssigkeitsteilchen, als auch die Geschwindigkeit, welche denselben erteilt werden muß, zunimmt.

C. Gesetze des Gleichgewichts und der Bewegung luftförmiger Körper. (Pneumatik.)

§ 88. Die luftförmigen Körper haben mit den tropfbaren Flüssigkeiten die leichte Verschiebbarkeit der Teilchen gemein, unterscheiden sich aber von denselben durch den gänzlichen Mangel der Kohäsion und das Bestreben ihrer Teile, sich möglichst weit von einander zu entfernen. Infolge dieses Bestrebens füllen sie jederzeit den ihnen gebotenen Raum ganz aus und üben auf die Wände des umschließenden Gefäßes einen Druck aus, der mit der Dichtigkeit des in demselben enthaltenen Gases wächst. — Eine Gasmasse, welche in einem cylindrischen, mit einem luftdichten Stempel verschlossenen Gefäß enthalten ist, kann durch einen auf den Stempel ausgeübten Druck leicht auf einen geringen Bruchteil ihres ursprünglichen Volumens komprimiert werden. Nach dem Aufhören des Druckes treibt dieselbe durch ihren Gegendruck den Stempel genau bis zu der ursprünglichen Höhe empor. Die luftförmigen Körper besitzen demnach, wie die tropfbar flüssigen (§ 71), vollkommene Volumenelastizität, sind aber in viel höherem Grade zusammendrückbar. Im übrigen gelten für die Fortpflanzung des Druckes in luftförmigen Körpern dieselben Gesetze, wie für tropfbare Flüssigkeiten (§ 70).

Die Dichtigkeit der Gase ist in der Regel sehr viel geringer als die der tropfbaren Flüssigkeiten. So ist z. B. atmosphärische Luft 773 mal weniger dicht als Wasser. Die Dichtigkeiten der übrigen Gase pflegt man nicht, wie die der tropfbar flüssigen und festen Körper, im Vergleich mit Wasser, sondern mit atmosphärischer Luft, oder mit Wasserstoffgas, welches unter allen Gasen die geringste Dichtigkeit besitzt, zu bestimmen (vergl. § 94).

§ 89. Schwere der Luft, atmosphärischer Druck. Daß die luftförmigen Körper mit den festen und flüssigen die Eigenschaft der Schwere gemein haben, läßt sich nachweisen, indem man einen durch einen luftdichten Hahn verschließbaren Glasballon zuerst mit Luft gefüllt abwägt und dann die Wägung wiederholt, nachdem man mittelst der unten (§ 97) zu beschreibenden Luftpumpe die Luft aus demselben entfernt hat. Die Erdoberfläche ist von einer Lufthülle oder Atmosphäre umgeben, deren Höhe (aus astronomischen Gründen, vergl. auch § 303) auf etwa 10 Meilen geschätzt wird, und welche im wesentlichen aus einem Gemenge von 79 Raumteilen Stickstoffgas und 21 Raumteilen Sauerstoffgas gebildet wird.

Infolge ihrer Schwere übt die Atmosphäre auf die an der Erdoberfläche befindlichen Körper einen beträchtlichen Druck aus. Dieser Druck wird nur darum für gewöhnlich nicht wahrgenommen, weil er auf alle

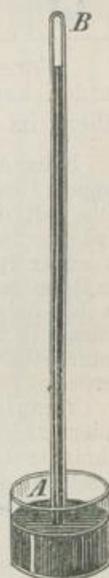
Körper und nach allen Richtungen mit gleicher Stärke wirkt. Seine Wirkung wird aber sofort bemerkbar, sobald er durch Entfernung der Luft an einer Stelle aufgehoben wird.

Infolge der allseitigen Fortpflanzung des Druckes ist derselbe in Zimmern und anderen mit der Atmosphäre in Verbindung stehenden Räumen ebenso groß wie unter freiem Himmel.

Durch den atmosphärischen Druck erklären sich die Erscheinungen, daß aus einem mit Wasser gefüllten und mit der nach unten gekehrten Öffnung in ein weiteres Gefäß mit Wasser getauchten Glase das Wasser nicht ausfließt; daß aus einem gefüllten Faß durch den geöffneten Hahn die Flüssigkeit erst dann ausfließt, wenn auch das Spundloch geöffnet worden ist; daß das Wasser dem in einem cylindrischen Pumpenrohr emporgezogenen Stempel nachfolgt, u. s. w., Erscheinungen, welche, bevor das Vorhandensein des Luftdrucks durch Torricelli nachgewiesen worden war (§ 90), durch einen angeblichen Abscheu der Natur vor dem leeren Raum (*horror vacui*) erklärt wurden. — Heber und Stechheber (§§ 100, 101).

§ 90. Torricellis Versuch (1643). Um das Vorhandensein des Luftdrucks nachzuweisen, füllte Torricelli eine etwa 90 cm lange, an einem Ende verschlossene Glasröhre *AB* (Fig. 90), mit Quecksilber und tauchte dann das offene Ende der Röhre in ein weiteres, mit Quecksilber gefülltes Gefäß. Während des Umkehrens der Röhre wurde das offene Ende derselben mit dem Finger verschlossen, um das Ausfließen des Quecksilbers zu verhüten. Wurde nun die Röhre, nach Entfernung des Fingers, vertikal gestellt, so floß das Quecksilber nicht aus, sondern die Quecksilbersäule im Innern der Röhre sank nur so weit herab, daß ihr Gipfel um etwa 760 mm (28 par.) höher stand, als das Niveau des Quecksilbers im äußeren Gefäß. Über dem Quecksilber blieb im obersten Teil der Röhre ein leerer Raum, das Torricellische Vacuum. Beim tieferen Einsenken der Röhre in das Quecksilbergefäß verminderte sich die Ausdehnung dieses leeren Raumes, so daß der Niveauunterschied immer dieselbe Größe von 760 mm behielt. Die 760 mm hohe Quecksilbersäule im Innern der Röhre wird demnach von dem auf das Quecksilberniveau im äußeren Gefäß wirkenden Druck der Atmosphäre im Gleichgewicht gehalten. Sobald am oberen Ende der Röhre eine Öffnung angebracht wird, durch welche die Luft in das Torricellische Vacuum eintreten kann, sinkt das Quecksilber in der Röhre bis zum Niveau des äußeren Gefäßes herab, weil jetzt innen und außen der gleiche Atmosphärendruck wirkt.

Fig. 90.



Die Höhe der vom Atmosphärendruck getragenen Quecksilbersäule, welche am Meeresniveau im Mittel etwa 760 mm beträgt, giebt ein Maß für die Stärke des Luftdrucks. Der Druck auf 1 qcm ist nämlich gleich dem Gewicht von 76 cm Quecksilber, oder da das spezifische Gewicht des Quecksilbers = 13,59 ist, so beträgt derselbe $76 \cdot 13,59 \text{ g} = 1,033 \text{ kg}$ auf 1 qcm. Dieser Atmosphärendruck wird häufig als Maßeinheit für den Druck der Gase und Dämpfe gebraucht, so daß z. B. bei einem Druck von 10 Atmosphären jedes Quadratcentimeter mit 10,33 kg belastet ist.

Der Quecksilbersäule von 760 mm (28 par.) entspricht eine Wassersäule von 13,59 · 0,76 oder 10,33 m (31,7') Höhe. In einem Pumpenrohr kann das Wasser durch Aufziehen des Stempels nur bis zu dieser Höhe gehoben werden. Diese Erfahrung, welche man bei der Anlage eines Brunnens zu Florenz machte, gab die Veranlassung zu dem oben beschriebenen Versuch von Torricelli und zur Entdeckung der Gesetze des Luftdrucks.

§ 91. Barometer. Der Druck der Atmosphäre ist nicht zu allen Zeiten und an allen Orten gleich groß. Um seine Veränderungen zu messen, dient das von Torricelli erfundene Barometer. Dasselbe besteht im wesentlichen aus einer gebogenen Glasröhre *AB* (Fig. 91), welche einen längeren, oben geschlossenen, und einen kürzeren, oben offenen

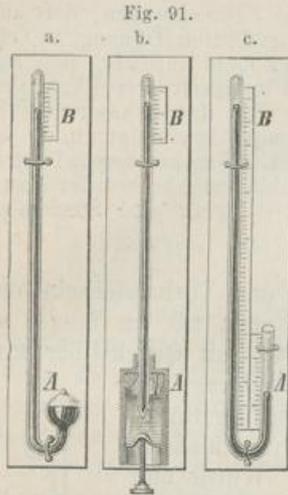


Fig. 91.

Schenkel besitzt und mit Quecksilber gefüllt ist. Der geschlossene Schenkel muß etwa 90 cm lang sein; der kürzere, offene Schenkel endet in der Regel in einem weiteren angeschmolzenen Gefäß *A* (Fig. 91a). Die Röhre wird ganz mit Quecksilber gefüllt und durch Auskochen des Quecksilbers vollständig von der am Glase adhärierenden atmosphärischen Luft (§ 107) befreit. Bei vertikaler Stellung der Barometerröhre bildet sich dann in dem längeren Schenkel über dem Gipfel der Quecksilbersäule bei *B* ein Torricellisches Vacuum, und der Niveauunterschied beider Schenkel giebt die Größe des Luftdruckes an. Auf dem Brettchen, an welchem die Barometerröhre befestigt ist, befindet sich gleichzeitig eine in Pariser Linien oder Millimeter eingeteilte Skala, an welcher die Barometerhöhe abgelesen werden kann. Der Nullpunkt der Skala muß mit dem Niveau des Quecksilbers im offenen Schenkel zusammenfallen.

Beim Ablesen des Barometers muß stets der Gipfel der gewölbten Quecksilberkuppe (§ 82) beobachtet und zur Vermeidung der Parallaxe das Auge in gleicher Höhe mit der Quecksilberkuppe gehalten werden. Bei genaueren Beobachtungen wird die Schärfe der Ablesung durch einen Nonius vergrößert. Bei Anwendung zu enger Barometerröhren übt die Kapillarität einen beträchtlichen Einfluß auf die Höhe der Quecksilbersäule. Auch die Temperatur muß berücksichtigt werden, da bei höherer Temperatur das Quecksilber, infolge der Ausdehnung durch die Wärme (§ 200), spezifisch leichter ist, als bei niedriger Temperatur. Genaue Barometerbeobachtungen müssen daher, um vergleichbar zu sein, auf 0° zurückgeführt werden.

