



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Lehrbuch der Experimentalphysik

Lommel, Eugen von

Leipzig, 1908

59. Wirkung der Schwerkraft

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

aus einem engen Zylinder, welche mit Wasser gefüllt und durch einen Kanal (*tt*) miteinander verbunden sind; den weiten Zylinder verschließt der Preßkolben (*pp*), der engere enthält einen Pumpenkolben (*s*). Der auf letzteren ausgeübte Druck pflanzt sich durch das Wasser fort, und der Preßkolben wird mit einer Kraft gehoben, welche im Vergleich zu jenem Druck so vielfach größer ist, als der Querschnitt des Preßkolbens denjenigen des Pumpenkolbens übertrifft. Der Preßkolben trägt oben eine Platte (*nn*), welche die zu pressenden Gegenstände gegen ein durch starke Pfeiler getragenes festes Widerlager (*e*) drückt. Beim Heben des Pumpenkolbens schließt sich das Ventil *d*, das Ventil *i* dagegen öffnet sich und läßt aus dem Behälter *bb* durch das Sieb *r* Wasser nachdringen, welches bei dem nächsten Niedergang des Kolbens *s* in den Zylinder *cc* hingepreßt wird. Der Pumpenkolben wird mittels eines einarmigen Hebels in Bewegung gesetzt, an dessen längerem Hebelarm der Arbeiter angreift. Angenommen, dieser übe einen Druck von 30 kg aus und der längere Hebelarm sei sechsmal länger als der kürzere, an welchem die Kolbenstange der Pumpe angebracht ist, so geht der Pumpenkolben mit einem Druck von 180 kg herab; ist nun die Stirnfläche des Preßkolbens 100 mal so groß wie diejenige des Pumpenkolbens, so wird jener mit einer Kraft von 18 000 kg in die Höhe gedrückt. Auch für diese Maschine gilt die allgemeine Regel der Mechanik, daß, was an Kraft gewonnen wird, an Weg verloren geht, oder daß die bewegende Arbeit der widerstehenden gleich ist.

59. **Wirkung der Schwerkraft.** Wir haben bisher nur die Fortpflanzung eines auf die Flüssigkeit ausgeübten äußeren Druckes betrachtet, ohne auf die Wirkungen Rücksicht zu nehmen, welche die Schwere der Flüssigkeit selbst hervorbringt. Vor allem ist klar, daß eine in einem oben offenen Gefäß enthaltene Flüssigkeit nur dann im Gleichgewicht sein kann, wenn ihre freie Oberfläche wagrecht ist, d. h. wenn die Richtung der Schwerkraft auf ihr senkrecht steht, da ja bei jeder anderen Form der Flüssigkeitsoberfläche ein Herabfließen eines Teiles der Flüssigkeit von den höheren nach den tieferen Stellen eintreten müßte, bis endlich der wagrechte Flüssigkeitsspiegel hergestellt wäre. Man kann sich ferner leicht überzeugen, daß auch in zwei (oder mehreren) Gefäßen, welche unten miteinander in Verbindung stehen (kommunizierende Gefäße oder Röhren), die Flüssigkeit sich immer in beiden gleichhoch (in dasselbe Niveau) einstellt, so daß beide Flüssigkeitsspiegel stets in derselben wagrechten Ebene liegen, welche Form auch die Gefäße haben mögen.

Hierauf gründet sich die Anwendung der Wasserwage (Kanalwage) zum Einvisieren wagrechter Linien (Nivellieren), bestehend aus einem Blechrohr, in dessen lotrecht aufwärts gebogene Enden Glasröhre eingesetzt sind; da in diese kommunizierenden Röhren gegossenes Wasser in beiden Glasröhren sich in die nämliche wagrechte

Ebene einstellt, so ist die Sehlinie eines über beide Wasserspiegel hinblickenden Auges notwendig wagrecht. Als feineres Mittel zum Horizontalstellen von Linien (z. B. der optischen Achsen von Fernrohren) und Ebenen dient die Libelle (Hooke, 1666). Sie besteht aus einem in eine Metallfassung eingeschlossenen, nach der Mitte ein wenig ausgebauchten und bis auf eine Luftblase mit Weingeist oder Äther gefüllten Glasgefäß von Röhren- oder Dosenform (Röhrenlibelle, Dosenlibelle). Die Luftblase nimmt immer die höchste Stelle des Gefäßes ein; läßt man sie auf die durch geeignete Marken bezeichnete Mitte der Röhre oder Dose einspielen, so steht die Grundfläche der Metallhülse wagrecht.

Betrachten wir nun beispielsweise eine Gießkanne (Fig. 63), welche bis MN mit Wasser gefüllt ist, so wird die Oberfläche des Wassers im Ausgußrohr bei N genau in derselben wagrechten Ebene liegen wie der Wasserspiegel in der Kanne. Füllt man nun noch mehr Wasser in die Gießkanne bis zum Niveau PQ , so muß, da das unterhalb MN befindliche Wasser nach wie vor sein Gleichgewicht behauptet, die schiefe Wassersäule $NN'Q'Q$ im Ausgußrohr der in der Kanne über MM' befindlichen Wassersäule $MM'P'P$ das Gleichgewicht halten,

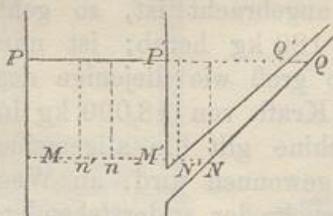


Fig. 63.
Gießkanne.

