



Druckeinheiten und Umrechnung von Druckeinheiten

Druckeinheiten und Umrechnung von Druckeinheiten

Was für ein Wirrwarr!

Weltweit sind sehr viele unterschiedliche Druckeinheiten in Gebrauch, was mitunter sehr verwirrend sein kann und auch zu gefährlichen Missverständnissen führen kann. In diesem Artikel werden wir die Grundlagen der verschiedenen Druckeinheiten und Druckeinheitengruppen näher beleuchten.

Was ist Druck?

Wenn ich in diesem Artikel über Druck spreche, beziehe ich mich nicht auf den Arbeitsstress dem Sie womöglich ausgesetzt sind, sondern auf die physikalische Größe. Besser werfen wir zuerst einen kurzen Blick auf die Definition von Druck, denn so ist es anschließend auch leichter einige der Druckeinheiten besser zu verstehen. Wenn Sie sich noch an den Physikunterricht in der Schule erinnern (viele tun das gar nicht mehr). Deshalb eine kurze Gedächtnisauffrischung: Druck wird definiert als Kraft pro Fläche im senkrechten Einwirkungswinkel. Dies wird oftmals mit der Formel $p = F/A$ dargestellt. Das Symbol für Druck ist in der Regel ein kleines „p“. Manchmal findet man aber auch den Großbuchstaben „P“.

Was bedeutet diese Kraft pro Fläche nun in der Praxis? Druck bedeutet, dass eine bestimmte Kraft auf eine bestimmte Fläche einwirkt. Kraft wiederum wird als Masse x Schwerkraft angegeben. Aufgrund der Tatsache, dass so unendlich viele technische Einheiten sowohl für Masse als auch für Fläche in Gebrauch sind, sind die daraus resultierenden möglichen Kombinationen fast unzählbar. Dazu kommt, dass es auch eine Vielzahl an Druckeinheiten gibt in deren Bezeichnung Masse und Fläche nicht direkt vorkommen, auch wenn man diese häufig in den zugehörigen Definitionen findet.

Wichtig ist es demzufolge anzumerken, dass wir „Kraft“ nicht immer in der jeweiligen Bezeichnung der Druckeinheiten vorfinden werden. Die Druckeinheit „Kilogramm Kraft pro Quadratcentimeter“ sollte beispielsweise als kgf/cm^2 angegeben werden. Häufig sieht man jedoch nur kg/cm^2 ohne „f“. In ähnlicher Weise wird „Pfund Kraft pro Quadratzoll“ (pfsi) in der Regel nur als „Pfund pro Quadratzoll“ (psi) angegeben.

Internationales Einheitensystem (SI-System) / Metrisch

Sehen wir uns die Druckeinheiten zunächst einmal über das SI-System an, wobei es sich um das internationale Einheitensystem handelt, das vom metrischen System

abgeleitet ist. Jetzt, wo ich das metrische System erwähnt habe, kann ich mir schon vorstellen, wie manche von Ihnen zurückzucken... aber bitte lesen Sie weiter!

Das SI-System ist das weltweit meistbenutzte Maßeinheitensystem. Es wurde im Jahr 1960 offiziell veröffentlicht, hatte jedoch zum damaligen Zeitpunkt bereits einen sehr langen Werdegang hinter sich.

Die Grundeinheit für Druck im SI-System lautet Pascal (Pa), was N/m^2 entspricht (Newton pro Quadratmeter, wobei Newton kgm/s^2 ist).

Als Formel ausgedrückt:

$$Pa = \frac{N}{m^2} = \frac{kg}{m \times s^2}$$

Pascal ist eine sehr kleine Druckeinheit. Der absolute Luftdruck beträgt z. B. in der Regel 101325 Pa.

Laut Definition lässt sich die Kraft in kg von Pascal durch verschiedene Einheiten wie Kraft in g (Gramm) ersetzen und Meter kann gegen Zentimeter oder Millimeter ausgetauscht werden. Auf diese Weise erhält man viele andere Kombinationen bzw. Druckeinheiten wie kgf/m^2 , gf/m^2 , kgf/cm^2 , gf/cm^2 , kgf/mm^2 oder gf/mm^2 , um nur einige wenige aufzuzählen.

In manchen Bereichen ist die Einheit „bar“ noch häufig in Gebrauch. Diese basiert auf dem metrischen System, ist jedoch keine SI-Einheit. Die Umrechnung ist jedoch einfach, da 1 bar gleich 100.000 Pascal (100 kPa) ist. Für manche Bereiche (wie die US-amerikanische NIST-Norm) wird der weitläufige Gebrauch von „bar“ nicht empfohlen.

