

Kleines ABC der Druckmesstechnik



Kompetenz in der Druckmesstechnik

WIKA zählt zu den weltweit führenden Anbietern in der Druck- und Temperaturmesstechnik. Seit über 60 Jahren konzentrieren wir uns Tag für Tag auf den Kundenerfolg. Dabei bauen wir auf Innovationsgeist, Professionalität und Kundenorientierung.

Unsere erfahrenen Spezialisten tun alles, um für Sie die technisch und wirtschaftlich beste Lösung zu finden.

Ob Keramik-Dickschicht, piezoresistiv oder Metall-Dünnschicht – als weltweit einziger Hersteller produziert WIKA die gesamte Breite dieser heute führenden Sensortechnologien. Unabhängig davon, ob Sie ein Standardgerät oder eine individuelle, kundenspezifische Ausführung samt fachgerechter Schulung benötigen – wir haben für jede Anwendung die optimale Lösung.

Ihre Vorteile

- Massgeschneiderte Systemlösungen
- Qualitativ hochstehende, solide Produkte
- Kundenorientierte, kompetente und persönliche Beratung
- Enge, partnerschaftliche Zusammenarbeit
- Innovationskraft und Erfahrung in allen Anwendungssegmenten
- Training, technischer Support, Optimierungen

Inhaltsverzeichnis

Druckarten	3
Sensorelemente	5
Ausgangssignale	7
Genauigkeitsangaben	9
Messbereich	13
Einstellzeit/Ansprechzeit	15
Temperaturfehler	17
Umrechnungstabelle	19
Produkteübersicht	21



Druckarten

Druck

Der Druck ist als Kraft pro Flächeneinheit definiert. Der Druck p [Pa] ist also das Verhältnis der Kraft F [N] zur Fläche A [m²]: $p = F/A$

Umgebungsdruck

Der für das Leben auf der Erde wohl wichtigste Druck ist der atmosphärische Luftdruck p_{amb} (amb = ambies = umgehend). Er entsteht durch das Gewicht der Lufthülle, die die Erde bis zu einer Höhe von ca. 500km umgibt. Bis zu dieser Höhe, in der der absolute Druck $p_{abs} = 0$ ist, nimmt seine Grösse ständig ab. Darüber hinaus unterliegt der atmosphärische Luftdruck wetterbedingten Schwankungen. In Meereshöhe beträgt p_{amb} im Mittel 1013.25 mbar.

Absolutdruck

Der eindeutigste Bezugsdruck ist der Druck Null, der im luftleeren Raum des Universums herrscht. Ein Druck, der auf diesen Bezugsdruck bezogen ist, wird absoluter Druck oder Absolutdruck genannt.

Relativdruck

Druck, bezogen auf den atmosphärischen Luftdruck (Umgebungsdruck).

Positiver Überdruck

Der anstehende Druck ist grösser als der Umgebungsdruck.

Negativer Überdruck

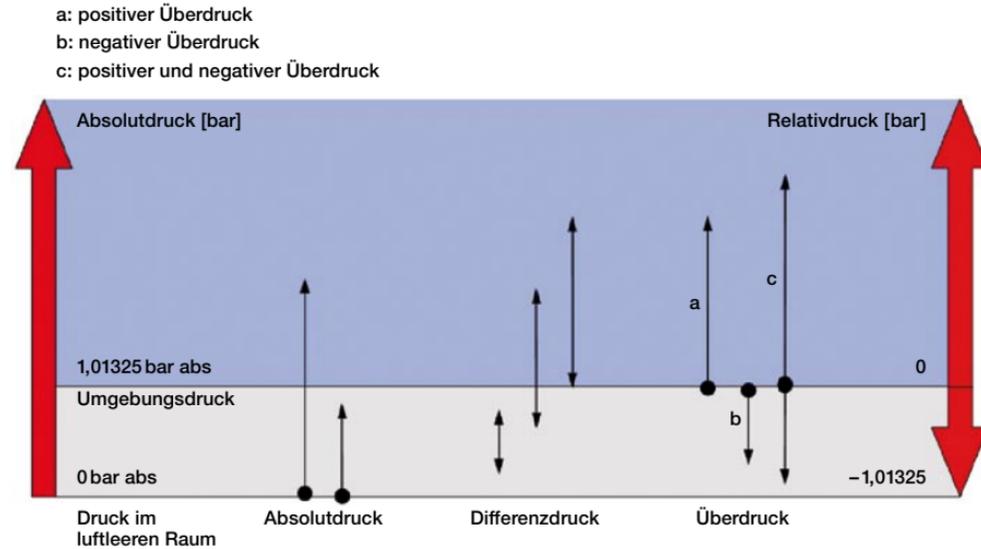
Der anstehende Druck ist kleiner als der Umgebungsdruck.

