

Theorie und Anwendungen für Druck-Messungen

Druck und Druckmessung

Der Druck p ist definiert als der Quotient aus einer senkrecht zur Fläche A wirkenden Kraft F und der Fläche A :

$$p = F / A.$$

Die SI-Einheit des Drucks ist $1 \text{ N/m}^2 = 1 \text{ Pa}$ (Pascal). Neben der SI-Einheit Pascal sind auch andere Einheiten gebräuchlich:

bar:

Bar ist die in der Technik am meisten verwendete Einheit. Je nach Größe wird der Druck in bar oder Millibar angegeben.

Dabei ist $1 \text{ bar} = 1000 \text{ mbar}$.

Die Umrechnung in Pascal ist: $1 \text{ mbar} = 100 \text{ Pa}$ In Europa üblich ist die Messung in bar.

psi:

Die psi-Einheit findet im amerikanischen Sprachraum Verwendung und hat ihren Namen von pounds per square inch.

Umgerechnet wird wie folgt: $1 \text{ psi} = 69 \text{ mbar}$

Neben diesen Einheiten sind vereinzelt noch at , atm und Torr gebräuchlich. Diese Einheiten sind jedoch im technischen Bereich nicht mehr zulässig.

Umrechnung der Druckeinheiten

	Pa	bar	psi	Torr	at	atm
Pa	1	10^{-5}	0.0001450377	0.007500638	$1.019716 \cdot 10^{-5}$	$9.869233 \cdot 10^{-6}$
bar	10^5	1	14.50377	750.0638	1.019716	0.9869233

Druckarten

Wenn über Druckmessung gesprochen wird, ist es entscheidend welcher Typ von Druck gemeint ist. Die Begriffe „Absolut“, „Relativ“ und „Vakuum“ sind oft Ursache von Missverständnissen, was man aus Kombinationen wie „absolutes Vakuum“ ersehen kann.

Der Absolutdruck p_{abs} ist der Druck gegenüber dem Druck Null im leeren Raum (Vakuum).

Der Atmosphärendruck oder Umgebungsdruck heißt p_{amb} (von lateinisch: ambiens = umgebend).

Die Differenz zweier Drücke p_1 und p_2 wird Druckdifferenz $\Delta p = p_1 - p_2$ oder Differenzdruck $p_{1,2}$ genannt.

Der Relativdruck p_{rel} ergibt sich aus einer Differenzdruckmessung relativ zum Umgebungsdruck.

Die Differenz zwischen einem absoluten Druck p_{abs} und dem jeweiligen (absoluten) Atmosphärendruck p_{amb} heißt Überdruck p_{e} . Der Überdruck p_{e} nimmt positive Werte an wenn der absolute Druck größer als der Atmosphärendruck p_{amb} ist. Er nimmt negative Werte an, wenn der absolute Druck kleiner als der Atmosphärendruck ist. Ein negativer Überdruck wird auch Unterdruck genannt.

Messprinzipien

Der Druck kann auf verschiedenste Arten ermittelt werden. Die häufigsten Methoden sind hierbei Flüssigkeitsmanometer, die mit einer Sperrflüssigkeit arbeiten, federelastische Druckmessgeräte und elektrische Druckmessumformer.

Für die elektronische Verarbeitung von Drücken (Aufzeichnung, Abspeicherung etc.) werden fast ausschließlich elektrische Druckmessumformer verwendet.

Elektrische Druckmessumformer

Das Messprinzip elektrischer Druckmesser beruht auf der Änderung der elektrischen Eigenschaften von Widerständen, Kondensatoren und Spulen in Abhängigkeit des Drucks. Elektrische Druckaufnehmer eignen sich sowohl zum Messen schnell veränderlicher Drücke, als auch für sehr große Drücke. Die Verarbeitung des Messsignals erfolgt durch geeignete Messverstärker die ein elektrisches Signal liefern, das dann weiterverarbeitet werden kann.

Elektrischer Druckmesser lassen sich in drei Kategorien aufteilen: Kapazitive, piezoelektrische und Widerstandsaufnehmer.

Widerstandsdruckmesser

Bei Widerstandsdruckmessern verwendet man als Aufnehmer in der Hauptsache sogenannte Dehnungsmessstreifen (DMS) die auf einer Membran aufgebracht werden. Durch die Auslenkung (Dehnung) der Membran in Abhängigkeit des Drucks ändert sich der Widerstand der DMS. Widerstandsdrucksensoren werden aufgrund der mechanischen und chemischen Stabilität meist als Keramikmesszellen ausgeführt.

Kapazitive Aufnehmer

In einem kapazitiven Aufnehmer bewegt sich die Messmembran zwischen zwei Kondensatorplatten.

Ändert sich die geometrische Lage der Membran durch den Druck, führt dies zu einer Veränderung des Kondensators und damit zu einer messbaren Kapazitätsänderung.

Piezoelektrischer Druckaufnehmer

Kristalle wie Quarz, Turmalin und Verbindungen wie Bariumtitanat weisen piezoelektrische Eigenschaften mit genügend großer Abhängigkeit vom Druck auf. D.h. in Abhängigkeit des Drucks wird durch den piezoelektrischen Effekt eine messbare Spannung erzeugt. All diese Druckaufnehmer können sowohl als Absolutdruck-Sensoren ausgeführt sein, d.h. der Sensor misst die Druckänderung in Relation zum Vakuum, als auch als Relativdrucksensoren, wobei dann die Änderung des Druckes in Relation zum Umgebungsdruck gemessen wird.

Genauigkeit einer Druckmessung

Die Genauigkeit von Druckmessgeräten wird meist in Prozent angegeben. Gemeint ist dabei die Abweichung von der idealen Kennlinie in Prozent vom Messbereichsendwert. Sie beinhaltet alle Linearitäts-, Hysterese- und Reproduzierbarkeitsfehler.

Bei einem Messbereich von z.B. 0...10 bar entspricht eine Genauigkeit von $\pm 0,5 \%$ einer max. Abweichung von $\pm 0,05 \text{ bar}$.



ebro Electronic GmbH & Co. KG

Peringerstraße 10 • D-85055 Ingolstadt

Tel.+49 (0) 841 - 9 54 78-0 • Fax+49 (0) 841 - 9 54 78-80

Internet: www.ebro.de • e-Mail: info@ebro.de