Wenn das Niveau des Quecksilbers im längeren Schenkel steigt oder fällt, so ändert sich gleichzeitig das Niveau im kürzeren Schenkel. Ist das an diesem angebrachte Gefäß *A* weit genug, so sind diese Niveauänderungen so gering, daß dieselben, wo es auf große Genauigkeit nicht ankommt, vernachlässigt werden können. Bei genauen Beobachtungen zu wissenschaftlichen Zwecken kann dieser Fehler auf verschiedene Weise vermieden werden. Beim Gefäßbarometer mit konstantem Niveau (Fig. 91 b) taucht das offene Ende der geraden Barometerröhre *AB* in ein Quecksilbergefaß, dessen Boden durch eine Schraube gehoben oder gesenkt werden kann. Vom Deckel des Gefäßes, der zur Verbindung mit der äußeren Atmosphäre mit einer engen Öffnung versehen ist, ragt eine Stahlspitze in das Gefäß herab. Vor jeder Beobachtung wird durch Drehen der Schraube der Boden und dadurch das Quecksilberniveau so weit gehoben oder gesenkt, daß es die Stahlspitze genau berührt, welche dem Nullpunkt der Skala entspricht. Beim Heberbarometer (Fig. 91 c) sind beide Schenkel gleich weit, wodurch der Einfluß der Kapillarität verringert wird, und es kann entweder die ganze Skala durch eine Schraube verstellt werden, so daß jedesmal der Nullpunkt derselben mit dem Niveau im kürzeren Schenkel in Übereinstimmung gebracht wird, oder es werden die Niveauänderungen beider Schenkel abgelesen.

§ 92. Beziehung zwischen Druck und Volumen der Gase. Mariottes Gesetz. Eine in einem geschlossenen Gefäß enthaltene Gasmasse übt infolge ihrer Elasticität einen Druck auf die Wände des Ge-

fäßes
ein cy
und
die ü
mit ein
dehnun
Luftma
mens
zudrück
eine d
der ei
Gefäßv
Da die
Volum
Im al
Druck
propo
Verhä
eines
umgeb

Um
darauf
durch
beiden
langen
drisch
Bei *B*
nen Que
Millime
silbers
während
einem T
so steht
der Que
fangspu
im kurz
Druck
zugelos
haltener
gedrück
die Häl
sprüngle
noch de
zuzufüg
sphären
weis de
anfängl
silber, d
bleibt u
fließen,
im offen
das Dop
ausgede
Drittel-
der Que
1
2
Ind

fäßes aus, besitzt also eine gewisse Spannkraft. Es sei z. B. AB (Fig. 92) ein cylindrisches Gefäß von 1 qcm Querschnitt, welches mit Luft gefüllt und durch einen luftdicht schließenden Stempel B verschlossen ist. Wird die über dem Stempel B befindliche Luft entfernt, so muß der Stempel mit einem Gewicht von etwa 1 kg (§ 90) belastet werden, um die Ausdehnung der im Gefäß enthaltenen Luft zu verhindern. Um die Luftmasse bis auf die Hälfte ihres ursprünglichen Volumens zu komprimieren, oder um den Stempel bis C niederzudrücken, ist eine Belastung von 2 kg erforderlich. Durch eine derartige Belastung verdoppelt sich auch die Spannkraft der eingeschlossenen Luft, und jedes Quadratcentimeter der Gefäßwand hat also jetzt den doppelten Druck auszuhalten. Da dieselbe Luftmasse nur noch die Hälfte ihres ursprünglichen Volumens einnimmt, so ist ihre Dichtigkeit die doppelte. Im allgemeinen ist das Volumen einer Gasmasse dem Drucke, welchem dieselbe ausgesetzt ist, umgekehrt proportional, oder die Dichtigkeit wächst im geraden Verhältnis des Druckes, oder auch, die Spannkraft eines Gases ist der Dichtigkeit direkt, dem Volumen umgekehrt proportional.

Fig. 92.

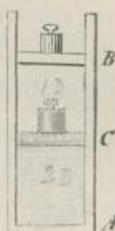


Fig. 93.



Um die Richtigkeit dieses zuerst von Boyle (1662) und bald darauf unabhängig von Mariotte (1679) aufgefundenen Gesetzes durch den Versuch zu erweisen, dient am besten eine gebogene, an beiden Enden offene Glasröhre ABC (Fig. 93) mit den ungleich langen Schenkeln AB, BC , von denen der kürzere, der genau cylindrisch sein muß, bei C durch einen Hahn verschlossen werden kann. Bei B ist ein zweiter Hahn zum Ablassen des in die Röhre gegossenen Quecksilbers angebracht. Die Röhre ist mit einer in Linien oder Millimeter getheilten Skala versehen, an welcher der Stand des Quecksilbers in beiden Schenkeln abgelesen werden kann. Gießt man nun, während der Hahn B geschlossen und C geöffnet ist, durch die mit einem Trichter versehene Öffnung A etwas Quecksilber in die Röhre, so steht dasselbe in beiden Schenkeln gleich hoch. Wenn der Gipfel der Quecksilbersäule in beiden Schenkeln den mit 0 bezeichneten Anfangspunkt der Skala erreicht hat, schließt man den Hahn C . Die im kürzeren Schenkel abgeschlossene Luftsäule steht dann unter dem Druck einer Atmosphäre (§ 90). Wird jetzt bei A mehr Quecksilber zugegossen, so wird durch den Druck der im längeren Schenkel enthaltenen Quecksilbersäule die Luft im kürzeren Schenkel zusammengedrückt und zwar bei einem Niveauunterschied von 760 mm genau auf die Hälfte, bei einem Unterschied von $2 \cdot 760$ mm auf $\frac{1}{3}$ ihres ursprünglichen Volumens, u. s. f. Da jedesmal zu dem Druck der Quecksilbersäule noch der auf das Quecksilber im offenen Schenkel wirkende Atmosphärendruck hinzuzufügen ist, so ergibt sich daraus, daß dem Druck von 1, 2, 3, u. s. f. Atmosphären beziehungsweise die Volumina $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3},$ u. s. f. entsprechen. — Zum Nachweis der Richtigkeit des Gesetzes auch für Verdünnung der Luft füllt man anfänglich, während der Hahn C offen bleibt, beide Schenkel so weit mit Quecksilber, daß bei C nur ein wenige Centimeter langer Teil der Röhre mit Luft gefüllt bleibt und schließt dann den Hahn C . Läßt man darauf bei B Quecksilber abfließen, so verdünnt sich die Luft bei C , und das Niveau des Quecksilbers steht im offenen Schenkel niedriger, als im geschlossenen. Hat sich die Luft bei C auf das Doppelte, das Dreifache, das Vierfache u. s. w. ihres ursprünglichen Volumens ausgedehnt, so steht sie bezüglich nur unter dem Druck einer halben, einer Drittel-, einer Viertel- u. s. w. Atmosphäre, beträgt also der Niveauunterschied der Quecksilbersäulen entsprechend

$$\frac{1}{2} \cdot 760 = 380 \text{ mm}, \quad \frac{2}{3} \cdot 760 = 506\frac{2}{3} \text{ mm}, \quad \frac{3}{4} \cdot 760 = 570 \text{ mm}, \text{ u. s. w.}$$

Indem Regnault den Schenkel AB bis zu einer Höhe von 24 m verlängerte,

prüfte er (1845) die Richtigkeit des Mariotteschen Gesetzes für atmosphärische Luft und für verschiedene Gase bis zu einem Druck von 30 Atmosphären. Er fand, daß die atmosphärische Luft und die Gase auch bei hohem Druck, solange sie noch ihrem Verflüssigungspunkt (vergl. § 212) fern bleiben, nur sehr geringe Abweichungen vom Mariotteschen Gesetz wahrnehmen lassen. In der Nähe des Verflüssigungspunktes zeigten sich grössere Abweichungen, indem alsdann namentlich die Dichtigkeit der Gase in schnellerem Verhältnis wächst als der Druck. Natterer ging in seinen Untersuchungen bis zu einem Druck von 3600 Atmosphären.

Bezeichnet v das Volumen einer Gasmasse unter dem Druck p , v_1 das Volumen derselben Gasmasse unter dem Druck p_1 , so wird das Mariottesche Gesetz durch die Proportion

$$v : v_1 = p_1 : p,$$

oder auch durch die Gleichung

$$pv = p_1 v_1$$

ausgedrückt, d. h. bei gleichbleibender Temperatur ist das Produkt aus Druck und Volumen einer bestimmten Gasmenge konstant. Da ferner die Dichtigkeit in demselben Verhältnis wächst, in welchem das Volumen abnimmt, so folgt

$$d : d_1 = p : p_1.$$

§ 93. Das Manometer dient zur Messung des Druckes eingeschlossener Gase, Dämpfe oder Flüssigkeiten (vergl. §§ 71, 216, 223). Man unterscheidet offene und geschlossene Manometer. Das offene Manometer besteht aus einer oben und unten offenen, mit einer Skala versehenen Glasröhre, deren unteres Ende in ein Gefäß mit Quecksilber taucht. Ein auf die Oberfläche dieses Quecksilbers ausgeübter Luft- oder Dampfdruck treibt das Quecksilber im Innern der Röhre empor und aus der Höhe der gehobenen Quecksilbersäule kann, nach dem obigen (§ 90), der Druck in Atmosphären oder in Kilogrammen berechnet werden. Da bei hohem Druck die Quecksilbersäule sehr hoch sein muß, wodurch der Gebrauch der offenen Manometer unbequem wird, so bedient man sich der geschlossenen Manometer, bei welchen durch das Quecksilber in dem oben geschlossenen Rohr eine Luftmenge abgesperrt wird, deren im umgekehrten Verhältnis des Volumens wachsender Druck zu dem durch das Gewicht der Quecksilbersäule hervorgebrachten hinzutritt. Man kann leicht den jedem Stand der Quecksilbersäule im Manometerrohr entsprechenden Luft- oder Dampfdruck bestimmen und dasselbe danach ein für allemal mit einer festen Skala versehen.