Absolutdrucksensor

Druckmessgerät, mit dem der Absolutdruck gemessen werden kann. Auf der Sekundärseite der Membrane befindet sich ein Vakuum. Der Referenzpunkt beim Absolut-Drucksensor entspricht dem vollständigen Vakuum ($p_{abs} = 0$ bar).

Relativdrucksensor

Druckmessgerät mit dem der Differenz- oder Relativdruck gemessen werden kann. Die Sekundärseite der Membran ist offen, so dass ein Druckausgleich zum Atmosphärendruck stattfinden kann. Der Nullpunkt des Drucksensors entspricht dem Umgebungsdruck.



Sensorelemente

Das Sensorelement ist das eigentliche Herz jedes Druckmessumformers und setzt die physikalische Grösse Druck in ein elektrisches Signal (mV) um.



Keramik-Dickschicht-Technologie



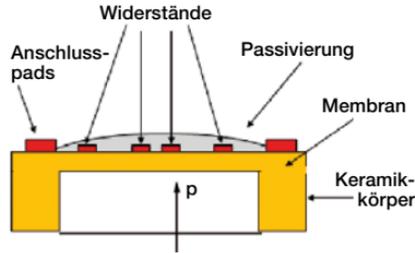
Metall-Dünnschicht-Technologie



Piezoresistive Technologie

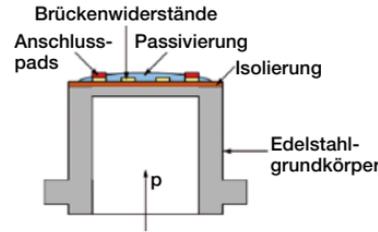
Keramik-Dickschicht-Technologie

Der Grundkörper besteht aus einem Keramikmonolyt, auf dessen Membrane die Widerstände aufgedruckt werden. Keramikmesszellen zeichnen sich durch eine gute Langzeitstabilität und Korrosionsbeständigkeit aus. Da Keramik nicht mit dem Prozessanschluss verschweisst werden kann, ist eine Dichtung zur Medientrennung notwendig.

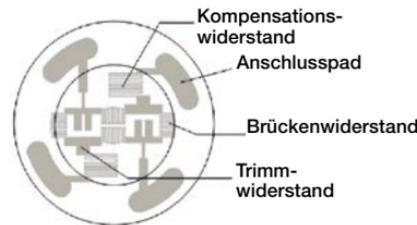


Metall-Dünnschicht-Technologie

Der Grundkörper besteht aus Edelstahl. Die Widerstandsstruktur entsteht durch Fotolithografie. Dünnschicht-Messzellen zeichnen sich durch exzellente Resistenz gegen Druckspitzen und Berstdrücke aus. Selbst extrem hohe Drücke können zuverlässig gemessen werden – auch bei hohen Schocks und Vibrationen.

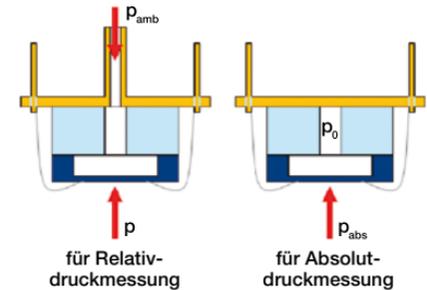


Funktion: Bei der Keramik-Dickschicht und bei der Metall-Dünnschicht-Technologie werden vier Widerstände zu einer Wheatstone'schen Brücke verschaltet. In der Mitte der Membrane erfahren die Widerstände unter Druckbeaufschlagung die höchste Dehnung, in den Randbereichen die grösste Stauchung. Bei Keramik- und Dünnschichtzellen ist die Messmembran gleichzeitig die Trennmembran zum Medium. Es wird keine interne Übertragungsflüssigkeit benötigt.