Bei allen Druckeinheiten, egal ob SI oder nicht SI, ist die Nutzung von Präfixen möglich, wie die gängigen „Milli“ (1/100), „Zenti“ (1/10), „Hekto“ (100), „Kilo“ (1000) oder „Mega“ (1.000.000). Gängige Beispiele hierfür sind, unter anderem, folgende Pa-Varianten: Pa, kPa, hPa, MPa. Die Einheit bar wird zumeist ohne Präfix oder mit dem Präfix „Milli“ benutzt: bar, mbar.

Wenn wir jedoch alle Masseinheiten nehmen und sie mit allen Flächeneinheiten aus dem SI-System kombinieren, erhalten wir eine große Vielfalt an Kombinationen.

Obwohl in den meisten Ländern das SI-System benutzt wird, sind nach wie vor zahlreiche andere Druckeinheiten in Gebrauch. Lassen Sie uns also als Nächstes einen Blick auf diese anderen gebräuchlichen Einheiten werfen.

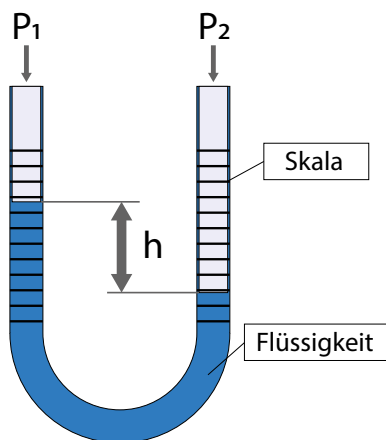
Imperiale Maßeinheiten

In Ländern, in denen das imperiale Einheitensystem gebräuchlich ist (wie USA oder Großbritannien), unterscheiden sich die technischen Einheiten für Masse und Fläche von jenen des SI-Systems. Daraus ergibt sich wiederum eine ganze Gruppe neuer Druckeinheiten. Masse wird in der Regel in Pfund oder Unzen gemessen bzw. Fläche und Entfernung in Zoll oder Fuß. Zu den hiervon abgeleiteten Druckeinheiten gehören lbf/ft², psi, ozf/in², iwc, inH₂O oder ftH₂O.

In den USA ist die gängigste Druckeinheit Pfund pro Quadratzoll (psi). In der Prozessindustrie ist auch Wasserzoll (inH₂O) gebräuchlich, eine Einheit, die aus der Pegelmessung stammt und von der früheren Messmethode für Druckdifferenzen mithilfe einer Wassersäule herrührt.

Druckeinheiten auf Grundlage von Flüssigkeitssäulen

Ältere Druckmessgeräte hatten oft die Form eines durchsichtigen U-Rohrs, das mit Flüssigkeit gefüllt war. Wenn der Druck an beiden Enden des Rohrs der selbe war, stand die Flüssigkeit auf beiden Seiten auf der selben Höhe. Ist der Druck jedoch unterschiedlich, unterscheiden sich auch die Flüssigkeitspegel, wobei sich der Pegelunterschied zur Druckdifferenz linear proportional verhält. In der Praxis kann man eine Seite des Rohrs zum Atmosphärendruck der Umgebung offen lassen und den zu messenden Druck an der anderen Seite anschließen. In Bezug auf den aktuellen Atmosphärendruck handelt es sich bei der gemessenen Druckart um Manometerdruck.

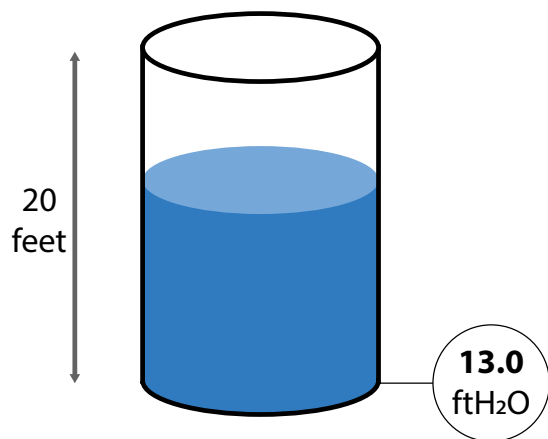


Die Druckskala ist im Rohr markiert, das heißt man liest den Druckwert durch Ablesen des Pegelunterschieds ab.

Sobald Druck einwirkt, verändert sich der Flüssigkeitsstand und man kann den zugehörigen Wert ablesen. Dies klingt sehr einfach... weder Elektronik noch Verschleißteile... was könnte also schiefgehen? Nun gut, lassen Sie uns die Angelegenheit näher betrachten.