§ 94. Bestimmung der Dichtigkeit gasförmiger Körper. Die Bestimmung der Dichtigkeit verschiedener Gase geschieht auf direktestem Wege, indem man einen Ballon von bekanntem Rauminhalt zuerst luftleer abwägt und sodann sein Gewicht bestimmt, nachdem man ihn entweder mit atmosphärischer Luft, oder mit den verschiedenen, zu untersuchenden Gasen gefüllt hat. Da jedoch die Dichtigkeit gasförmiger Körper je nach dem Druck, unter welchem dieselben stehen, veränderlich ist, und da dieselben ferner durch die Wärme in sehr hohem Grade ausgedehnt werden, so muß bei der Bestimmung von Gasdichten auf Luftdruck und Temperatur jederzeit Rücksicht genommen werden. Da aber durch Änderungen des Luftdruckes sowohl als der Temperatur die Dichtigkeit aller Gase nahe in gleichem Verhältnis beeinflusst wird (§§ 92 und 202), so bleibt das Verhältnis der Dichtigkeiten je zweier Gase stets nahe dasselbe, vorausgesetzt, daß sie gleichen Änderungen des Druckes und der Temperatur unterworfen werden. — Man pflegt deshalb die relative Dichtigkeit oder das spezifische Gewicht der Gase auf das der atmosphärischen Luft, oder auch auf das des leichtesten Gases, des Wasserstoffs, als Einheit zu beziehen (siehe die Tabelle § 14).

Die atmosphärische Luft (s. § 19) ist bei der Temperatur von 0° und dem Barometerstand von 760 mm (in Paris, Breite 48° 50') 773 mal leichter als Wasser, oder 1 Liter Luft wiegt 1,293 g. Ein Liter Wasserstoff wiegt 0,0896 g.

Regnault bestimmte (1847) die atmosphärische Luft unter 45° nördl. Breite und im Meeresniveau als 773,533 mal leichter als Wasser bei 4° C. und 10517 mal leichter als Quecksilber.

Über den Zusammenhang zwischen den Dichtigkeiten und den chemischen Äquivalentgewichten gasförmiger Körper s. § 18.

§ 95. Barometrische Höhenmessung. Da der Luftdruck von dem Gewicht der Atmosphäre herrührt, so nimmt derselbe mit wachsender Erhebung über die Erdoberfläche ab. Der Barometerstand ist daher auf einem Berge niedriger als in der Ebene oder am Meeresspiegel. Die Abnahme des Luftdrucks erfolgt jedoch nicht regelmäÙig in der Weise, daß einer gleich großen vertikalen Erhebung immer dieselbe Abnahme des Barometerstandes entspricht, sondern dieselbe wird mit wachsender Höhe langsamer. Dies rührt davon her, daß die unteren Schichten der Atmosphäre durch das Gewicht der darüber befindlichen Teile stärker zusammengedrückt, mithin dichter sind als die oberen, und zwar nimmt nach dem Gesetz von Mariotte (§ 92) die Dichtigkeit der Luft in demselben Verhältnis ab, als der Druck oder der Barometerstand. Es wird deshalb einer Erhebung, z. B. um 100 m, in den höheren und mithin dünneren Schichten der Atmosphäre eine geringere Abnahme des Luftdruckes entsprechen, als in den unteren, dichteren Schichten. Um das Gesetz der Abnahme des Druckes mit wachsender Höhe zu ermitteln, soll vorläufig die Temperatur in der ganzen Höhe einer vertikalen Luftsäule als gleichförmig vorausgesetzt werden. Man denke sich die vertikale Luftsäule AB (Fig. 94) durch horizontale Ebenen in Schichten von je 1 m Höhe geteilt. Innerhalb jeder dieser Schichten darf die Dichtigkeit der Luft ohne merklichen Fehler als gleichförmig betrachtet werden. Es sei b_0 der Barometerstand im Meeresniveau, welcher 760 mm beträgt, b_1, b_2, b_3, \dots bezeichnen den Barometerstand in 1, 2, 3, . . . Meter Höhe. Die Dichtigkeiten der auf einander folgenden Luftschichten werden mit d_1, d_2, d_3, \dots bezeichnet, und zwar soll d die Dichtigkeit der Luft im Verhältnis zum Quecksilber angeben. Da beim Barometerstand b_0 die Luft 773 mal leichter als Wasser (§ 94), dieses aber 13,596 mal leichter als Quecksilber ist, so ist

$d_1 = \frac{1}{13,596 \cdot 773} = \frac{1}{10510}$. Die 1 m hohe Luftsäule AA₁ wird dann einer d_1 m hohen Quecksilbersäule das Gleichgewicht halten (§ 74), oder es ist:

ebenso ist ferner:

$$\begin{aligned} b_0 - b_1 &= d_1; \\ b_1 - b_2 &= d_2; \\ b_2 - b_3 &= d_3 \text{ u. s. f.} \end{aligned}$$

Nach dem Mariotteschen Gesetz ist aber:

$$\begin{aligned} d_1 : d_2 &= b_1 : b_2 \\ d_2 : d_3 &= b_2 : b_3 \text{ u. s. f.,} \end{aligned}$$

oder wenn man in diese Proportionen die obigen Werte für d_1, d_2, d_3, \dots einsetzt:

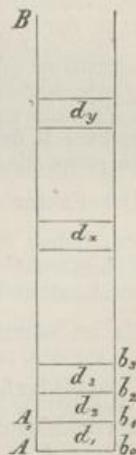
$$\begin{aligned} b_0 - b_1 : b_1 - b_2 &= b_1 : b_2 \\ b_1 - b_2 : b_2 - b_3 &= b_2 : b_3 \text{ u. s. f.,} \end{aligned}$$

woraus nach einem bekannten Satz der Proportionslehre ($a : b = c : d$, folglich $a + c : b + d = c : d$) folgt:

$$\begin{aligned} b_0 : b_1 &= b_1 : b_2 \\ b_1 : b_2 &= b_2 : b_3 \text{ u. s. f.} \end{aligned}$$

Es bilden demnach die gleichen Höhenunterschieden entsprechenden Barometerstände eine Reihenfolge von stetigen Proportionen; oder wenn der Quotient $\frac{b_1}{b_0}$ mit k bezeichnet wird, so ist $b_1 = b_0 k, b_2 = b_1 k, b_3 = b_2 k, \dots$ u. s. f. Da $b_1 < b_0$ ist, so ist $k < 1$, und die Barometerstände b_0, b_1, b_2, \dots bilden eine abnehmende geometrische Reihe. Es folgt daraus der wichtige Satz, daß die Barometerstände in geometrischer Reihe abnehmen, wenn die Höhen

Fig. 94.



in arithmetischer Reihe wachsen. Nach den Gesetzen der geometrischen Reihe ergibt sich $b_1 = b_0 k$, $b_2 = b_0 k^2$, . . . , und wenn b_x und b_y die Barometerstände in x m und y m Höhe bezeichnen,

$$b_x = b_0 \cdot k^x, \quad b_y = b_0 \cdot k^y.$$

Es handelt sich nun darum, wenn in den unbekanntenen Höhen über dem Meeresspiegel, x und y , die Barometerstände b_x und b_y beobachtet worden sind, daraus den Höhenunterschied $y - x = h$ zu finden. Durch Division der vorhergehenden Gleichungen erhält man:

$$\frac{b_y}{b_x} = k^{y-x} = k^h,$$

daraus:

$$h \log k = \log b_y - \log b_x,$$

mithin:

$$h = - \frac{1}{\log k} (\log b_x - \log b_y).$$

Da $k < 1$, so ist $\log k$ negativ, mithin hat der vor der Klammer stehende Faktor $-\frac{1}{\log k}$ einen positiven Wert. Dasselbe gilt von der in der Klammer stehenden

Differenz der Logarithmen, da $b_x > b_y$ ist. Der Faktor $-\frac{1}{\log k}$, der einen unveränderlichen Wert besitzt und der Kürze wegen mit A bezeichnet werden soll, kann, wie sogleich gezeigt werden wird, entweder durch Rechnung oder durch einen Versuch ein für allemal bestimmt werden. Es ist somit der gesuchte Höhenunterschied h der Differenz der Logarithmen der beobachteten Barometerstände proportional.

Der Faktor $A = -\frac{1}{\log k}$ kann entweder durch den Versuch bestimmt werden, indem man eine anderweitig bekannte Höhendifferenz auf barometrischem Wege bestimmt und aus den bekannten Größen h , b_x und b_y die unbekanntene Größe A ermittelt, oder man findet A durch Rechnung.

Es ist nämlich $k = \frac{b_1}{b_0}$, oder auch, da $b_1 = b_0 - d_1$ war, $k = 1 - \frac{d_1}{b_0}$. Da $d_1 = \frac{1}{10510}$ gefunden wurde, so ist $\frac{d_1}{b_0}$ eine sehr kleine Zahl und k sehr wenig von 1 verschieden. Aus der Theorie der Logarithmen folgt:

$$\log \left(1 - \frac{d_1}{b_0} \right) = -M \left[\frac{d_1}{b_0} + \frac{1}{2} \left(\frac{d_1}{b_0} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{d_1}{b_0} \right)^3 + \dots \right],$$

wo M den Modulus des Logarithmensystems bezeichnet, der für Briggsische oder dekadische Logarithmen = 0,434294 . . . ist. Da das Quadrat und die höheren Potenzen von $\frac{d_1}{b_0}$ ohne merklichen Fehler vernachlässigt werden können, so erhält

$$\text{man einfach:} \quad \log k = -M \cdot \frac{d_1}{b_0} \quad \text{und} \quad A = -\frac{1}{\log k} = \frac{b_0}{M d_1}.$$

Durch Einsetzung der Zahlenwerte ergibt sich:

$$A = \frac{0,76 \cdot 10510}{0,434294} = 18392 \text{ m}^*).$$

Dabei war vorausgesetzt, daß die Luftsäule in ihrer ganzen Höhe die Temperatur von 0° besitze. Bei einer höheren Temperatur t ist jedoch ihre Dichtigkeit geringer im Verhältnis von $1 : 1 + \alpha t$ (§ 202), wenn $\alpha = \frac{11}{3000}$ den Ausdehnungskoeffizienten der Luft bezeichnet. Es muß daher die nach obiger Formel gefundene Höhe noch mit $(1 + \alpha t)$ multipliziert werden. Da die Temperatur an den beiden Punkten, deren Höhenunterschied bestimmt werden soll, in der Regel verschieden ist, so nimmt man für die Temperatur der Luftsäule das arithmetische Mittel aus den an beiden Stationen beobachteten Temperaturen. Bei genauen Messungen ist ferner der Feuchtigkeitsgehalt der Luft, sowie der Umstand zu berücksichtigen, daß mit der geographischen Breite sich die Intensität der Schwerkraft ändert und infolgedessen, bei gleicher Höhe der barometrischen Quecksilbersäule b_0 , die Dichtigkeit der Luft d am Äquator etwas geringer ist als am Pol.

