

Druck

Inhalt

Messprinzipien und Sensoren zur Druckmessung	2
Begriffe.....	2
Absolutdruck.....	2
Atmosphärischer Luftdruck.....	2
Differenzdruck	2
Atmosphärische Druckdifferenz, Überdruck	2
Piezoelektrischer Effekt	2
Messprinzipien und Sensoren zur Druckmessung	3
Unmittelbare Druckmessgeräte.....	3
Flüssigkeitsdruckmessgeräte	3
Druckwaagen/Kolbendruckmessgeräte	3
Mittelbare Druckmessgeräte	3
mechanische Druckmessgeräte	3
elektronische Drucksensoren	3
Halleffektsensoren.....	4
kapazitive Sensoren	4
Umrechnung wichtiger Druckeinheiten	4
Weitere Umrechnungen.....	4

Messprinzipien und Sensoren zur Druckmessung

Begriffe

Absolutdruck

Ein Druck, der auf den Bezugsdruck "0" (Vakuum) bezogen ist, wird als absoluter Druck oder Absolutdruck bezeichnet. Zur Unterscheidung von anderen Druckarten wird er mit dem Index abs gekennzeichnet (p_{abs}).

Atmosphärischer Luftdruck

Der für die Messung von Umgebungsbedingungen auf der Erde wichtigste Druck ist der atmosphärische Luftdruck p_{amb} . Er entsteht durch das Gewicht der Lufthülle, die die Erde bis zu einer Höhe von etwa 500km umgibt. Bis zu dieser Höhe in der der absolute Druck $p_{abs} = 0$ herrscht, nimmt der atmosphärische Luftdruck ständig ab. In Meereshöhe beträgt der Luftdruck p_{amb} im Mittel 1013,25hPa. Der auf Meereshöhe bezogene Luftdruck ist der effektive Luftdruck am Messort, umgerechnet auf Meereshöhe. Die Umrechnung erfolgt durch die Addition einer Druckdifferenz, die durch das Gewicht der Luftsäule zwischen dem Messort und der Meereshöhe entsteht. Dadurch wird erreicht, dass Luftdrücke unabhängig von der Meereshöhe miteinander verglichen werden können. Bei den sogenannten Hoch- oder Tiefdrucklagen unseres Wetters schwankt der Luftdruck um ca. $\pm 5\%$.

Setzt man eine in den verschiedenen Abständen von der Erdoberfläche gleiche Temperatur voraus, so nimmt der Luftdruck bei zunehmender Höhe nach einer Exponentialfunktion ab. Hier gilt die sogenannte internationale Höhenformel:

$$p_{amb} = p_0 \left(1 - \frac{6,5 \times h}{288,15 \text{ K}}\right)^{5,255}$$

mit der der effektive Luftdruck in einer bestimmten Höhe h bestimmt werden kann.

Differenzdruck

Die Differenz zweier Drücke p_1 und p_2 wird Druckdifferenz $\Delta p = p_1 - p_2$ genannt. In Fällen, bei denen die Differenz zweier Drücke selbst die Messgrösse darstellt, spricht man vom Differenzdruck p_{12} .

Atmosphärische Druckdifferenz, Überdruck

Im Bereich der Technik wird am häufigsten die atmosphärische Druckdifferenz p_e gemessen. Sie ist die Druckdifferenz zwischen p_{abs} und p_{amb} . Man nennt diese Druckdifferenz Überdruck. Man spricht von positivem Überdruck, wenn der absolute Druck höher, von negativem Überdruck, wenn er niedriger als der atmosphärische Luftdruck ist.

Piezoelektrischer Effekt

An der Oberfläche bestimmter Stoffe sammelt sich in Abhängigkeit von der einwirkenden Gewichtskraft eine elektrische Ladung an. Diese der Gewichtskraft proportionale Ladung kann zur Druckmessung herangezogen werden.