Die gebräuchlichste Flüssigkeit in der Säule war natürlich Wasser. Um jedoch höhere Drücke mit kleineren U-Rohren messen zu können, waren schwerere Flüssigkeiten von Nöten. Hierzu zählt zum Beispiel Quecksilber (Hg), das viel schwerer als Wasser ist (um das 13,6-Fache). Mit einer schwereren Flüssigkeit ist für die Messung von höheren Drücken keine so lange Säule mehr erforderlich, sprich man kann eine kleinere Säule in einer praktischeren Größe benutzen. Blutdruck wurde zum Beispiel früher (und wird auch manchmal heute noch) mithilfe einer Quecksilbersäule gemessen. Quecksilber kommt hauptsächlich deswegen zum Einsatz, weil eine Wassersäule für den selben Druckbereich so lang wäre, das sie nicht in einen normalen Raum passen würde, da eine Wassersäule circa 13,6 mal länger, als die entsprechende Quecksilbersäule ist. Daraus hat sich ergeben, dass es bis heute üblich ist den Blutdruck mit der Druckeinheit für die Quecksilbersäule in Millimetern (mmHg) anzugeben.

Eine gängige Industrieanwendung für den Gebrauch von Druckeinheiten auf Grundlage von Flüssigkeitssäulen ist die Flüssigkeitsstandmessung in Tanks. Wenn Sie beispielsweise einen Wassertank haben, der 20 Fuß (bzw. 6 Meter) hoch ist und Sie möchten den Wasserstand in diesem Tank messen, erscheint es ziemlich naheliegend einen Druckanzeiger mit einer Skala von 0 bis 20 Fuß Wasser zu installieren, da man so direkt den Wasserstand erhält (auf dem Beispielbild 13 Fuß).



Zurück zur Wassersäule: Aufgrund der Tatsache, dass die Längenangabe auf einer U-Säule erfolgte, kamen logischerweise

zahlreiche unterschiedliche Längeneinheiten zur Anwendung, sowohl metrische als nicht metrische. Die Folge war eine große Vielzahl an unterschiedlichen Druckeinheiten.

Auch wenn das Konzept Flüssigkeitssäule sehr simpel klingt, ist es wichtig in Erinnerung zu rufen, dass das Gewicht einer Flüssigkeit von der örtlichen Schwerkraft abhängt. Sprich wenn man die Säule an einem Ort kalibriert und dann woanders hinbringt (in einiger Entfernung, unterschiedliche Höhenlage) kann es sein, dass sie nicht mehr korrekt misst. Aus diesem Grund ist eine präzise Schwerkraftkorrektur erforderlich.

Zudem wirkt sich die Temperatur der Flüssigkeit auf die Flüssigkeitsdichte aus, was sich auch wiederum geringfügig auf die Messwerte des U-Rohrs auswirkt. Es gibt diverse Druckeinheiten, die auf Flüssigkeitssäulen basieren, bei denen die Flüssigkeitstemperatur in der Druckeinheit angegeben ist; wobei die gebräuchlichsten Temperaturen 0 °C, 4 °C, 60 °F und 68 °F sind. Aber es gibt auch Wassersäuleneinheiten ohne Angabe der Wassertemperatur. Diese basieren auf einer theoretischen Wasserdichte von 1 kg/1 Liter (ISO31-3, BS350). In der Praxis hat Wasser jedoch nie eine solch hohe Dichte. Bei +4 °C (39,2 °F) hat Wasser seine höchste Dichte und zwar circa 0,999972 kg/Liter. Die Dichte von Wasser sinkt, sobald die Temperatur höher oder niedriger als +4 °C ist. Temperatur kann einen beträchtlichen Einfluss auf die Dichte haben. Zum Beispiel verändert sich die Dichte von Wasser bei einer Temperaturschwankung von +4 °C auf +30 °C um circa 0,4%.

Last but not least ist die Ablesbarkeit einer mechanischen Flüssigkeitssäule in der Regel ziemlich eingeschränkt; das heißt es sind keine akkuraten Messergebnisse möglich. Darüber hinaus ist es aufgrund der mechanischen Einschränkungen nicht möglich ein U-Rohr für hohe Drücke zu benutzen.

Aus all den vorstehend genannten Gründen und der daraus resultierenden Problematik sind Flüssigkeitssäulen in U-Rohren nicht besonders praktisch in der Anwendung. Außerdem haben moderne digitale Druckmessgeräte Flüssigkeitssäulen längst verdrängt. Dennoch sind viele der Druckeinheiten, die in der Ära der Flüssigkeitssäulen das Licht der Welt erblickt hatten, nicht untergegangen und auch heute noch in Gebrauch.