*) Durch Vergleichung des Barometerstandes auf Höhen, welche trigonometrisch genau gemessen waren, fand Ramond (1811) für A den Wert 18393 m.

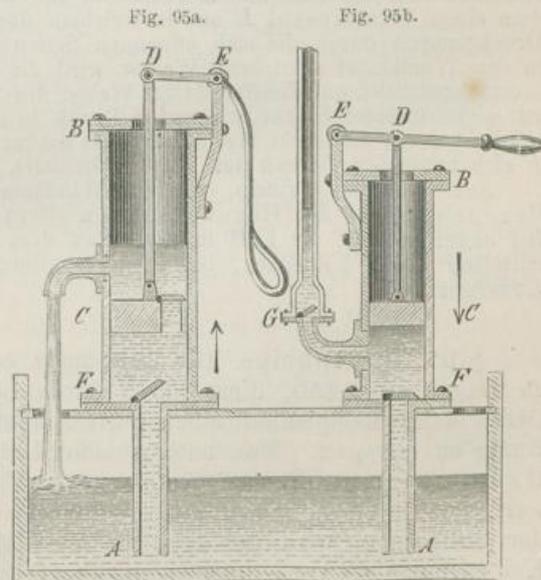
Der Gedanke, das Barometer zur Messung von Berghöhen zu benutzen, rührt von Pascal her, auf dessen Veranlassung zuerst sein Schwager Périer am 19. September 1648 mit einem Barometer den etwa 970 m hohen Puy-de-Dôme bestieg und auf dem Gipfel eine Abnahme des Luftdruckes von etwas mehr als 8 cm beobachtete.

Barometrische Höhenmessungen geben nur dann genaue Resultate, wenn die horizontale Entfernung der beiden Beobachtungsstationen nicht zu groß ist. Wo möglich muß der Barometerstand am Fuße und auf dem Gipfel des Berges gleichzeitig von zwei Beobachtern nach vorausgegangener Verabredung bestimmt werden. — Durch die leicht transportablen Metall- oder Aneroidbarometer (*ἀ-νηρός*, nicht-feucht) sind in neuerer Zeit die barometrischen Höhenmessungen erleichtert worden. Dieselben beruhen auf den Formveränderungen, welche eine Metallbüchse mit dünnem, elastischem Deckel, oder eine gebogene, dünnwandige Röhre, welche luftleer gepumpt sind, durch den äußeren Luftdruck erleiden. Die dadurch erzeugten kleinen Bewegungen werden mittelst eines Winkelhebels auf einen um eine Axe drehbaren Zeiger übertragen und durch diesen auf einer kreisförmigen Skala im vergrößerten Maßstabe sichtbar gemacht. — Doch müssen solche Metallbarometer öfter mit einem Normal-Quecksilberbarometer verglichen werden, wenn sie brauchbare Resultate ergeben sollen.

Die verschiedenen Meere sind nicht gleich hoch. Um die Angaben „über dem Meer“ in Übereinstimmung zu bringen, werden seit 1878 durch Beschluß des „Centralkomitees der Vermessungen im preussischen Staat“ alle staatlich unternommenen Nivellements auf einen in der Berliner Sternwarte besonders fundierten Normalhöhenpunkt bezogen, dessen Höhe gleich 37 m über „Normal-Null“, d. h. ungefähr 37 m über dem Mittelwasser der Nord- und Ostsee angenommen worden ist.

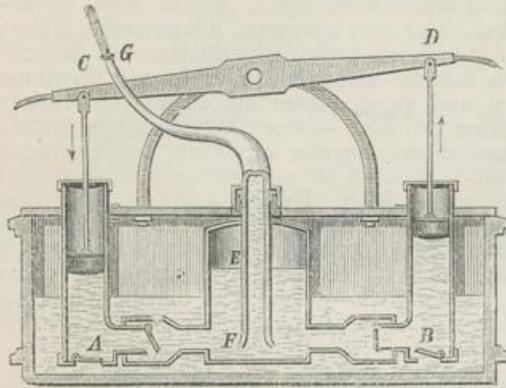
§ 96. Wasserpumpen. Auf den Gesetzen des Luftdruckes beruht die Wirkung der Pumpen, deren man sich zum Heben des Wassers bedient. Das Pumpenrohr AB (Fig. 95a und b) steht mit seinem unteren Ende in dem mit Wasser gefüllten Brunnenkessel. In dem oberen, genau cylindrisch ausgebohrten Teile des Rohres BF wird der luftdicht anschließende Kolben C mittelst der Kolbenstange CD , die an dem Hebel DE befestigt ist, auf und nieder bewegt. Beim Aufziehen des Kolbens wird das Wasser aus dem Brunnenkessel durch den auf das äußere Niveau wirkenden Luftdruck in das Pumpenrohr emporgetrieben. Am unteren Ende des Rohres BF ist das Bodenventil F angebracht, eine mit Leder überzogene Klappe, welche sich nach oben öffnet und dem von unten in das Pumpenrohr eintretenden Wasser den Durchgang gestattet, beim Niederdrücken des Kolbens aber die Öffnung des Rohres verschließt und den Rücktritt des Wassers verhindert.

Bei den Saugpumpen (Fig. 95a) ist nun der Kolben C mit einem Kanal durchbohrt, welcher durch ein zweites, nach oben sich öffnendes Ventil, das Kolbenventil, verschlossen ist. Beim Aufziehen des



Kolbens schließt sich das Kolbenventil, und das Wasser wird durch das geöffnete Bodenventil angesaugt; beim Niederdrücken des Kolbens dagegen schließt sich das Bodenventil, und das Wasser tritt durch das geöffnete Kolbenventil über den Kolben. Beim abermaligen Emporziehen des Kolbens wird das über denselben getretene Wasser emporgehoben und fließt durch das Seitenrohr ab, während gleichzeitig eine neue Wassermenge aus dem Brunnenkessel angesaugt wird.

Fig. 96.



Die Druckpumpen kommen namentlich in Anwendung, wo das Wasser auf größere Höhen gehoben oder wo, wie bei den Feuerspritzen, ein Wasserstrahl zu großer Höhe emporgetrieben werden soll. Da das Wasser bei der Druckpumpe nur während des Niedergangs des Kolbens emporgetrieben wird, so verbindet man bei der Feuerspritze, um den Strahl gleichförmig zu machen, in der Regel zwei Druckpumpen, *A* und *B* (Fig. 96), deren Kolbenstangen an einem zweiarmigen Hebel *CD* befestigt sind und abwechselnd auf- und niedergehen, und bringt außerdem einen Windkessel *E* an, in welchem das Wasser abwechselnd aus beiden Druckpumpen durch die sich öffnenden Seitenventile getrieben wird. Durch das in den Windkessel getriebene Wasser wird die in demselben enthaltene Luft zusammengedrückt, und diese treibt das Wasser durch ihren auf die Oberfläche desselben mit gleichförmiger Stärke wirkenden Druck in das Steigrohr *FG* empor, welches luftdicht durch die Decke des Windkessels hindurchgeht, und dessen untere Öffnung *F* sich unter dem Niveau des Wassers befindet.

Auf demselben Prinzip, wie der Windkessel der Feuerspritzen, beruht der Heronsball und der Heronsbrunnen (Hero von Alexandrien um 100 v. Chr.) Bei ersterem wird die Luft in dem über dem Wasser befindlichen Raum *E* unmittelbar durch Einblasen, bei letzterem durch den Druck einer Wassersäule verdichtet.

§ 97. Luftpumpe. Die Luftpumpe, erfunden von Otto v. Guericke zu Magdeburg 1650, dient dazu, durch Entfernung der Luft aus einem Gefäß oder Recipienten einen luftverdünnten oder annähernd luftleeren Raum zu erzeugen. Man unterscheidet Hahn- und Ventilluftpumpen. Die Hahnluftpumpe (Fig. 97) kann zweckmäßig folgendermaßen eingerichtet werden. In einem genau ausgeschliffenen Hohlzylinder *AB*, dem Stiefel der Luftpumpe, wird der luftdicht anschließende Kolben *C* mittelst der Kolbenstange *CD* auf- und niederbewegt. Am Boden des Stiefels ist ein Hahn angebracht, welcher, wie in Figur 98a und b angedeutet, mit einer doppelten Bohrung versehen ist. Bei der Stellung *a* steht der Pumpenstiefel durch die gerade durchgehende Bohrung des Hahnes mit dem Rohr

Bei den Druckpumpen (Fig. 95b) ist der Kolben nicht durchbohrt, dagegen ist dicht über dem Bodenventil ein Seitenrohr angebracht, dessen Eingang durch das nach außen sich öffnende Ventil *G* verschlossen ist, und welches in das Steigrohr *GH* übergeht. Beim Niederdrücken des Kolbens wird das Wasser durch das sich öffnende Ventil *G* in das Steigrohr getrieben, während beim Aufziehen des Kolbens das Ventil den Rücktritt des Wassers verhindert.