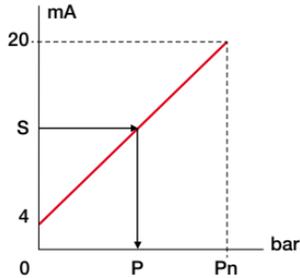
Piezoresistive Technologie

Ob Relativdruck oder absolute Drücke – mit den piezoresistiven Drucksensoren von WIKA ist beides möglich. Funktion: Die Veränderung des spezifischen Widerstandes und somit des Signals ergibt sich bei Halbleitermaterialien aus der veränderlichen Beweglichkeit der Elektronen in der kristallinen Struktur. Die Beweglichkeit wird durch die mechanische Belastung beeinflusst. Über eine Edelstahlmembran (Kapselung) erfolgt die Trennung zwischen dem empfindlichen Silizium-Chip und dem Prozessmedium. Zur internen Druckübertragung dient standardmässig ein Silikonöl.



Ausgangssignale

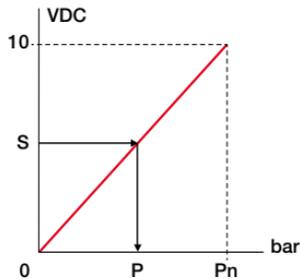
4...20mA



$$P [\text{bar}] = \frac{(S [\text{mA}] - 4 \text{ mA})}{16 \text{ mA}} \cdot P_n [\text{bar}]$$

S = Signal
P = Druck
Pn = Nenndruck

0...10V



$$P [\text{bar}] = \frac{(S [\text{V}])}{10 \text{ VDC}} \cdot P_n [\text{bar}]$$

S = Signal
P = Druck
Pn = Nenndruck

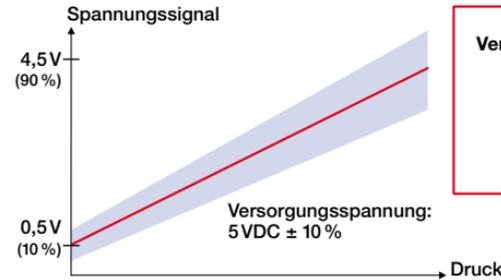
Das 4...20-mA-Signal in 2-Leitertechnik ist das am meisten verbreitetste analoge Ausgangssignal. Hauptmerkmal dieser Technik ist, dass Hilfsenergie

und Messsignal über die gleichen Anschlussleitungen geführt werden. Dadurch, dass im Nullpunkt 4 mA ausgegeben wird, kann zudem eine

Leitungsüberwachung realisiert werden (Werte unter 4 mA werden z.B. als Leitungsbruch interpretiert). Darüber hinaus ist das Stromsignal unempfind-

lich gegenüber elektromagnetischen Störungen und Spannungsverlusten durch den Leitungswiderstand.

Ratiometrisches Signal



Versorgung (UB)	Nullpunkt (10 %)	Endwert (90 %)
5,00 V	0,50 V	4,50 V
4,50 V	0,45 V	4,05 V
5,50 V	0,55 V	4,95 V

Das ratiometrische Signal ist proportional zur Versorgungsspannung. Für eine Versorgungsspannung von 5 VDC wird das Ausgangssignal mit 0,5 bis 4,5 VDC spezifiziert. Beträgt die Versorgungsspannung lediglich 4,5 VDC, also 10 % weniger als die Nennspannung, so fällt das Ausgangssignal ebenfalls 10 % niedriger aus, sprich 0,45 bis 4,05 VDC.

Dieses Ausgangssignal spart einige elektronische Bauteile und macht so preiswerte Drucksensoren möglich.