d. h. der Druck, welchen jene Wassersäule auf ihre Grundfläche NN' ausübt, und welcher sich durch das darunter befindliche Wasser fortpflanzt, um gegen die Fläche MM' von unten nach oben zu wirken, muß gleich sein dem Druck, welchen

das über MM' befindliche Wasser auf ein gleichgroßes Flächenstück nn' von oben nach unten ausübt. Der Druck, welchen das Flächenstückchen nn' auszuhalten hat, ist aber nichts anderes, als das Gewicht der lotrecht darüber stehenden Wassersäule; demnach ist auch der Druck, welchen die schiefe Wassersäule NQ auf ihre Grundfläche ausübt, gleich dem Gewicht einer lotrechten Wassersäule, welche man über dieser Grundfläche bis zur Ebene des Flüssigkeitsspiegels emporreichend denkt. Der Druck, welchen gleichgroße Flächenstückchen vermöge der Schwere der Flüssigkeiten erleiden, hängt also nur von der lotrechten Tiefe des betrachteten Flächenstückchens unter dem Flüssigkeitsspiegel ab und ist dieser Tiefe proportional. In einer Flüssigkeitsmasse herrscht also in jeder wagrechten Ebene pro Flächeneinheit der gleiche Druck, und dieser Druck nimmt nach unten hin in demselben Verhältnis wie die Tiefe zu. Solche Flächen gleichen Druckes nennt man Niveauflächen. In Gefäßen von mäßiger Ausdehnung erscheinen sie als horizontale Ebenen, sind aber eigentlich kleine Stücke von mit der Erde konzentrischen Kugelflächen.

Gießt man zu Quecksilber, welches den unteren Teil des zweischenkligten Glasrohrs aec (Fig. 64) erfüllt, in den einen Schenkel

Wasser, so sinkt das Quecksilber in diesem und steigt im anderen Schenkel, bis sich Gleichgewicht hergestellt hat. Die durch die Trennungsschicht der beiden Flüssigkeiten gelegte Horizontalebene $a\ c$ ist alsdann eine Fläche gleichen Druckes, unterhalb welcher das Quecksilber für sich schon im Gleichgewicht ist, und auf welche von oben her einerseits die Wassersäule $a\ b$, andererseits die Quecksilbersäule $c\ d$ auf die Flächeneinheit gleichen Druck ausüben. Man findet nun, daß die Wassersäule vertikal gemessen 13,6 mal höher ist als die Quecksilbersäule, und daß sonach die Quecksilbersäule ebensoviel wiegt wie eine 13,6 mal höhere Wassersäule von gleicher Grundfläche. Bei gleichem Rauminhalt ist daher Quecksilber 13,6 mal so schwer als Wasser; man nennt diese Zahl sein spezifisches Gewicht (64). Allgemein gilt, daß zwei verschiedene, nicht mischbare Flüssigkeiten in kommunizierenden Röhren sich das Gleichgewicht halten, wenn ihre von der Trennungsschicht an gerechneten Höhen sich umgekehrt verhalten wie ihre spezifischen Gewichte.

60. Bodendruck. Der Druck, welchen eine Flüssigkeit auf den wagrechten Boden eines Gefäßes ausübt, ist, ohne Rücksicht auf die Gestalt des Gefäßes, gleich dem Gewicht einer lotrechten Flüssigkeitssäule, welche man sich über dem Boden bis zum Flüssigkeitsspiegel errichtet denkt. In einem Gefäß, welches sich nach oben erweitert, ist hiernach

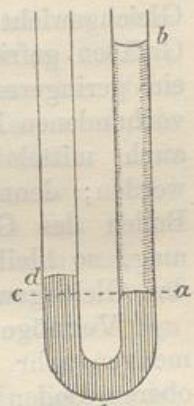


Fig. 64.
Zweischankiges
Glasrohr.

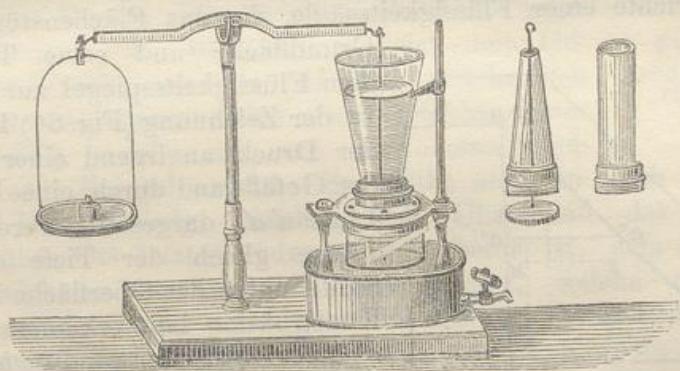


Fig. 65.
Hydrostatisches Paradoxon.

der auf den Boden ausgeübte Druck kleiner, in einem nach oben enger werdenden Gefäß (z. B. in einer Flasche) größer als das Gewicht der im Gefäß enthaltenen Flüssigkeit. Diese Folgerung (Stevin, 1586) erscheint auf den ersten Blick so seltsam, daß man sie das hydrostatische Paradoxon genannt hat. Ihre Richtigkeit läßt sich aber leicht nachweisen (Pascal, 1653) mittels einer Wage (Fig. 65), deren eine ebengeschliffene Wagschale den Boden