

Manchmal reicht Mechanik

Mechanische Druckmessgeräte in der Prozessindustrie

Peter Herwig

Ob am Arbeitsplatz oder zuhause: Immer mehr Lebensbereiche sind oder werden digitalisiert. Trotzdem verzeichnen die Hersteller mechanischer Druckmessgeräte weiterhin steigende Absatzzahlen bei ihren Manometern. Kunden aus der Prozessindustrie nennen auf Anhieb zwei Gründe für die anhaltend gute Nachfrage: Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Geräte.

Manometer liefern ohne Fremdenergie stets ein zuverlässiges Messergebnis, das auf einen Blick ablesbar ist. Selbst wenn die Stromversorgung ausfällt, erfüllen sie weiterhin ihre Messaufgabe und zeigen den Wert vor Ort an. Die nach wie vor weite Verbreitung mechanischer Druckmessgeräte hat überdies wirtschaftliche Gründe. Mechatronische und elektronische Lösungen erfordern eine höhere Investition. Aber nicht jeder Beschäftigte arbeitet im Leitstand oder hat ein Notebook vor sich, um die Messvorgänge zu kontrollieren. Meist befindet sich das Wartungs- und Instandhaltungspersonal innerhalb der Anlage und kann somit den Druck direkt vor Ort ablesen.

Die grundsätzliche Entscheidung für den Einsatz von Manometern fällt nachvollziehbar leicht. Hingegen ist die Antwort auf die Frage, welches Gerät zu welcher Anforderung passt, vielschichtig.

Technologisch betrachtet, unterscheidet man drei Manometer-Typen: *Rohrfeder*manometer arbeiten mit einer Bourdonfeder als Messglied, die sich bei zunehmendem Druck ausdehnt. Diese Bewegung wird über Zugstange und Zeigerwerk zur Anzeige gebracht. Bei *Platten*

*feder*manometern wirkt der Druck über eine Membran, die am Rand entweder eingespannt oder verschweißt ist. Die lineare Bewegung wird über eine Schubstange direkt auf ein Zeigerwerk übertragen. Aufgrund der großen Fläche der Plattenfeder können niedrige Druckbereiche gemessen werden ($p = F/A$). Eine Sonderform dieses Typs ist das *Kapsel*federmanometer. Dessen Messglied besteht aus zwei, an den Rändern zusammengeschweißten Plattenfedern. Der daraus resultierende doppelte Federweg erlaubt die Messung auch niedrigster Drücke ohne Reduzierung der Materialstärke.

Auswahlkriterien für das richtige Messgerät

Alle drei Technologien eignen sich gleichermaßen für die Kontrolle von Relativ-, Differenz- und Absolutdruck. Generell ist die Relativdruckmessung die am häufigsten gebrauchte Methode. Dabei wird die Differenz zum aktuell herrschenden Umgebungsdruck gemessen, der sich nach dem Wetter und der Höhe über dem Meeresspiegel richtet. Im Vergleich zu den anderen beiden Methoden verursacht die Relativdruckmessung einen geringeren Aufwand und erfüllt dennoch die meisten Anforderungen in der Prozessindustrie.

Alle Manometer mit federelastischem Messglied unterliegen der Norm EN 837, die sich in drei Teile gliedert: „Druckmess-

geräte mit Rohrfedern – Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung“ (EN 837-Teil 1), „Auswahl- und Einbauempfehlungen für Druckmessgeräte“ (EN 837-Teil 2) und „Druckmessgeräte mit Platten- und Kapsel Federn – Maße, Messtechnik, Anforderungen und Prüfung“ (EN 837-Teil 3). Die Angaben bei den folgenden Auswahlkriterien beziehen sich auf diese Norm.