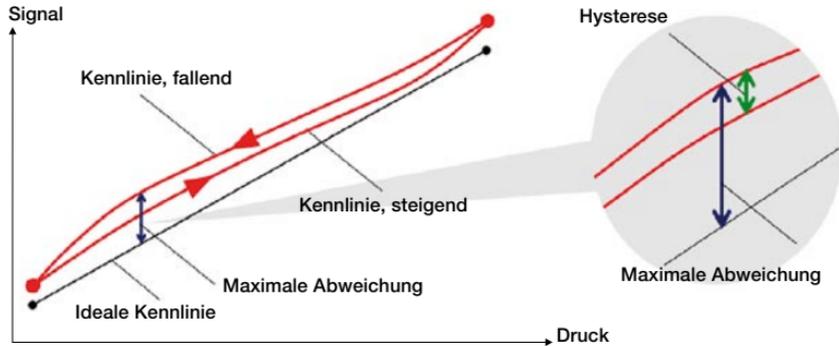
Genauigkeitsangaben

Kennlinie

Tatsächlicher Zusammenhang zwischen der Messgrösse Druck und dem Ausgangssignal, aufgenommen bei steigendem und bei fallendem Druck. Die ideale Kennlinie ist eine Gerade.

Genauigkeit

Maximale Abweichung der Ist-Kurve von der idealen Kennlinie; einschliesslich Nichtlinearität, Hysterese, Nichtwiederholbarkeit, Anfangs- und Endwertabweichung.



Hysterese

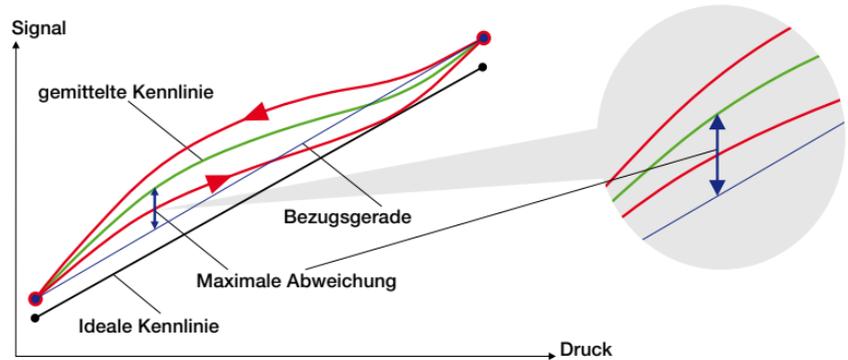
Unter Hysterese versteht man die Differenz des Ausgangssignals beim Anfahren eines festen Messwertes im Auf- und Abwärtsgang, d.h. bei steigendem und fallendem Druck. Angabe in % FS (full scale).

Nichtlinearität

Grösste Abweichung der gemittelten Kennlinie bei steigendem und bei fallendem Druck von einer Bezugsgeraden.

Nichtwiederholbarkeit

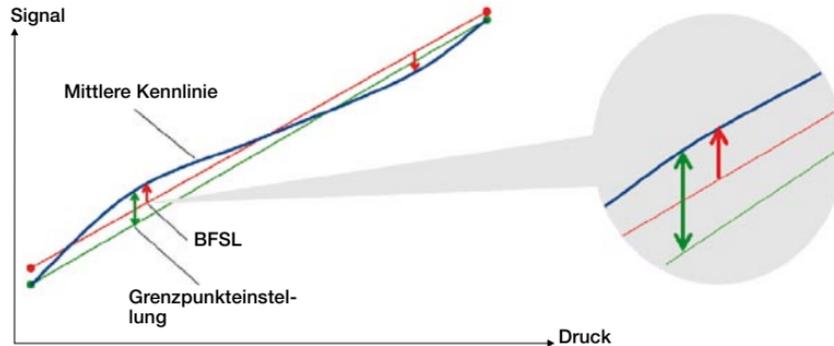
Grösste Differenz innerhalb der Kennlinie (bei steigendem oder fallendem Druck) bei wiederholtem Anfahren des gleichen Druckes, aus der gleichen Richtung.



Bezugsgerade

Bei der Grenzpunkteinstellung verläuft die Bezugsgerade durch den tatsächlichen Anfangs- und Endwert. Bei der Toleranzbandeneinstellung bzw. BFSL (Best Fit Straight Line) wird die Bezugsgerade so gelegt, dass die grösste Abweichung den kleinsten Wert annimmt. Grenzpunkteinstellung $\approx 2 \times$ BFSL. Angabe in % FS.

