



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

# **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

89. Pumpen

---

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

Die gleichen Gesetze, wie für die Gase, gelten für die Stoffe in gelöstem Zustande. Der osmotische Druck (78) entspricht dem Gasdruck. Wie dieser der Dichte des Gases, so ist jener der Konzentration, d. h. der Dichte des gelösten Stoffes proportional, und diese Dichten, berechnet unter den gleichen Druck- und Temperaturverhältnissen, sind den Molekulargewichten proportional, und ergeben, wenn die Dichte des Wasserstoffes = 2 gesetzt wird, unmittelbar die Zahlenwerte der Molekulargewichte. So ist der osmotische Druck einer einprozentigen Zuckerlösung bei  $0^{\circ}$  493 mm Quecksilber. Eine Zuckerlösung, deren osmotischer Druck 760 mm betragen würde, muß demnach 1,541 g in 100 ccm oder 0,01541 g Zucker in 1 ccm enthalten. 1 ccm Wasserstoff von dem gleichen Druck wiegt 0,000090 g. Das Verhältnis beider Zahlen ist 171 und sagt aus, daß die Dichte des gelösten Zuckers 171 mal größer ist als die Dichte des Wasserstoffes bei demselben Druck und derselben Temperatur. Nimmt man die letztere = 2, so wäre die Dichte des gelösten Zuckers 342, und diese Zahl ist genau gleich dem Molekulargewicht des Zuckers (van't Hoff).

Da für das Verhalten der Lösungen der osmotische Druck, ebenso wie bei den Gasen der Gasdruck, bestimmend ist, so empfiehlt es sich, die Konzentrationen nicht nach Gewichtsprozenten, wie es früher üblich war, sondern nach Gehalt an Molekülen zu rechnen. Gelöste Stoffe und Gase, deren Dichten sich wie ihre Molekulargewichte verhalten, haben in gleichem Volumen gleiche Molekülzahl und stehen unter dem gleichen Druck; sie sind äquimolekular und isotonisch. Als Einheit nimmt man dabei das „Gramm“-Molekül im Liter. Eine „normale Lösung“ in diesem Sinne ist eine Lösung, welche die dem Molekulargewicht des gelösten Stoffes entsprechende Anzahl Gramme im Liter der Lösung enthält. Eine normale Zuckerlösung enthält 342 g im Liter und steht unter einem osmotischen Drucke von 22,4 Atmosphären. Den gleichen Druck üben 2 g Wasserstoff oder 32 g Sauerstoff oder 44 g Kohlensäure aus, wenn sie in einem Liter enthalten sind.

**89. Pumpen.** Die Pumpen dienen zur Hebung des Wassers, meist mit Hilfe des Luftdrucks. Die Saugpumpe ist durch den Pumpbrunnen allbekannt. In dem Pumpenstiefel (C, Fig. 89) bewegt sich ein möglichst dicht anschließender, durchbohrter Kolben K, in dessen Bohrung eine Klappe oder ein Ventil (das Kolbenventil) angebracht ist, welches sich durch einen Druck von unten öffnet, durch einen Druck von oben aber schließt. Ein in ganz gleicher Weise spielendes Ventil, das Bodenventil V, befindet sich am Boden des Stiefels, wo sich an diesen das unter den Wasserspiegel U des Brunnenschachtes hinabreichende Saugrohr R anschließt. Das Spiel dieser beiden Ventile ist genau das gleiche, wie bei der Luftpumpe (85), nur daß die in der Pumpe ursprünglich vorhandene Luft hier nicht fortgesetzt verdünnt wird, sondern statt dessen der auf den Wasserspiegel U wirkende äußere Luftdruck Wasser in der Pumpe in die Höhe treibt. Der

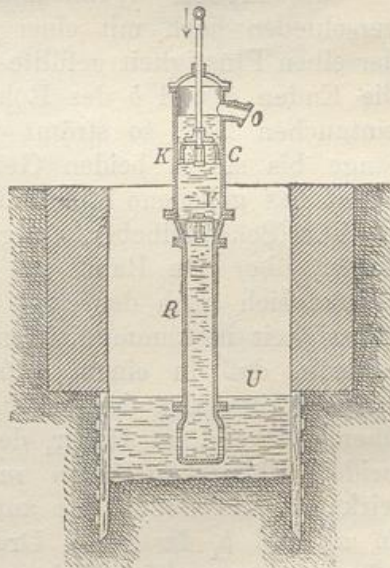


Fig. 89.  
Saugpumpe.



