



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

90. Heber

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

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 Pumpenstiel 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 Pumpenstiel gelangte Wasser wird durch den Druck des niedergehenden Kolbens in ein unten vom Pumpenstiel 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 *m a<sub>1</sub>* und *m b<sub>1</sub>* durch Zug aufeinander wirken. Die Größe des auf den beiden freien Flüssigkeitsspiegeln in *a<sub>1</sub>* und *b<sub>1</sub>* lastenden Druckes ist für die Wirkung des Hebels 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

fließen. Bei der gewöhnlichen Anwendung des Hebers aber lastet auf der Flüssigkeitsoberfläche der Luftdruck. Infolgedessen herrscht in der Flüssigkeitssäule des Hebers tatsächlich kein Zug, sondern ein Druck, solange die Höhe des Hebers kleiner ist als die Barometerhöhe für die betreffende Flüssigkeit. Ist aber der Heber höher, so treten Zugkräfte auf und damit die Möglichkeit eines Auseinanderreibens der Flüssigkeitssäule. Die Biegung des Hebers darf also für Quecksilber höchstens 760 mm, für Wasser höchstens 10 m über dem Niveau des Gefäßes liegen.

Bei der gewöhnlichen Anwendung des Hebers macht man den Schenkel  $m\alpha$  länger als  $m\beta$ , und läßt ihn bei  $\alpha$  in der Luft endigen (Fig. 91). Dann fließt die Flüssigkeit bei  $\alpha$  frei heraus, solange  $\alpha$  tiefer liegt als der Flüssigkeitsspiegel im Gefäß; liegt also  $\alpha$  tiefer als der Boden des Gefäßes, so kann man das Gefäß mit Hilfe des Hebers vollständig entleeren.

Um den Heber in Gang zu setzen, bedient man sich der Mitwirkung des Luftdrucks, indem man, nachdem sein kurzer Schenkel in die Flüssigkeit getaucht ist, bei  $\alpha$  mit dem Munde saugt. Um bei ätzenden oder giftigen Flüssigkeiten zu vermeiden, daß beim Saugen etwas in den Mund gelangt, verbindet man mit dem längeren Schenkel ein seitliches Saugrohr  $t$  (Fig. 92), an dem man, während

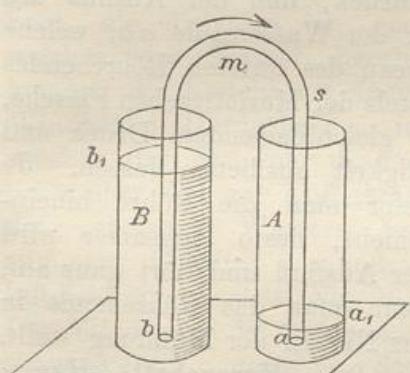


Fig. 90.  
Heberwirkung.



Fig. 91.  
Heber.

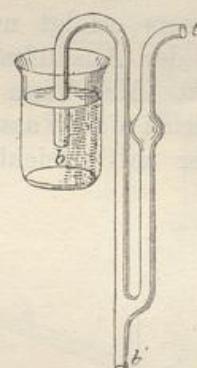


Fig. 92  
Giftheber.

die Mündung  $b'$  verschlossen gehalten wird, saugt, bis die Flüssigkeit in die kugelige Anschwellung des Saugrohres zu steigen beginnt (Giftheber).

Deckt man über ein mit Wasser gefülltes Trinkglas ein Papierblatt und kehrt das Glas um, so fließt das Wasser nicht aus; denn der von unten gegen die Papierfläche wirkende Luftdruck, der ja eine Wassersäule von 10 m Höhe zu tragen vermöchte, hindert das Herabfallen des Wassers. Das Papier hat nur den Zweck, zu verhindern, daß beim Umkehren Wasser ausfließe und Luft statt dessen in das Gefäß eindringe. Ist die Öffnung eines Gefäßes so eng, daß sich daselbst ein abgerundeter Tropfen bilden kann, so bedarf es

keines Papiers, sondern die Oberflächenspannung des Flüssigkeitshäutchens genügt, um das Eindringen von Luft zu verhüten. Darauf beruht der Stechheber, ein oben und unten enges, in der Mitte erweitertes, an beiden Enden offenes Rohr (Fig. 93), welches zum Herausheben von Flüssigkeitsproben aus Fässern und anderen Gefäßen dient, indem man nach Einsenken des Hebers in die Flüssigkeit die obere Öffnung luftdicht mit dem Daumen verschließt. Zu den Stechhebern gehören auch die von den Chemikern zum Überfüllen gemessener Flüssigkeitsmengen benutzten, in Kubikzentimeter geteilten Pipetten.



**91. Mariottesche Flasche.** Die Mariottesche Flasche (Fig. 93. 1686) ist eine unten mit einer seitlichen Ausflußmündung versehene Flasche, in die durch den oben luftdicht aufgesetzten Kork eine an beiden Enden offene Glasröhre hineinragt (Fig. 94). Fließt etwas Wasser aus der Flasche, so dehnt sich die im oberen Teil befindliche Luft aus, und ihr Druck wird geringer, bis der in die Glasröhre hineinwirkende äußere Luftdruck den inneren samt dem Druck der vom unteren Ende der Röhre bis zum Wasserspiegel stehenden Wassersäule überwinden kann und Luftsäulen aus dem unteren Röhrenende emporsteigen. Alsdann herrscht im Niveau *b* des unteren Röhrenendes, solange der Wasserspiegel *c* nicht unter *b* sinkt, der äußere Luftdruck, und der Ausfluß des Wassers erfolgt nur unter dem Druck der Wassersäule *a b*, welche von der Ausflußmündung bis zum Niveau des unteren Röhrenendes reicht. Man kann daher das Wasser mittels der Mariotteschen Flasche, obgleich der Wasserspiegel sinkt, unter gleichbleibendem Druck und daher mit gleichbleibender Geschwindigkeit ausfließen lassen.

Je tiefer man die Röhre hineinschiebt, desto langsamer wird der Ausfluß und hört ganz auf, wenn man das Röhrenende in das Niveau der Mündung stellt.

**92. Heronsball** (Heron, 50 n. Chr.) heißt ein zum Teil mit Wasser gefülltes Gefäß (Fig. 95), in welches ein unter das Wasser hinabreichendes beiderseits offenes Rohr luftdicht eingesetzt ist. Ist der Druck der Luft im Gefäß größer als der äußere, so wird das Wasser in der Röhre gehoben

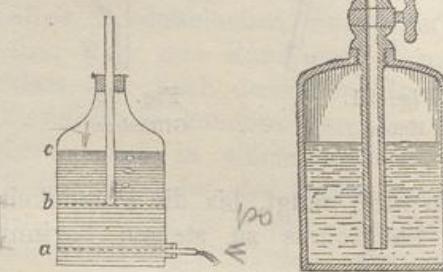


Fig. 94.  
Mariottesche Flasche.

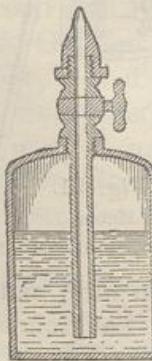


Fig. 95.  
Heron's bell.

und springt als Wasserstrahl aus der oberen Mündung. Um den inneren Druck größer zu machen als den äußeren, kann man entweder die Luft im Innern verdichten durch Einblasen von Luft in das durch einen Hahn verschließbare Rohr mit dem Mund oder mittels der Kompressionspumpe, oder die äußere Luft verdünnen,