Referenzgerade

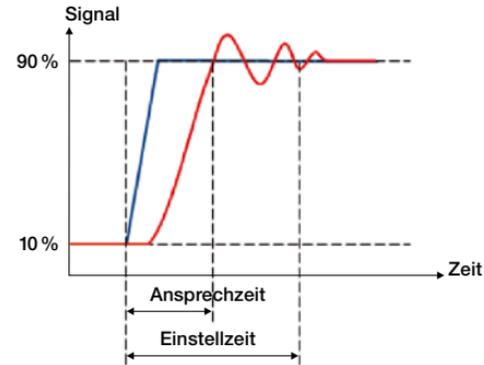


Einstellzeit

Zeitspanne, zwischen dem Zeitpunkt einer sprungförmigen Änderung des Druckes von in der Regel 10 % auf 90 % der Messspanne und dem Zeitpunkt, an dem das Ausgangssignal innerhalb vorgegebener Grenzen um ihren Beharungswert bleibt.

Ansprechzeit

Zeit, die das Ausgangssignal eines Messgerätes nach einer sprungförmigen Änderung des Druckes benötigt, um von 10 % auf 90 % seines Endwertes anzusteigen.



Messbereiche

Messbereich

Unter dem Messbereich versteht man die Messspanne zwischen Messanfang und Messende. Innerhalb dieses Bereichs gelten die im Datenblatt spezifizierten Fehlergrenzen.

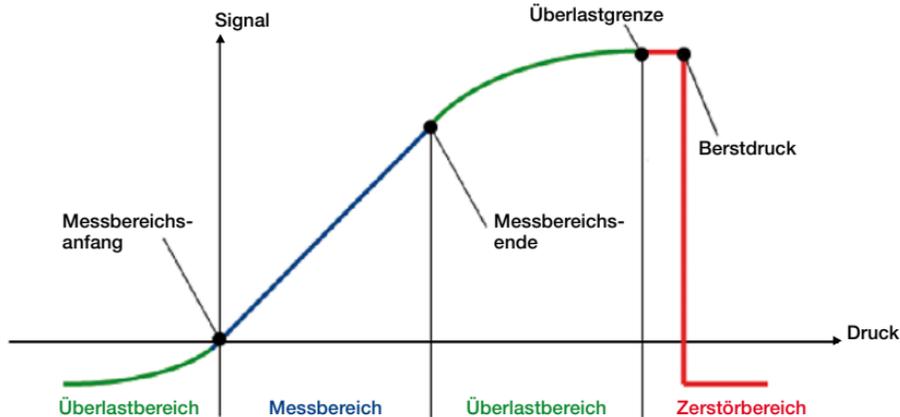
Überlastbereich

Der Überlastbereich kennzeichnet die Drücke, denen ein Druckmessumformer ausgesetzt werden darf, ohne dass er bleibende Schäden wie z.B. einen Null-

punkt-Offset behält. In dieser Spanne zwischen Messbereich und Überlastgrenze kann der Druckmessumformer seine spezifizierten Eigenschaften verlassen.

Berstdruck

Der Berstdruck kennzeichnet den Druck, der bei einer Überschreitung zu einer völligen Zerstörung des Druckmessumformers führen kann und somit auch zu einem Austreten des Messstoffes.

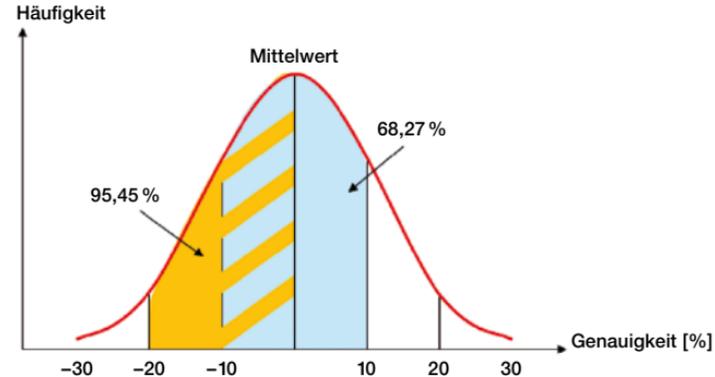


Maximaler Fehler

100 % der Geräte halten die Spezifikationen ein.