Erster Gesichtspunkt neben der Druckart ist der Druckbereich, dessen Grenzwerte je nach Technologie in der EN 837 beschrieben sind. Die Spanne von 1 bis 600 mbar wird mit Kapsel federgeräten abgedeckt. Modelle mit mehreren, hintereinander geschalteten Kapsel federn erfassen selbst minimale Drücke. Um Werte zwischen 2,5 mbar und 25 bar anzuzeigen, empfehlen sich Plattenfeder manometer. Für Messbereiche zwischen 0,6 und 1600 bar eignen sich in erster Linie Rohrfeder manometer. Höhere Drücke wie bei der Herstellung von Low-Density-Polyethylen tauchen in der Prozessindustrie eher selten auf. Derartige Werte liegen auch außerhalb der Norm EN 837. Dennoch gibt es Rohrfeder-Konstruktionen für Drücke bis 7000 bar, wie ein Hersteller sie beispielsweise auf der Basis von FEM-Analysen und unter Verwendung spezieller Materialien und Geometrien realisiert.

Neben dem Druckbereich spielt das Messmedium eine entscheidende Rolle. Nimmt man dieses Kriterium als Maßstab, präsentiert sich das Plattenfeder manometer als Allrounder. Typen mit Rohrfedern



Rohrfedergerät mit erhöhter Überlastsicherheit (links) und Plattenfedergerät (rechts)

Autor: Peter Herwig, Produktmanager Prozessgeräte, WIKAI Alexander Wiegand SE & Co. KG, Klingenberg

hingegen dürfen nicht in Prozesse mit hochviskosen oder kristallisierenden Flüssigkeiten integriert werden, da Druckanschluss und Feder einen geringen Querschnitt haben und somit „verstopfen“ können. Die sehr feinfühliges Kapselfedermanometer eignen sich ausschließlich für Anwendungen mit Gas oder Dampf: Ein flüssiges Medium in der Kapsel würde aufgrund seines Eigengewichtes das Messergebnis verfälschen.

Nach dem Medium richten sich insbesondere auch die Werkstoffe der Geräte-teile, die mit ihm in Berührung kommen. Reicht bei unproblematischen Substanzen eine Kupferlegierung aus, werden Prozessanschlüsse und Messglieder bei aggressiven oder korrosiven Medien aus hochwertigem Edelstahl 316 verwendet. Je nach Anforderung werden außerdem Sonderwerkstoffe wie Hastelloy, Monel und Tantal verarbeitet. Das gilt vor allem für Plattenfedern, die zudem beschichtet, zum Beispiel mit PTFE, Gold oder Platin, lieferbar sind.

Druckmessgeräte in der Prozessindustrie sind außer kritischen Medien auch einer hohen Anzahl von Lastwechseln ausgesetzt. Die Anforderungen an Zuverlässigkeit und Langlebigkeit sind entsprechend hoch. Neben der Qualität von Konstruktion und Funktion bildet die Anzeige-genauigkeit ein weiteres Auswahlkriterium. Die Norm EN 837 legt sieben Genauigkeitsklassen von 0,1 bis 4 % fest, die die Fehlergrenzen in Prozent der Messspanne angeben. In der Prozessindustrie sind die Klassen 1 und 1,6% am meisten verbreitet.

Die Nenngröße (NG) eines Messgeräts gibt Aufschluss über dessen Ablesbarkeit. Zugleich steht sie in Relation zur Anzeige-genauigkeit. Die Faustregel lautet: Je besser die Genauigkeitsklasse, umso größer muss der Durchmesser des Zifferblatts sein, um den Zeigerausschlag präzise auflösen zu können. So erfordert die Genauigkeitsklasse von 1 % mindestens NG63 mm.