Höhe, bis zu welcher das Wasser durch eine Saugpumpe gehoben werden kann, ist durch die Größe des Luftdrucks eine unübersteigliche Grenze gesetzt. Der Luftdruck, welcher einer Quecksilbersäule von 76 cm Höhe das Gleichgewicht hält, vermag, da Wasser 13,6 mal leichter ist als Quecksilber, eine etwa 10 m hohe Wassersäule zu tragen und keine höhere. Befände sich daher das Bodenventil höher als 10 m über der Wasserfläche des Brunnenschachtes, so könnte kein Wasser in den Pumpenstiefel steigen, und es würde, wenn die Pumpe mit idealer Vollkommenheit gearbeitet wäre, unter dem Kolben ein leerer Raum (die Torricellische Leere) entstehen. Bei der geringeren Sorgfalt, mit welcher die Pumpen unserer Brunnen ausgeführt sind, darf man das Bodenventil höchstens 7 bis 8 m über den Wasserspiegel legen, wenn die Pumpe gut arbeiten soll. Durch die Beobachtung der Florentiner Pumpenmacher, daß das Wasser nicht höher steigen wollte, wurde Torricelli zum Nachweis und zur Messung des Luftdrucks durch das Barometer geführt, nachdem man bis dahin das Aufsteigen des Wassers in den Pumpen durch einen angeblichen Abscheu der Natur vor dem leeren Raum (*horror vacui*) erklärt hatte.

Bei der Druckpumpe ist der Kolben nicht durchbohrt; das durch Ansaugen oder durch Zufluß in den Pumpenstiefel gelangte Wasser wird durch den Druck des niedergehenden Kolbens in ein unten vom Pumpenstiefel ausgehendes Steigrohr gepreßt, welches mit einem nach auswärts sich öffnenden Ventil (Gurgelventil) versehen ist.

90. **Heber.** Wenn man zwei Gefäße *A* und *B* (Fig. 90), die verschieden hoch mit einer Flüssigkeit gefüllt sind, durch ein mit derselben Flüssigkeit gefülltes gebogenes Rohr *s* verbindet, indem man die Enden *a* und *b* des Rohres unter die beiden Flüssigkeitsspiegel eintauchen läßt, so strömt die Flüssigkeit von *B* nach *A* über, so lange bis sie in beiden Gefäßen im gleichen Niveau steht. Man nennt das gebogene Rohr, das dieses Überströmen vermittelt, einen Heber (Schenkelheber, Saugheber), weil es die Flüssigkeit gewissermaßen über den Rand von *B* nach *A* hinüberhebt. Der Vorgang erklärt sich nach denselben Grundsätzen, wie die Einstellung einer Flüssigkeit in kommunizierenden Gefäßen (59), nur mit dem Unterschiede, daß in einem aufrecht stehenden U-Rohre (Fig. 64) die Flüssigkeitssäulen der beiden Schenkel einen Druck aufeinander ausüben, während im Heber, der ein umgekehrtes U-Rohr darstellt, die beiden Flüssigkeitssäulen  $ma_1$  und  $mb_1$  durch Zug aufeinander wirken. Die Größe des auf den beiden freien Flüssigkeitsspiegeln in  $a_1$  und  $b_1$  lastenden Druckes ist für die Wirkung des Hebers offenbar ganz gleichgültig, wenn nur der Druck auf beiden freien Flächen der gleiche ist. Dieser Druck kann auch null sein, d. h. der Heber kann auch in einem ganz luftleeren Raum wirken, vorausgesetzt, daß die Zugkraft der beiden Flüssigkeitssäulen nicht größer ist als die Kohäsion der Flüssigkeit (72). Sobald dieses eintritt, reißt die Flüssigkeitssäule auseinander und der Heber hört auf zu