Typischer Fehler

Weniger als 100 % der Geräte halten die Spezifikationen ein. Die genaue Zahl kann abhängig vom Hersteller zwischen 68 % und 95 % liegen. Ein Rückschluss auf die Genauigkeit des einzelnen Gerätes ist daher nicht möglich.



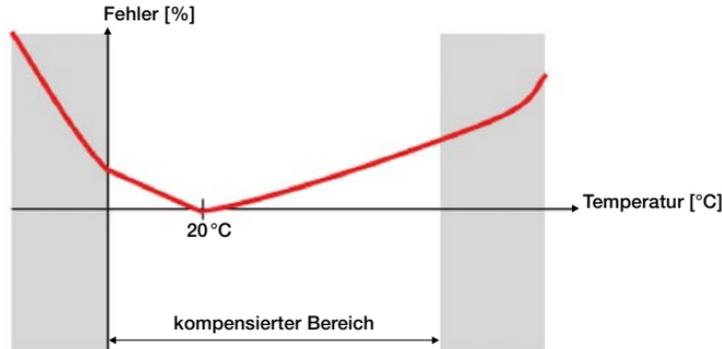
Temperaturfehler

Temperaturkompensierter Bereich

Die wichtigste Angabe für die zulässigen Temperaturgrenzen ist der kompensierte Temperaturbereich. Innerhalb dieser Grenzen gilt der in den Spezifikationen angegebene Temperaturfehler mit den entsprechenden Temperaturkoeffizienten TK. In der Praxis heisst dies, dass der Temperaturfehler zu dem als Kennlinienabweichung angegebenen Fehler addiert werden muss.

Temperaturkoeffizient TK

Der Temperaturkoeffizient TK ist die maximale Verschiebung der Ausgangsspanne und des Nullpunktes, die sich bei einer Temperaturänderung von 1K ergibt. Angabe in % FS / 10 K.



Beispiel aus Datenblatt

Technische Daten Typ S-10 / S-11

Kompensierter Temperaturbereich °C: 0 ... +80

Temperaturkoeffizienten im kompensierten Temperaturbereich

- Mittlerer TK des Nullpunktes % d. Spanne $\leq 0,2/10$ K
($< 0,4$ für Messbereiche $\neq 250$ mbar)
- Mittlerer TK der Spanne % d. Spanne $\leq 0,2/10$ K

Gesamtfehlerbetrachtung (Kennlinienabweichung plus Temperaturfehler)

Gewählter Druckmessumformer Typ S-10

Messbereich	0 ... 60 bar	
Genauigkeit	0,5 % FS	0,3 bar
Betriebstemperatur	0 ... +80 °C	T = 60 K (Abgleichtemperatur = 20 °C)
Mittlerer TK des Nullpunkts	0,2/10 K (FS)	1,2 % → 0,72 bar
Genauigkeit	0,2/10 K (FS)	1,2 % → 0,72 bar
Gesamtfehler (worst case)	2,9 %	1,74 bar

