

Druck in Flüssigkeiten und Gasen Der Hydrostatische Druck

Da Flüssigkeitsteilchen frei gegeneinander verschiebbar sind, verlagern sie sich bei Einwirkung äußerer Kräfte so, dass sich die Flüssigkeitsoberfläche senkrecht zur wirkenden Kraft einstellt.

Zur Kennzeichnung des Zustandes einer Flüssigkeit wird deshalb anstelle des Kraftvektors eine skalare Größe, der **Druck**, benutzt.

Der Druck stellt somit eine **physikalische Zustandsgröße** dar. Er wird definiert als:

$$p = \frac{F}{A} \text{ bzw. } p = \frac{dF}{dA}.$$

Bei festen Körpern bezeichnet man diesen Druck als **Auflagedruck**.

Für Flüssigkeiten und Gasen ist es der **Hydrostatische Druck**.

Einheit des Drucks: $[p] = 1 \frac{N}{m^2} = 1Pa$ (1 Pascal).

Weitere gebräuchliche Einheiten sind für z.B. den Luftdruck $1Torr$ und $1bar$.

$$1bar = 10^5 \frac{N}{m^2} = 10^5 Pa = 10^3 hPa$$

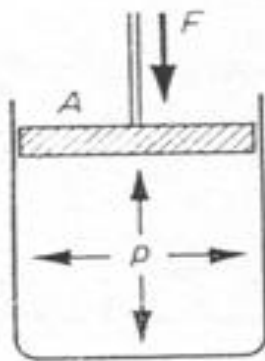
$$1Torr = 133,3224Pa$$

$$760Torr = 1013,25mbar = 1013,25hPa$$

$760Torr$ wird auch als eine physikalische Atmosphäre bezeichnet.

Druckausbreitung:

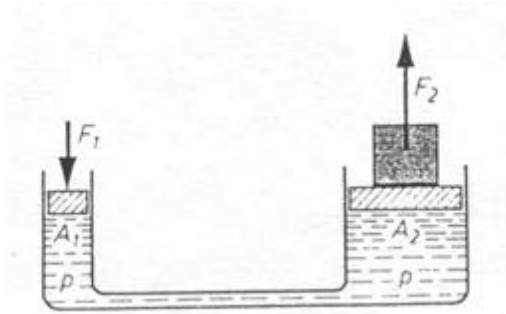
Wird auf eine Flüssigkeit (oder eine gasförmige Substanz), die sich im Innern eines Gefäßes befindet, mittels eines belasteten Kolbens ein Druck ausgeübt, so wirkt auf jedes gleich große, beliebig orientierte Flächenelement dA im Innern oder an der Oberfläche der Flüssigkeit die gleiche Kraft $dF = pdA$ in Richtung der Flächennormalen, wenn vom Schweredruck der Flüssigkeit abgesehen wird.



Satz von der allseitigen Gleichheit des hydrostatischen Drucks

An jeder Stelle der Wand und im Innern der Flüssigkeit ist der Druck gleich.

Eine wesentliche Anwendung für den Hydrostatischen Druck und der geringen Kompressibilität von Flüssigkeiten sind hydraulische Anlagen.



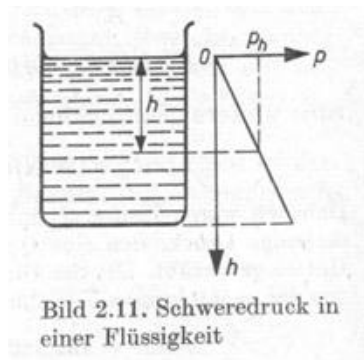
Bei Verwendung von Öl (wegen der geringen Kompressibilität) gilt demzufolge:

$$p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}.$$

Der Schweredruck, der Auftrieb

Als **Schweredruck** einer Flüssigkeit in der Tiefe h unter ihrer Oberfläche bezeichnet man den Druck, der durch die Gewichtskraft der darüber stehenden Flüssigkeitssäule hervorgerufen wird.

Bei **inkompressiblen** Flüssigkeiten ist die **Dichte der Flüssigkeit unabhängig von der Tiefe**. Die Schwerebeschleunigung g wird wegen der **geringen Höhendifferenz als konstant** vorausgesetzt.



Die Gewichtskraft der Flüssigkeitssäule ist dann:

$$F_G = mg = \mathbf{r} \cdot V \cdot g = \mathbf{r} \cdot A \cdot h \cdot g,$$

womit sich für den Druck in der Flüssigkeit und auf die Gefäßwand ergibt:

$$p = \frac{F_G}{A} = \mathbf{r} \cdot g \cdot h \text{ (Schweredruck einer Flüssigkeit).}$$

Auftriebskraft:

Taucht ein (prismatische angenommener) Körper in eine Flüssigkeit völlig ein, dann wirken auf seine Begrenzungsflächen Kräfte, die dem jeweils herrschenden Schweredruck zuzuschreiben sind. Die Kräfte auf die Seitenflächen kompensieren sich.

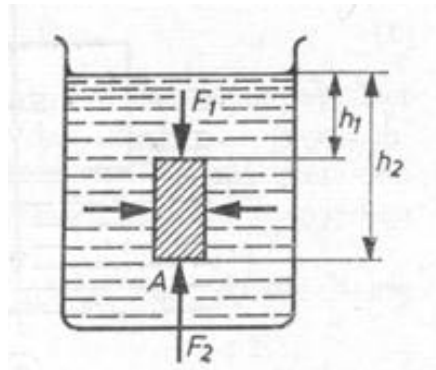


Bild 2.13. Auftrieb

Die Differenz der Kräfte auf Grund- und Deckfläche ist mit:

$$F_A = F_2 - F_1 = (p_2 - p_1)A = \rho_{Fl} g A (h_2 - h_1) = \rho_{Fl} g V ,$$

wobei ρ_{Fl} die Dichte der Flüssigkeit, V das Volumen des Körpers und $\rho_{Fl} \cdot V = m_{Fl}$ also die Masse der vom Körper verdrängten Flüssigkeit ist. Die resultierende, nach oben gerichtete und am Schwerpunkt der verdrängten Flüssigkeit angreifende Kraft ist:

$$F_A = \rho_{Fl} \cdot V g = m_{Fl} g \quad (\text{Auftriebskraft}).$$

Das archimedische Prinzip

Die Auftriebskraft ist gleich der Gewichtskraft des vom Körper verdrängten Flüssigkeits- (bzw. Gas-) Volumen