Kurz zusammengefasst haben wir folgende Druckeinheiten, die auf Flüssigkeitssäulen basieren:

- Für Länge gibt es viele Einheiten: mm, cm, m, Zoll und Fuß.
- Dann gibt es Säulen für unterschiedliche Flüssigkeiten, wie Wasser (H₂O) oder Quecksilber (Hg).

- Es gibt Wassersäuleneinheiten für unterschiedliche Dichten bei Temperaturen wie 0 °C, 4 °C, 60 °F und 68 °F sowie für theoretische Dichten.

Wenn wir all das kombinieren, erhalten wir eine lange Liste von Druckeinheiten. Hier eine kleine Auswahl: mmH₂O, cmH₂O, mH₂O, mmHg, cmHg, mHg, iwc, inH₂O, ftH₂O, inHg, mmH₂O bei 4 °C, mmH₂O bei 60 °F, mmH₂O bei 68 °F, cmH₂O bei 4 °C, cmH₂O bei 60 °F, cmH₂O bei 68 °F, inH₂O bei 60 °F, inH₂O bei 68 °F, inH₂O bei 4 °C, ftH₂O bei 60 °F, ftH₂O bei 68 °F, ftH₂O bei 4 °C und so weiter.

Atmosphärische Einheiten

Für die Messung des atmosphärischen Absolutdrucks wurden spezielle Druckeinheiten geschaffen. Eine dieser Einheiten ist die physikalische Atmosphäre (atm), die mit 101.325 Pascal festgelegt wurde. Um die Angelegenheit noch etwas verwirrender zu gestalten, gibt es auch eine technische Atmosphäre (at), die zwar ziemlich ähnlich, jedoch nicht exakt das Selbe ist wie atm. Die technische Atmosphäre entspricht einem Kilogramm Kraft pro Quadratcentimeter. Sprich 1 at entspricht circa 0,968 atm.

Eine weitere Druckeinheit, die für die Messung des atmosphärischen Absolutdrucks benutzt wird ist Torr, was 1/760 atm entspricht. Torr ist also ein Absolutdruck, auch wenn das normalerweise nirgendwo erwähnt wird; man muss es nur wissen, was zusätzliche Verwirrung stiften kann. Ursprünglich war Torr als Äquivalent zu 1 Millimeter Quecksilber gedacht. Spätere Definitionen zeigen jedoch geringfügige Unterschiede zwischen diesen beiden Werten. Torr ist keine SI-Einheit.

Und noch ein paar Einheiten...

Auch wenn hier bereits zahlreiche Druckeinheiten Erwähnung gefunden haben, gibt es immer noch viele weitere...

Ein Beamex MC6 Kalibrator verfügt, um nur ein Beispiel zu nennen, über mehr als 40 unterschiedliche Druckeinheiten plus ein paar benutzerdefinierte Einheiten für all jene, die den besonderen Nervenkitzel suchen.

Umrechnungsnormen für Druckeinheiten

Wenn man mit Druck arbeitet weiß man, dass Druckwerte in der Regel in einer bestimmten Druckeinheit angegeben sind und man diese Werte in andere Druckeinheiten umrechnen muss.

Druckeinheiten sind genormt und so muss auch die Umrechnung der Einheiten gemäß der geltenden Normen erfolgen. Gängigste Normen für Druckeinheiten:

- SI-System
- ISO31-3, 2. Ausgabe, 01.09.1992
- BS350 Teil 1: 1974
- PTB-Mitteilungen 100 3/90
- Perry's Chemical Engineer's Handbook, 6. Ausgabe, 1984

EINHEITENRECHNER FÜR DRUCKEINHEITEN

Ich habe versucht eine Umrechnungstabelle für die verschiedenen Druckeinheiten zu erstellen, aber diese Tabelle wurde schnell zu einem vollkommen unübersichtlichen Riesenraster, das Ihnen in der Praxis sicherlich nicht weiterhelfen würde. Folgedessen haben wir anstatt einer Umrechnungstabelle einen online-Einheitenrechner für Druckeinheiten entwickelt und in unsere Homepage integriert. Mithilfe dieses Einheitenrechners können Sie gemessene Druckwerte herrlich einfach von einer Einheit in andere Einheiten umrechnen. Unter nachfolgendem eine Link gelangen Sie direkt zu unserem Einheitenrechner für Druckeinheiten:

www.beamex.com/de/ressourcen/einheitenrechner-fuer-druckeinheiten/