EF ...
Wird ...
halte ...
so da ...
Stiefe ...
seitlic ...
äufser ...
im St ...
zurück ...
wüns ...
bei d ...
ersetz ...
A ...
Klapp ...
luftdic ...
sein w ...
dünnu ...
ten no ...
zu we ...
genan ...
einem ...
(Fig. ...
der P ...
Öffnun ...
liegen ...
einen ...
wird ...
der ...
obenh ...
luftdic ...
A ...
Versu ...
glocke ...
geschl ...
nen T ...
nachd ...
tung ...
striche ...
wird ...
H an ...
10-1 ...
und ...
Luftd ...
gesund ...
spric ...
Dasse ...
silbers ...
dieser ...
Skala ...
Luftd ...
zu kö ...
und ...
Glasr ...
Queck ...
Queck ...
Verdü ...
wäre ...
S ...
Raum

EF und dem zu entleerenden Gefäß oder Recipienten *G* in Verbindung. Wird der Kolben emporgezogen, so tritt ein Teil der im Recipienten enthaltenen Luft in den Pumpenstiefel. Dreht man jetzt den Hahn um 90° , so daß derselbe die Stellung *b* erhält, so wird die Verbindung zwischen Stiefel und Recipienten unterbrochen, der erstere tritt dagegen durch die seitliche Bohrung des Hahnes und die Öffnung *v* in Verbindung mit der äußeren Atmosphäre, und beim Niederdrücken des Kolbens entweicht die im Stiefel enthaltene Luft. Der Hahn wird nun wieder in die Stellung *a* zurückgedreht, der Kolben wird wieder emporgezogen u. s. f., bis der gewünschte Grad der Luftverdünnung erreicht ist.

Um das lästige Drehen des Hahnes zu vermeiden, hat man denselben bei der Ventilluftpumpe durch ein Bodenventil und ein Kolbenventil ersetzt, die ganz ähnlich wie bei der Saugpumpe (§ 96) angeordnet sind.

Anstatt der mit Leder überzogenen Klappenventile, welche nicht hinreichend luftdicht schliessen und außerdem zu schwer sein würden, um bei fortschreitender Verdünnung durch den geringen, im Recipienten noch stattfindenden Luftdruck gehoben zu werden, wendet man in der Regel sogenannte Blasenventile an, welche aus einem rechtwinkligen Streifen Blase *abcd* (Fig. 99) gebildet sind, der eine kleine, in der Bodenplatte des Stiefels befindliche Öffnung *e* bedeckt und an zwei gegenüberliegenden Seiten *ab*, *cd* befestigt ist. Durch einen von unten wirkenden Luftdruck wird derselbe leicht gehoben und gestattet der Luft den Durchgang; durch einen von oben wirkenden Druck dagegen wird er luftdicht gegen die Messingplatte gedrückt.

Als Recipient dient bei den meisten Versuchen mit der Luftpumpe eine Glasglocke mit breitem, vollkommen eben abgeschliffenem Rande, welche auf den ebenen Teller der Luftpumpe gesetzt wird, nachdem man den Rand zu besserer Dichtung mit einer geringen Quantität Fett bestrichen hat. Der Grad der Verdünnung wird durch die Barometerprobe (Fig. 97)

H angegeben, welche ein abgekürztes Heberbarometer bildet, dessen Schenkel nur 10–15 cm lang sind. Der geschlossene Schenkel ist ganz mit Quecksilber gefüllt und durch sorgfältiges Auskochen von jeder Spur von Luft befreit. Solange der Luftdruck im Recipienten der Luftpumpe noch nicht unter die GröÙe herabgesunken ist, welche dem Niveauunterschied beider Schenkel entspricht, bleibt der geschlossene Schenkel ganz mit Quecksilber gefüllt. Dasselbe beginnt erst zu sinken, wenn ein der Höhe dieser Quecksilbersäule entsprechender Grad der Verdünnung erreicht ist. Von diesem Augenblick an giebt der Niveauunterschied, welcher an der Skala der Barometerprobe abgelesen wird, den noch vorhandenen Luftdruck an. Um auch geringere Grade der Verdünnung messen zu können, setzt man mit dem Recipienten das obere Ende eines oben und unten offenen, mehr als 760 mm (28 par.) langen, vertikalen Glasrohres in Verbindung, dessen unteres Ende in ein Gefäß mit Quecksilber taucht. Wenn die Luft im Recipienten verdünnt wird, so wird eine Quecksilbersäule im Rohr emporgesaugt, deren Höhe den erreichten Grad der Verdünnung anzeigt. Wenn die vollkommene Luftleere im Recipienten erreicht wäre, so müÙte diese Höhe der Barometerhöhe gleich sein.

Selbst mit der besten Luftpumpe ist es nicht möglich, einen absolut luftleeren Raum zu erzeugen. Bezeichnet *v* den Rauminhalt des Recipienten einschließ-

Fig. 97.

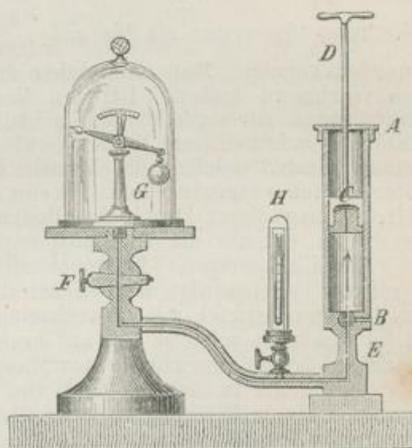


Fig. 98a.

Fig. 98b.

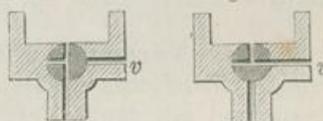


Fig. 99.



des Verbindungsrohres *EF*, *w* den Rauminhalt des Pumpenstiefels, so wird sich beim ersten Kolbenzug das Luftvolumen von *v* ccm auf $(v + w)$ ccm ausdehnen, mithin die Dichtigkeit im Recipienten nach dem ersten Kolbenzuge nur noch $\frac{v}{v+w}$ der ursprünglichen betragen. Ebenso würden nach *n* Kolbenzügen die Dichtigkeit und der Druck im Verhältnis von $\left(\frac{v}{v+w}\right)^n$ vermindert sein. Nach einer hinreichend großen Zahl von Kolbenzügen würde dieser Wert unter jede angebbare Größe herabsinken, oder es könnte jeder beliebige Grad der Verdünnung erreicht werden. Dies ist aber, auch abgesehen von den aus mangelhafter Dichtung des Kolbens und der Hähne entspringenden Fehlern, nicht möglich. Bei den Hahnluftpumpen bleibt nämlich nach dem Niederdrücken des Kolbens die Bohrung des Hahnes jedesmal mit Luft von der Dichtigkeit der Atmosphäre gefüllt. Wird nun der Hahn gedreht und der Kolben wieder emporgezogen, so breitet sich diese Luft im Stiefel aus. Wenn z. B. der mit Luft gefüllte sogenannte schädliche Raum des Hahnes $\frac{1}{1000}$ vom ganzen Volumen des Stiefels beträgt, so wird die Ver-

dünnung nie weiter als bis auf $\frac{1}{1000}$ der Dichtigkeit der Atmosphäre getrieben werden können. Man muß daher die Größe dieses schädlichen Raumes möglichst zu verringern suchen. Bei den Ventilluftpumpen kommt zu der Wirkung des nicht ganz zu vermeidenden schädlichen Raumes, der beim Niederdrücken des Kolbens zwischen dem Kolbenventil und Bodenventil übrigbleibt, noch der Widerstand hinzu, welchen die Ventile der Öffnung durch den schwachen Druck im Recipienten entgegensetzen. Wenn ein gewisser Grad der Verdünnung erreicht ist, vermag dieser Druck das Bodenventil nicht mehr zu heben. Im allgemeinen gestatten deshalb die Hahnluftpumpen einen höheren Grad der Verdünnung als die Ventilluftpumpen. Der nachteilige Einfluß des schädlichen Raumes kann zum größten Teil beseitigt werden bei den zweistiefligen Hahnluftpumpen, welche zwei Pumpenstiefel mit abwechselnd auf- und niedergehenden Kolben besitzen. Dies geschieht mittelst des auf besondere Weise durchbohrten Grafsmannschen Hahnes, dessen Einrichtung aus Mangel an Raum hier nicht erläutert werden kann. Auch die in neuerer Zeit von Geißler u. a. angegebenen Quecksilberluftpumpen, deren Wirkung im wesentlichen auf der Erzeugung eines Torricellischen Vacuums beruht, gestatten die Verdünnung der Luft weiter zu treiben, als dies bei den gewöhnlichen Luftpumpen der Fall ist, und werden namentlich zur Entleerung kleinerer Gefäße mit großem Vorteil angewendet.

§ 98. Versuche mit der Luftpumpe. 1. Verschließt man ein offenes cylindrisches Gefäß durch eine auf den eben abgeschliffenen Rand gelegte und mit etwas Fett luftdicht gemachte Glasplatte, oder durch ein Stück trockener Blase, so wird dasselbe beim Auspumpen der Luft aus dem Gefäß durch den einseitig wirkenden äußeren Luftdruck zersprengt.

2. Die Magdeburger Halbkugeln. Eine Hohlkugel ist aus zwei mit eben abgeschliffenen Rändern genau auf einander passenden Hälften zusammengesetzt. Die Halbkugeln können leicht getrennt werden, solange das Innere der Hohlkugel mit Luft gefüllt ist. Wird dieselbe durch eine zu diesem Zweck angebrachte, durch einen Hahn verschließbare Öffnung luftleer gemacht, so ist zur Trennung eine sehr große Kraft erforderlich.

Otto v. Guericke stellte diesen Versuch i. J. 1654 vor dem Reichstag zu Regensburg mit zwei Paar Halbkugeln von 45 und 67 cm Durchmesser an. Letztere konnten durch die Kraft von 24 Pferden nicht auseinander gerissen werden. Es ist leicht, die Größe der zur Trennung erforderlichen Kraft zu berechnen (§ 90). Die Glocke des Recipienten haftet, sobald sie luftleer gemacht worden ist, so fest auf dem Teller der Luftpumpe, daß es unmöglich ist, dieselbe abzuheben, oder seitwärts zu verschieben.

3. Quecksilber wird durch den Luftdruck durch eine dicke, senkrecht gegen die Fasern geschnittene Platte von Buchsbaumholz gepreßt.