Umrechnungstabelle von Druckeinheiten

Einheit	bar	mbar	Pa N/m ²	kPa N/m ²	MPa N/m ²	at kg/cm ²	atm	mmWS mmCE	mWS mCE	Torr mmHg	psi lb/In ²
1 bar	1	1000	10 ⁵	100	0,1	1,02	0,987	1,02 · 10 ⁴	10,2	750	14,5
1 mbar	0,001	1	100	0,1	10 ⁻⁴	1,02 · 10 ⁻³	0,987 · 10 ⁻³	10,2	0,0102	0,75	0,0145
1 Pa 1N/m ²	10 ⁻⁵	0,01	1	0,001	10 ⁻⁶	1,02 · 10 ⁻⁵	0,987 · 10 ⁻⁵	0,102	1,02 · 10 ⁻⁴	0,0075	1,45 · 10 ⁻⁴
1 kPa 1kN/m ²	0,01	10	1000	1	0,001	1,0102	9,87 · 10 ⁻³	102	0,102	7,5	0,145
1 MPa 1MN/m ²	10	10 ⁴	10 ⁶	1000	1	10,2	9,87	1,02 · 10 ⁵	102	7500	145
1 at 1 kg/cm ²	0,981	981	0,981 · 10 ⁵	98,1	0,0981	1	0,987	10 ⁴	10	760	14,22
1 atm	1,013	1013	1,013 · 10 ⁵	101,3	0,1013	1,033	1	1,033 · 10 ⁴	10,332	736	14,696
1 mmWS 1 mmCE	0,981 · 10 ⁻⁴	0,098	9,807	9,81 · 10 ⁻³	9,81 · 10 ⁻⁶	10 ⁻⁴	0,968 · 10 ⁻⁴	1	0,001	0,0736	1,422 · 10 ⁻³
1 mWS 1 mCE	0,0981	98,07	9807	9,81	9,81 · 10 ⁻³	0,1	0,0968	1000	1	73,6	1,422
1 Torr 1 mmHg	1,333 · 10 ⁻³	1,333	133,323	0,133	1,333 · 10 ⁻⁴	1,36 · 10 ⁻³	1,316 · 10 ⁻³	13,595	1,359 · 10 ⁻²	1	1,934 · 10 ⁻²
1 psi 1 lb/In ²	6,895 · 10 ⁻²	68,95	6895	6,895	6,895 · 10 ⁻³	7,013 · 10 ⁻²	0,6805	703,1	0,7031	51,7	1

Übersicht Druckmessumformer

Unser Sortiment und unsere Dienstleistungen in der Druckmesstechnik lassen keine Wünsche offen

Unabhängig davon, ob Sie ein Standardgerät oder eine individuelle Lösung suchen, gerne sind wir Ihr Partner in der Druckmesstechnik.

Dank unserer Innovation und Erfahrung helfen wir Ihnen bei der Wahl des richtigen Gerätes und stehen Ihnen mit unserem technischen Support auch im Einsatz jederzeit zur Verfügung.

Nachfolgend sehen Sie einen Auszug aus unserem Sortiment.

Mit Besonderheiten in der Ausführung

- mit frontbündiger Membrane
- für höchste Drücke
- für niedrige Drücke
- mit höherer Genauigkeit
- für bauraumkritische Anwendungen



- Allgemeine Industrieapplikationen
- Hydraulik und Pneumatik
- Maschinenbau
- Pumpen und Kompressoren



Mit Besonderheiten in der Ausführung

- für Tauchtiefenmessungen
- für raue Industrieumgebung
- Bus-Schnittstelle
- für explosionsgefährdete Bereiche (EX)



Für allgemeine Anwendungen



Für spezielle Märkte

- OEM-Markt
- für die Mobilhydraulik
- für Reinstgasanwendungen UHP
- für Nahrungs-, Futtermittel und Getränke



Ihr Partner für Druckmesstechnik

Der Bereich der Druckmesstechnik ist ein sehr komplexes Gebiet. Mit dieser Broschüre wollen wir Sie im Alltagsgeschäft unterstützen. Sollten Sie trotzdem noch Fragen haben, sind wir gerne persönlich für Sie da.

Ihr MANOMETER-Team

Für die Prozessindustrie

- Prozesstechnik
- Verfahrenstechnik
- Maschinen- und Anlagenbau
- Pharma
- für Nahrungs-, Futtermittel und Getränke



Ein zuverlässiger Partner für Ihren Erfolg

WIKA zählt zu den weltweit führenden Anbietern in der Druck-, Temperatur- und Kraftmesstechnik. Dabei bauen wir auf Innovationsgeist, Professionalität und Kundenorientierung. Unsere erfahrenen Spezialisten tun alles, um für Sie die technisch und wirtschaftlich beste Lösung zu finden.

WIKA-Produktlinien

- Elektronische Druckmessgeräte
- Mechanische Druckmessgeräte
- Druckmittler
- Elektrische Temperaturmessgeräte
- Mechanische Temperaturmessgeräte
- Prüf- und Kalibriertechnik

MANOMETER AG

Industriestrasse 11
CH-6285 Hitzkirch
Tel. +41 41 919 72 72
Fax +41 41 919 72 73
info@manometer.ch
www.manometer.ch



MANOMETER AG