Sicherheit auch in kritischen Situationen

Die Arbeit mit kritischen Medien bzw. in rauer Umgebung kann eine besondere Konstruktion der Manometer erforderlich machen. Messgeräte in Sicherheitsausführung (laut Norm mit einem „S“ in einem Kreis auf dem Zifferblatt markiert) verfügen über eine bruch-sichere Trennwand zwischen Messglied und Sichtscheibe sowie über eine ausblasbare Rückwand. Bei

Norm	Art des Druckmessgerätes	Anzeigebereich	Prozessfluid			
			Gas oder Dampf	Flüssigkeit		
				geringe Viskosität	hohe Viskosität	verschmutzt
EN 837-1	Rohrfeder	0,6 bis 1600 bar	x	x	¹⁾	¹⁾
EN 837-3	Plattenfeder	2,5 mbar bis 25 bar	x	x	x	x
EN 837-3	Kapselfeder	1 bis 600 mbar	x	x ²⁾		

Zuordnung Produkttechnologie zu Prozessfluid (aus EN 837-2)

¹⁾ Trennvorlagen sollen verwendet werden

²⁾ Die Kapselfeder und die Rohrleitung müssen vollständig mit Flüssigkeit gefüllt sein

Nenngröße NG	Genauigkeitsklasse							
	0,1	0,25	0,6	1	1,6	2,5	4	
40 und 50					x	x	x	
63				x	x	x	x	
80				x	x	x	x	
100				x	x	x		
160		x	x	x	x			
250	x	x	x	x	x			

Zuordnung Nenngröße zur Genauigkeitsklasse (aus EN 837-1)

einem eventuellen Schadensfall (Bersten der Rohrfeder) sorgt die Trennwand dafür, dass die auftretende Energie über die Rückseite des Geräts abgeführt wird. Die Frontscheibe, ohnehin meist aus Sicherheitsglas, bleibt intakt, und das Personal, falls es in dem Moment den Druck kontrolliert, ist geschützt.

Wo starke Vibrationen ein Messgerät beschädigen oder zerstören könnten, ist ein Manometer mit Flüssigkeitsfüllung empfehlenswert. Dabei dämpft das Füllmedium, in der Regel Glycerin, die auf das Gerät einwirkenden Schwingungen und damit auch die Vibration des Zeigers, sodass der Messwert korrekt abgelesen werden kann. Darüber hinaus wirkt die Flüssigkeit als Schmiermittel zwischen den mechanischen Bauteilen, was die Langlebigkeit der Manometer erhöht.

Bei anderen typischen Anwendungen können Messgeräte kurzzeitig einem erhöhten Druck ausgesetzt werden, etwa beim Zuschalten einer Pumpe oder dem Öffnen/Schließen eines Ventils. Hierfür

sind Plattenfedermanometer wegen der Anlage der Membran am oberen Flansch besser geeignet als Rohrfedermanometer. Plattenfedergeräte können standardmäßig über eine fünffache Überlastsicherheit des Skalenendwertes verfügen. Für niedrige Messbereiche (ab 16 mbar) gibt es spezielle Ausführungen, die einer Überlast von bis zu 400 bar standhalten. Rohrfedermanometer können nur mit erhöhtem konstruktiven Aufwand geschützt werden, um eine plastische Verformung des Messglieds zu verhindern. Dies geschieht mittels zusätzlicher Zugstange und Überdruckklammer. Bei Druck über dem Nominalwert greifen beide Komponenten ineinander, der Federwiderstand erhöht sich und die Bewegung des Messglieds wird gebremst.

Fazit: Mechanische Druckmessgeräte sind unverzichtbar

Aufgrund ihrer Vorteile werden mechanische Druckmessgeräte für die Instrumentierung der Prozessindustrie weiterhin unverzichtbar bleiben. Ihre einzige Einschränkung: Sie können keine Steuer- oder Regelaufgabe erfüllen. Dafür sind die elektronischen „Vettern“ notwendig. Wer aus Sicherheitsgründen dennoch eine zusätzliche fremdenergiefreie Vor-Ort-Anzeige benötigt, muss nicht automatisch mit zwei Messstellen arbeiten. Die Doppelfunktion kann von mechatronischen Geräten übernommen werden, also einer Kombination aus Manometer und elektrischem Ausgangssignal oder Schaltkontakt. Solche Two-in-one-Lösungen sparen Platz und Kosten – was der Wirtschaftlichkeit der Prozesse sehr entgegenkommt.