4. Ein mit Quecksilber gefüllter Heber hört unter der Glocke der Luftpumpe auf zu fließen. (Vergl. § 100.)

5. Versuche, welche auf der Ausdehnung abgeschlossener Luftmassen beruhen. Ein hohler Gummiball, oder eine schlaff zugebundene Blase bläht sich unter der Glocke der Luftpumpe auf; der Wasserstrahl eines unter die Glocke gestellten Heronsballs beginnt zu springen, sobald die Luft verdünnt wird, u. s. w.

6. Entweichen absorbierter Gase. Aus Brunnenwasser steigen beim Abspumpen der Luft zahlreiche Luftbläschen auf, welche von absorbierten Gasen, namentlich Kohlensäure, herrühren (§ 107). Kohlensäurehaltige Getränke (Selterwasser, Bier) beginnen außerordentlich stark zu schäumen.

7. Lauwarmes Wasser kann durch Abspumpen der Luft zum Sieden gebracht werden, wobei seine Temperatur sinkt, da die zur Dampfbildung erforderliche Wärme dem Wasser entzogen wird (§ 209).

8. Stellt man unter den Recipienten ein Schälchen mit Wasser über ein größeres Gefäß mit konzentrierter Schwefelsäure, so wird die Temperatur des Wassers durch die schnelle Verdunstung im Vacuum nach einiger Zeit bis zum Gefrieren erniedrigt (§ 211).

9. Ein Stück Metall und eine Flaumfeder fallen im luftleeren Raum gleich schnell (§ 32).

10. An einem kleinen Wagebalken *G* (Fig. 97, Seite 111) ist einerseits eine Hohlkugel von Glas, andererseits ein Metallgewichtchen angebracht, so daß im luftgefüllten Raum der Wagebalken im Gleichgewicht ist und horizontal schwebt. Beim Abspumpen der Luft sinkt das Ende des Wagebalkens, an welchem die Glaskugel aufgehängt ist, beim Zuströmen der Luft stellt sich das Gleichgewicht wieder her (vergl. § 103).

11. Lichtflammen verlöschen, Tiere, namentlich warmblütige, sterben sogleich im luftleeren Raum, Schießpulver kann nicht entzündet werden. — Folgen des Mangels an Sauerstoff (§ 19.)

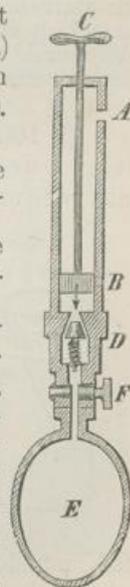
12. Der Schall eines unter dem Recipienten befindlichen Glöckchens wird unhörbar, wenn die Luft ausgepumpt ist (§ 121). Vergl. § 100.

Damit der Versuch gelinge, muß dafür gesorgt sein, daß die Glocke durch unelastische Körper, welche den Schall nicht fortpflanzen, von dem Körper der Luftpumpe getrennt sei.

Bei der Rohrpost wird die durch eine Luftpumpe verdünnte Luft zur Beförderung von Briefen vermittelst langer Röhren benutzt.

§ 99. Die Kompressionspumpe dient dazu, die atmosphärische Luft oder andere Gase in einem Recipienten zu verdichten. Der Recipient besteht in der Regel aus Metall (Kupfer, Gufsstahl und dergl.) und muß hinreichend starke Wände besitzen, um den beabsichtigten Druck ohne Gefahr des Zerspringens auszuhalten. Jede Hahnluftpumpe kann bei umgekehrter Stellung des Hahns auch zur Verdichtung der Luft benutzt werden. Einfacher ist folgende Einrichtung der Kompressionspumpe. In dem Stiefel *AB* (Fig. 100) wird der Kolben *B* mittelst des an der Kolbenstange befestigten Handgriffs *C* auf und nieder bewegt. Am unteren Ende des Stiefels ist bei *D* ein Kegelformiges Ventil angebracht, d. i. ein kegelförmiges Metallstück, welches die hohlkegelförmige Bohrung am unteren Ende des Stiefels genau verschließt, wenn es

Fig. 100.



von untenher gegen dieselbe gedrückt wird, welches aber beim Niederdrücken des Kolbens der Luft den Durchgang in der Richtung vom Stiefel nach dem Recipienten *E* gestattet. Beim Aufziehen des Kolbens schließt sich das Ventil *D* und hindert den Rücktritt der Luft aus dem Recipienten in den Stiefel. Bei *A* ist in der Seitenwand des letzteren eine Öffnung angebracht. Wird der Kolben bis über diese Öffnung emporgezogen, so füllt sich der Stiefel von neuem mit Luft von der Dichtigkeit der Atmosphäre, welche beim nächsten Kolbenstofs in den Recipienten geprefst wird, u. s. f.

Der Raum, welcher beim Niederdrücken des Kolbens zwischen diesem und dem Bodenventil übrigbleibt, wirkt hier, ähnlich wie bei den Verdünnungsluft-pumpen, als schädlicher Raum, welcher hindert, die Verdichtung bis über eine gewisse Grenze zu steigern. Indes giebt man bei den Kompressionspumpen häufig absichtlich dem schädlichen Raum eine gewisse Ausdehnung, um sich vor den gefährlichen Folgen einer durch Versehen zu weit gesteigerten Kompression zu sichern.

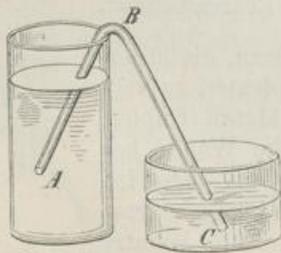
Im hohlen Kolben der Windbüchse wird vor dem Gebrauch die Luft bis auf 8–10 Atmosphären verdichtet. Wenn das den Recipienten verschließende Ventil durch den Drücker für einen Moment geöffnet wird, so strömt ein Teil der im Kolben verdichteten Luft aus und treibt durch ihren Druck das Geschoss mit großer Geschwindigkeit aus dem Lauf. Man kann auf diese Weise mehrere Schüsse nacheinander thun, ohne die Luft von neuem zu verdichten, wobei freilich der Druck der eingeschlossenen Luft und mithin die Geschwindigkeit des Geschosses bei jedem folgenden Schuß etwas geringer wird.

Wichtiger ist der Gebrauch, welchen man von der Kompressionspumpe gemacht hat, um Kohlensäure, Ammoniak, Cyangas und andere Gase in den tropfbar flüssigen Zustand überzuführen (s. unter Wärmelehre § 212).

Die Gebläse bewirken das Ausströmen von Luft unter erhöhtem Druck. Bei dem Cylindergebläse wird die Luft durch einen hin und her gehenden Kolben verdichtet; bei dem Trommelgebläse oder Ventilator wird die Luft in einem Gehäuse durch ein sich schnell drehendes Flügelrad in Bewegung gebracht, durch die Schwingkraft von der Mitte entfernt, um durch eine seitlich angebrachte Öffnung mit starkem Druck zu entweichen, während in den verdünnten Raum in der Mitte neue Luft einströmt. Bei dem Blasebalg strömt beim Aufziehen die Luft zum Teil durch das Ansatzrohr, besonders aber durch ein seitliches Ventil ein, und beim Zusammendrücken durch das Rohr mit Heftigkeit wieder aus.

§ 100. Einige Apparate, deren Wirksamkeit auf den Gesetzen des Luftdruckes beruht. Der Heber ist eine gebogene Röhre mit zwei ungleich langen Schenkeln, welche zur Überführung einer Flüssigkeit aus einem Gefäß in ein anderes dient.

Fig. 101.



Taucht der kürzere Schenkel *AB* (Fig. 101) in das mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit gefüllte Gefäß *A*, und füllt man den Heber durch Saugen bei *C* mit Flüssigkeit, so beginnt diese bei *C* auszufliessen, indem sie fortdauernd im kürzeren Schenkel *AB* aufsteigt und im längeren *BC* herabfließt, bis das Flüssigkeitsniveau das Ende des kürzeren Schenkels *A* erreicht hat. Läßt man den längeren Schenkel *BC* in ein zweites Gefäß münden, so dauert das Fließen nur so lange, bis das Flüssigkeitsniveau in beiden Gefäßen in gleicher Höhe steht. Der Luftdruck wirkt nämlich auf das Flüssigkeitsniveau auf beiden Seiten gleich stark, und wenn das Niveau auf beiden Seiten gleich ist, so üben auch die in den Schenkeln des Hebers vom Scheitel *B* bis zum Flüssigkeitsniveau ent-

halten
Nivea
keit
keit
M
— Im
dem I
dern l
Flüssi
steht.
760 m

oben
bedie
dung,
in die
so fül
die ar
dann
drück
Luft
Flüssi
von A
um da
dern.
die P

§
Nivea
keitsst
(vergl.
und o
welche
AB h
in der
Wird
kann
keine
beginn
Nivea
gleich
und ei
spreche
steigt i
Raum
schieh
Druck
digkei
Atmosp
durch i
Flasche

haltenen Flüssigkeitssäulen gleichen Druck aus (§ 73). Ist dagegen das Niveau auf beiden Seiten ungleich, so überwiegt der Druck der Flüssigkeitssäule, deren vertikale Höhe die größere ist, und treibt die Flüssigkeit nach der Seite des niederen Niveaus.

Man bedient sich zu Heberöhren zweckmäßig biegsamer Kautschukschläuche. — Im völlig luftleeren Raum versagt der Heber seinen Dienst, indem bei mangelndem Luftdruck die Flüssigkeit nicht mehr von *A* bis *B* aufzusteigen vermag, sondern bei *B* sich teilt und in jedem von beiden Schenkeln bis zu dem Niveau der Flüssigkeit im äußeren Gefäß herabsinkt, so daß bei *B* ein luftleerer Raum entsteht. (Vergl. § 98,4.) Ebenso darf die Biegung *B* des Hebers nicht höher als 760 mm über der Oberfläche der zu überführenden Flüssigkeit liegen (§ 90).