Messprinzipien und Sensoren zur Druckmessung

Man unterscheidet bei der Druckmessung die Geräte, die die Messgröße direkt aus einer der beiden Basisbeziehungen ermittelt:

$$p = \frac{F}{A} \quad \text{oder} \quad \Delta p = \Delta h \times \rho_m \times g$$

und solche Geräte, die Längenänderungen, elektrische, optische oder chemische Auswirkungen einer Druckänderung in ein entsprechendes Signal wandeln.

Unmittelbare Druckmessgeräte

Flüssigkeitsdruckmessgeräte

Der zu messende Druck p wird mit der Höhe h einer Flüssigkeitssäule verglichen. Nach obenstehender Formel wird der Druck bestimmt (ρ_m : Dichte des Messmediums, g : Erdbeschleunigung).

Druckwaagen/Kolbendruckmessgeräte

Druckwaagen bzw. Kolbendruckmessgeräte arbeiten nach der Basisdefinition des Drucks. Der Druck wirkt auf eine definierte Fläche A und bewirkt eine Kraft F . Diese Kraft wird beispielsweise mit der einer Feder oder eines Gegengewichtes verglichen. Der Federweg oder die Masse des Gewichtes ist dann ein Mass für den Druck.

Mittelbare Druckmessgeräte

mechanische Druckmessgeräte

Die am meisten eingesetzten mechanischen Druckmessgeräte sind die mit federelastischen Messgliedern (Bourdonrohr). Hierbei gelangt der Druck in einen definierten Druckraum des Messorgans von dem sich eine oder mehrere der Wände proportional zum Druck elastisch verformen.

elektronische Drucksensoren

Es existieren eine Vielzahl von elektrischen Drucksensoren mit unterschiedlichsten Messprinzipien. Im Folgenden sind hier nur einige wichtige Verfahren genannt:

Dehnungsmessstreifen, Halbleiterdehnungstreifen (piezoresistiver Effekt) etc.

Durch Druckbeaufschlagung ändert sich die Länge und damit der Wert eines elektrischen Widerstandes nach folgender Formel:

$$\Delta R = \rho \times \Delta \left(\frac{l}{Q} \right) + \Delta \rho \times \left(\frac{l}{Q} \right)$$

wobei ρ der spezifische Widerstand, l und Q Länge und Querschnitt des Widerstandes darstellen.

Diese Widerstandsänderung wird über ein spezielles Auswerteverfahren, der sogenannten Wheatstone'schen Messbrücke ausgewertet und in ein druckabhängiges Ausgangssignal umgewandelt.

Weitere Dehnungsmessstreifen, neben der genannten Halbleitertechnologie sind Dick- und Dünnschichtdehnungsmessstreifen und Foliendehnungsmessstreifen.

Halleffektssensoren

Ein Halleffektssensor bestimmt die Änderung eines Magnetfeldes in Abhängigkeit von der Auslenkung einer Membran oder ähnlichem.

kapazitive Sensoren

Bei der Druckmessung mit kapazitiven Sensoren macht man sich die Abstandsänderung der beiden Kondensatorplatten in Abhängigkeit vom Druck zu Nutze.

Umrechnung wichtiger Druckeinheiten

	SI-Einheiten			Technische Einheiten		
	bar	mbar	Pa	mmHg	kp/cm ²	atm
1 bar	1	10 ³	10 ⁵	750,064	1,01972	0,986923
1 mbar	10 ⁻³	1	100	750,064E-03	1,01972E-03	0,986923E-03
1 Pa	10 ⁻⁵	0,01	1	7,50064E-03	10,1972E-06	9,86923E-06
1 mmHg	1,33322E-03	1,33322	133,322	1	1,35951E-03	1,31579E-03
1 kp/cm²	0,980665	0,980665E03	98,0665E-03	735,561	1	0,967841
1 atm	1,01325	1,01325E03	101,325E-03	760	1,03323	1

Weitere Umrechnungen

1 hPa = 1 mbar

1 Pa = 1 N/m²

1 mmHg = 1 Torr

1 kp/cm² = 1 atü