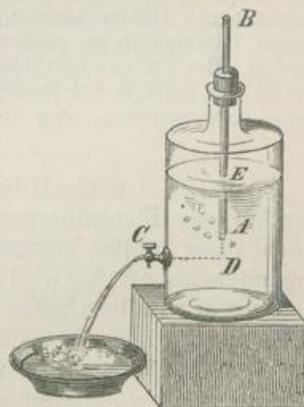
§ 101. Der Stechheber (Fig. 102) ist ein längliches, röhrenförmiges, oben und unten mit engen Öffnungen versehenes Gefäß, dessen man sich bedient, um Flüssigkeitsproben aus Gefäßen mit enger Mündung, z. B. aus Fässern, emporzuheben. Taucht man das Gefäß in die Flüssigkeit, während beide Zugänge *A* und *B* offen sind, so füllt es sich bis zum Niveau der äußeren Flüssigkeit, indem die aus dem Gefäß verdrängte Luft bei *A* entweicht. Wird dann beim Emporheben die Öffnung *A* durch den darauf gedrückten Daumen geschlossen, so wird der Wiedereintritt der Luft verhindert, und das Gefäß bleibt zum größten Teil mit Flüssigkeit gefüllt, welche bei *B* abfließt, sobald der Finger von *A* entfernt wird. Die Öffnung bei *B* muß eng genug sein, um das Eindringen von Luftblasen durch dieselbe zu verhindern. Eine ähnliche Vorrichtung im kleineren Maßstabe ist die Pipette.

Fig. 102.



§ 102. Das Mariottesche Gefäß mit konstantem Niveau wird benutzt, wo es sich darum handelt, einen Flüssigkeitsstrahl unter gleich bleibender Druckhöhe ausfließen zu lassen (vergl. § 84). Eine große Flasche *A* (Fig. 103) sei mit Wasser gefüllt und durch einen Kork verschlossen, durch welchen eine oben und unten offene Glasröhre *AB* hindurchgeht. Außerdem besitze dieselbe in der Nähe des Bodens eine Seitenöffnung *C*. Wird die Öffnung der Röhre *B* verschlossen, so kann bei *C* kein Wasser abfließen, weil bei *B* keine Luft eintreten kann. Wird *B* geöffnet, so beginnt das Wasser bei *C* auszufließen. Das Niveau des Wassers in der Röhre *AB* sinkt sogleich bis zum unteren Ende der Röhre *A* herab, und ein der ausfließenden Wassermenge entsprechendes Luftvolumen tritt durch *BA* ein und steigt in Blasen durch das Wasser in den oberen Raum der Flasche empor. Der Ausfluß geschieht dabei fortdauernd mit einer der Druckhöhe *AD* entsprechenden Geschwindigkeit. Die Wasserteilchen bei *A* stehen nämlich unter demselben Atmosphärendruck, wie bei *C*; der Druck der Wassersäule *AE* wird dadurch im Gleichgewicht gehalten, daß die Luft bei *E* im oberen Teil der Flasche etwas verdünnt ist und einen geringeren Druck auf das Wasser-

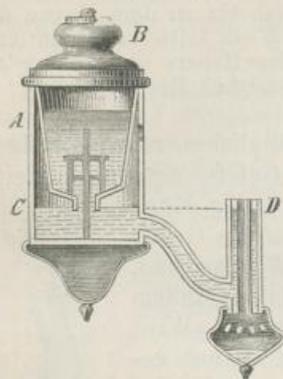
Fig. 103.



niveau ausübt, als die Atmosphäre bei *C*. Durch Emporziehen oder Herabsenken der Glasröhre *AB* kann die Druckhöhe und somit die Ausflusgeschwindigkeit beliebig geändert werden.

Auf einem ganz ähnlichen Prinzip beruht die Vorrichtung, deren man sich bei Öllampen bedient, um das Niveau des Brennöles andauernd auf der Höhe des Docht- randes zu erhalten. In das weitere, cylindrische Gefäß *A* ist umgekehrt das engere Gefäß *B* gestürzt, welches oben luftdicht verschlossen ist, unten aber bei *C* in eine kurze, offene Röhre mündet. Das Gefäß *B* ist mit Öl gefüllt. Dieses kann eben nur so lange ausfließen, als bei *C* Luft eintreten kann. Sobald daher das Niveau des Öles im weiteren Gefäß bis *C* gestiegen ist, hört das Ausfließen des Öles aus *B* auf, oder dauert nur in dem Maße fort, als durch das Verbrennen ein Teil des Öles bei *D* verzehrt wird. Der Rand des Docthalters muß sich in gleicher Horizontalebene mit dem Rande der Ausflusöffnung *C* befinden.

Fig. 104.



§ 103. Gewichtsverlust der Körper in der Luft; Einfluß desselben auf Wägungen. Genau dieselben Betrachtungen, durch welche in der Hydrostatik (§ 75) nachgewiesen wurde, daß ein in eine Flüssigkeit eingetauchter Körper durch den Druck derselben einen scheinbaren Gewichtsverlust erleidet, welcher dem Gewicht des verdrängten Flüssigkeitsvolumens gleich ist, sind auch auf Körper anwendbar, welche dem allseitigen Drucke eines umgebenden, gasförmigen Mittels ausgesetzt sind. Ein Körper wird in der umgebenden atmosphärischen Luft herabsinken, schweben oder emporsteigen, je nachdem sein eigenes Gewicht größer, genau gleich groß oder kleiner ist, als das des verdrängten Luftvolumens. Bei der Wägung in der Luft erscheint das Gewicht des zu wägenden Körpers um so mehr verringert, je mehr Luft er verdrängt, oder je geringer seine Dichtigkeit ist (s. oben § 98, 10).

Werden die Gewichte zweier Körper von annähernd gleicher Dichtigkeit verglichen, so kann sich der Gewichtsverlust beider bis auf eine unmerkliche Größe ausgleichen. Haben aber die durch Wägung zu vergleichenden Körper sehr ungleiche Dichtigkeit, so muß dieser Umstand bei genauen Wägungen berücksichtigt werden. Bei wissenschaftlichen Untersuchungen, bei welchen es sich um die größte erreichbare Schärfe der Bestimmungen handelt, müssen die Wägungen im luftleeren Raum vorgenommen, oder auf den luftleeren Raum reduziert werden.

§ 104. Luftballon. Wird ein aus leichtem Seidenzeug, welches durch einen Firnisüberzug luftdicht gemacht ist, angefertigter Ballon mit einem Gase gefüllt, dessen Dichtigkeit geringer ist, als diejenige der atmosphärischen Luft, so wird der Ballon in der Luft emporsteigen, sobald das Gewicht des Ballons nebst dem darin enthaltenen Gase und der angehängten Belastung geringer ist, als das der verdrängten Luft. Die Gebrüder Montgolfier brachten zuerst im Jahre 1783 Ballons mittelst durch Feuer erwärmter Luft zum Steigen, wobei stets die große Gefahr vorhanden war, daß der Ballon selbst sich durch das unter seiner Öffnung angebrachte Feuer entzündete. Charles wendete bald darauf zur Füllung des Ballons Wasserstoffgas an. In neuerer Zeit bedient man sich zur Füllung der Luftballons in der Regel des billiger und bequemer herzustellenden Leuchtgases. Da das spezifische Gewicht des Leuchtgases beträchtlich größer ist als das

des Wasserstoffgases (§ 14), so müssen allerdings die Dimensionen des Ballons vergrößert werden, um eine gleiche Steigkraft zu erzielen.

Ist v der Rauminhalt des gefüllten Ballons in Litern ausgedrückt, ist ferner p das Gewicht eines Liters atmosphärischer Luft beim herrschenden Barometerstand b und bei der Temperatur t , und bezeichnet s das spezifische Gewicht des im Ballon enthaltenen Gases, endlich P das Gewicht des Zeuges, aus welchem der Ballon besteht, nebst der angehängten Belastung, so ist das Gewicht der vom Ballon verdrängten Luft $v \cdot p$, das Gewicht des den Ballon füllenden Gases $v \cdot p \cdot s$, der Unterschied beider mithin $vp(1-s)$. Der Ballon würde in der Schicht der Atmosphäre, in welcher er sich befindet, gerade im Gleichgewicht sein, wenn $vp(1-s) = P$ wäre. Ist die Belastung P geringer, so giebt der Unterschied $vp(1-s) - P$ die Steigkraft an, welche übrigbleibt, oder das Gewicht, welches der Belastung noch hinzugefügt werden müßte, um den Ballon im Gleichgewicht zu erhalten. Mit wachsender Höhe über der Erdoberfläche nimmt der Barometerstand und infolgedessen die Dichtigkeit der Luft ab. Ist b_0 der Barometerstand an der Erdoberfläche, b_h der Barometerstand in der Höhe h , ferner p_0 und p_h das Gewicht eines Liters Luft an der Erdoberfläche und in der Höhe h , und bezeichnet wie oben s das spezifische Gewicht des Gases, mit welchem der Ballon gefüllt ist, so wird derselbe bis zu einer Höhe steigen, in welcher

$$v \cdot p_h (1-s) = P$$

ist. Wäre die Temperatur innerhalb der ganzen Höhe der Luftsäule gleich, so hätte man $p_h = p_0 \cdot \frac{b_h}{b_0}$, und indem man diesen Wert in obige Gleichung einsetzt, erhält man $\frac{b_h}{b_0} = \frac{P}{vp_0(1-s)}$. Aus dem Verhältnis der Barometerstände $\frac{b_h}{b_0}$ kann aber nach § 95 die Höhe h leicht gefunden werden.

§ 105. Ausströmungsgesetze der Gase. Für die Ausströmungsgeschwindigkeit der Gase gelten ähnliche Gesetze, wie für die der tropfbaren Flüssigkeiten (§ 84). Die Ausflusgeschwindigkeit wird nämlich ebenfalls durch die Formel

$$v = \sqrt{2gh}$$

dargestellt, wenn h die Höhe einer Gassäule von der Dichtigkeit des ausströmenden Gases vorstellt, welche denjenigen Druck oder die Druckdifferenz hervorbringen würde, unter welcher die Ausströmung erfolgt. Wird daher die Druckdifferenz durch die Höhe H einer Quecksilbersäule gemessen, und bezeichnet $D : d$ das Verhältnis der Dichtigkeit des Quecksilbers zu der des ausströmenden Gases, so hat man $H : h = d : D$ (§ 92), mithin:

$$v = \sqrt{\frac{2gH \cdot D}{d}}$$

woraus unter anderem das von Graham aufgestellte Gesetz sich ergibt, daß die Ausströmungsgeschwindigkeiten verschiedener Gase unter gleichem Quecksilberdruck den Quadratwurzeln aus ihren spezifischen Gewichten umgekehrt proportional sind. So ist z. B. Wasserstoffgas 16mal weniger dicht als Sauerstoffgas, mithin seine Ausströmungsgeschwindigkeit bei gleicher Druckdifferenz 4mal größer.

Für die atmosphärische Luft hat das Verhältnis $D : d$ den Wert 10517 (§ 94) und wird der Druck durch eine Quecksilbersäule von der Höhe $H = 76$ cm gemessen; demnach ergibt sich als die Ausflusgeschwindigkeit in den luftleeren Raum:

$$v = \sqrt{2g \cdot 0,76 \cdot 10517} = 396 \text{ m.}$$

Bei Berechnung der Ausflussmenge der Gase finden ähnliche Bemerkungen statt, wie bei den tropfbaren Flüssigkeiten (§ 85). Die Strömungen der Gase in Röhrenleitungen, wie sie z. B. bei der Gasbeleuchtung in Anwendung kommen, sind weniger einfachen Gesetzen unterworfen.

Bemerkenswert sind die Erscheinungen, welche beim Ausfluß eines Luftstromes aus einem engeren in ein weiteres Rohr, oder in einen unbegrenzten Luftraum stattfinden. Wird z. B. aus dem engen Rohr *a* in das weitere *b* (Fig. 105) ein

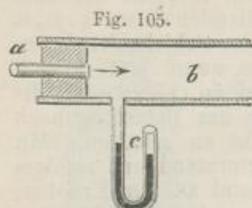


Fig. 105.

Luftstrom in der Richtung des Pfeiles geblasen, so wird dadurch in dem Rohr *b* nicht, wie man glauben könnte, eine Vermehrung, sondern eine Verminderung des Luftdruckes erzeugt, welche sich durch den Stand des Flüssigkeitsniveaus in den beiden Schenkeln des U-förmig gebogenen Rohres *c* zu erkennen giebt und als negativer Druck bezeichnet wird. Die Erscheinung erklärt sich daraus, daß die aus *a* mit einer gewissen Geschwindigkeit austretenden Luftteilchen, indem sie sich ausbreiten, ihre

Geschwindigkeit den im Rohr *b* enthaltenen ruhenden Luftteilchen mitteilen und dieselben im Sinne ihrer Bewegung mit sich fortzureißen streben. — Ähnliche Saugwirkungen kommen bei der Ausströmung tropfbarer Flüssigkeiten vor. Auf denselben beruht die Wirkung des sogenannten Wassertrommelgebläses, die Erzeugung des Luftzugs im Feuerherd der Lokomotiven durch das sogenannte Dampfblasrohr (§ 224), die Sprengelsche Quecksilberluftpumpe, der Giffardsche Injektor zur Einführung des Speisewassers in Dampfkessel, u. s. w. — Durch negativen Druck, hervorgebracht durch fließende Quellen im Innern der Insel, deren Nebenküfte mit den Einflußstellen in Verbindung stehen, und durch die das Meerwasser in den Quellstrang aufgezogen wird, hat wohl Wiebel richtig die Meermühlen von Argostoli auf Cephalonia erklärt. Das Meer fließt daselbst an zwei Stellen direkt in den Erdboden ein und zwar täglich etwa 160000 cbm, mit einer Fallhöhe, welche genügt, um an jedem Orte eine Mühle zu treiben, die eine seit 1835, die andere seit 1859 in ununterbrochener Thätigkeit.

§ 106. Diffusion der Gase. Setzt man zwei Gefäße, welche verschiedene Gase, z. B. Kohlensäure und Wasserstoffgas, enthalten, mit einander in Verbindung, so findet, selbst wenn das specifisch schwerere Gas im unteren, das specifisch leichtere im oberen Gefäß enthalten ist, eine allmähliche Vermischung beider Gase statt, so daß nach Verlauf einer gewissen Zeit das entstandene Gasgemenge überall dieselbe Zusammensetzung zeigt. Ein solches Gasgemenge ist auch die atmosphärische Luft, in welcher Sauerstoffgas und Stickstoffgas, trotz ihres verschiedenen specifischen Gewichts, in allen Höhengichten der Atmosphäre in gleichem Verhältnis (§ 89) gemischt sind. — Trennt man zwei Gase durch eine poröse Scheidewand, z. B. durch eine dünne Platte aus unglasiertem, gebranntem Thon, Gips, Graphit, u. s. w., so geht durch die Poren der Scheidewand die Vermischung oder Diffusion beider Gase ebenfalls vor sich. Beide Gase durchdringen jedoch die Scheidewand im allgemeinen mit ungleicher Geschwindigkeit und zwar sind diese Diffusionsgeschwindigkeiten, wie Graham (1834) gezeigt hat, ebenso wie die Ausflugschwindigkeiten (§ 105), den Quadratwurzeln aus den specifischen Gewichten der Gase umgekehrt proportional. (Vergl. § 83.)

Bringt man daher ein mit atmosphärischer Luft gefülltes und durch eine Platte von porösem Thon verschlossenes Gefäß in eine Atmosphäre von Wasserstoffgas oder Grubengas, so wird infolge der schnelleren Diffusion dieser specifisch leichteren Gase im Innern des Gefäßes eine Vermehrung des Luftdrucks erzeugt, eine Verminderung dagegen, wenn man dasselbe in eine Umgebung bringt, welche Kohlensäure oder ein anderes dichteres Gas enthält. Man hat diese Erscheinung zur Herstellung eines Apparates benutzt, der zur Erkennung des Vorhandenseins brennbarer Gase (der sogenannten „schlagenden Wetter“) in Kohlenbergwerken bestimmt ist.

§ 107. Absorption der Gase durch feste und flüssige Körper
Die festen Körper besitzen im allgemeinen die Eigenschaft, die sie umgebenden Gase an ihrer Oberfläche zu verdichten, so daß jeder Körper, welcher an der atmosphärischen Luft, oder in einem anderen Gase oder Gasgemenge gelegen hat, an seiner Oberfläche mit einer durch Adhäsion (§ 81) an derselben haftenden Gasschicht bedeckt ist, welche nur durch erhöhte Temperatur, oder durch sorgfältiges Abreiben mit Flüssigkeiten, mit Kohlenpulver oder anderen Substanzen, welche die verdichtete Gasschicht selbst absorbieren, entfernt werden kann (vergl. § 91). In besonders auffallendem Grade zeigt sich aber die Eigenschaft, gasförmige Körper an ihrer Oberfläche zu verdichten oder zu absorbieren, bei porösen Körpern, deren feine Poren in ihrem Innern eine im Verhältnis zum Volumen des Körpers außerordentlich große Oberfläche darbieten. Zu den porösen Körpern, welche ein vorzügliches Absorptionsvermögen für Gase besitzen, gehört vorzugsweise die frisch ausgeglühte Holzkohle. Nach Hunter vermag die Kohle des Buchsbaumholzes bei 0° ihr 85 faches, die des Campecheholzes ihr 111 faches Volumen Ammoniakgas zu absorbieren (§ 19e). Ein ausgezeichnetes Absorptionsvermögen für Gase besitzt ferner das Platin im fein verteilten Zustand, wie es aus seinen chemischen Verbindungen als Platinschwamm oder Platinmohr ausgeschieden wird. Diese Eigenschaft des Platinschwamms kommt bei der Wasserstoffzündmaschine zur Anwendung, indem ein auf Platinschwamm treffender Wasserstoffstrom an dessen Oberfläche mit solcher Energie verdichtet wird, daß sich der Platinschwamm bis zum Glühen erhitzt (§ 242) und die Entzündung des Wasserstoffgases bewirkt.

Auch durch Flüssigkeiten werden die Gase in verschiedenem und zum Teil sehr beträchtlichem Verhältnis aufgelöst oder absorbiert. Die Quantität des absorbierten Gases ist nach einem von Henry (1803) aufgestellten Gesetz dem Druck der mit der Flüssigkeit in Berührung stehenden Gasmasse proportional, so daß bei doppeltem Druck die doppelte Gasmasse absorbiert wird, oder nach dem Mariotteschen Gesetz (§ 92) die Absorption immer in gleichem Volumenverhältnis stattfindet. Wird daher der Druck vermindert, so entweicht ein Teil des absorbierten Gases (z. B. unter der Glocke der Luftpumpe (§ 98, 6), oder beim Öffnen einer Flasche mit Selterwasser); durch gesteigerten Druck dagegen wird die absorbierte Gasmenge vermehrt.

Ist ein Gasgemenge mit der Flüssigkeit in Berührung, so kommt für jeden Bestandteil desselben nur der Partialdruck in Betracht, welchen derselbe ausübt, oder es wird z. B. die absorbierte Kohlensäuremenge dadurch nicht vermehrt, daß man in den über der Flüssigkeit befindlichen, mit Kohlensäuregas gefüllten Raum ein anderes Gas als Kohlensäure, z. B. Stickstoffgas, hineinpfeft (vergl. Daltons Gesetz § 213).

Die Absorptionsfähigkeit nimmt mit steigender Temperatur ab. Beim Sieden des Wassers werden die meisten in demselben absorbierten Gase ausgetrieben. Wasser absorbiert bei 15° nach Bunsen 727 Vol. Ammoniakgas, 450 Vol. Chlorwasserstoff, 43,5 Vol. schweflige Säure, 3¼ Vol. Schwefelwasserstoff, 1 Vol. Kohlensäure, 1/34 Vol. Sauerstoffgas, 1/70 Vol. Stickstoffgas. — Das im frischen Brunnenwasser und in größerer Menge in Mineralwässern und moussierenden Getränken aufgelöste Gas, welches beim Stehen an der Luft in kleinen Bläschen entweicht, besteht zum größten Teil aus Kohlensäure.