

Durchflussmesser prüfen Pumpen

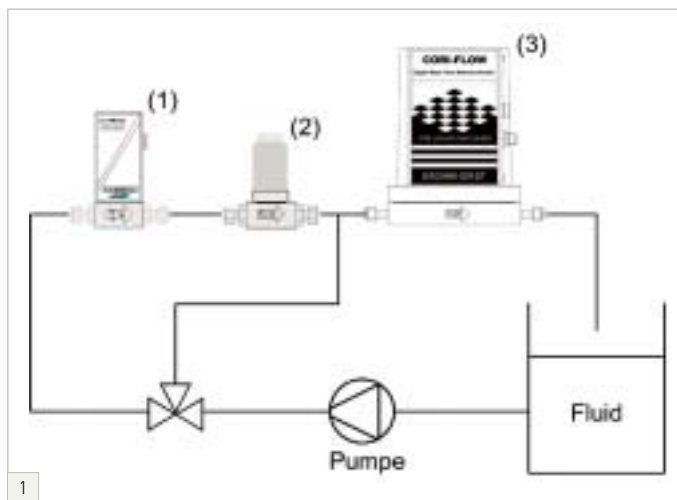
Genügte früher ein aufgeklebtes «Geprüft», verlangen die Kunden von Pumpenherstellern heute ein Prüfzertifikat. Zur Erstellung eines Prüfzertifikats muss jede Pumpe unter reproduzierbaren Bedingungen getestet und die ermittelten Daten protokolliert werden. Die hohen technischen Anforderungen können mittels Instrumenten der Mess- und Regeltechnik erfüllt werden.

Bild 1: Schematischer Aufbau eines Pumpenprüfstandes

Bild 2: Drucksensor mit Regelfunktion

Bild 3: Magnet-Regelventil

Bild 4: Coriolis-Massendurchflussmesser CORI-FLOW



Das Qualitätsmanagement und die Zertifizierung von Pumpen gewinnt nicht nur für die Branchen Nahrungsmittel und Pharma, sondern auch für Anlagenbauer und Systemhersteller stetig an Bedeutung. Auch Entwicklern bietet ein Prüfstand die Möglichkeit, Prototypen unter reproduzierbaren Bedingungen in verschiedenen Leistungsbereichen zu testen und so die Pumpen zu optimieren.

Pumpenprüfstand – Massendurchflussmessung mit Druckregelung

Im Zentrum eines Pumpenprüfstandes steht ein Durchflussmesser. Abhängig vom Fluid, dessen physikalischen Eigenschaften, der Durchflussmenge und der geforderten Genauigkeit bieten sich thermische, magnetisch-induktive, Ultraschall- oder Coriolis-Sensoren an. Wichtig für die Qualitätsprüfung der Pumpen ist die Möglichkeit, einen Gegendruck zu erzeugen, wofür ein Drucksensor (Bild 2), ein Regelmodul (Bild 3) und ein Ventil (Bild 4) benötigt werden. Das erste Kriterium für die Qualität einer Pumpe ist ihre Leck-

dichtigkeit, die unter Betriebsbedingungen bei spezifiziertem Maximaldruck überprüft wird. Abhängig vom Pumpentyp und der Spezifikation wird auch das Anlaufverhalten gegen Druck getestet und schliesslich die Förderleistung unter Betriebsbedingungen protokolliert. In dem hier gezeigten Beispiel (Bild 1) findet sich ein Inline-Drucksensor mit integrierter Regelfunktion vom Typ EL-PRESS (1), der den für die Öffnung eines Magnet-Regelventils (2) benötigten elektrischen Strom regelt. Mittels einer RS232-Schnittstelle können die PID-Parameter des Reglers der gewünschten Applikation angepasst werden. Als Messgerät dient ein CORI-FLOW (3), dessen Funktion auf dem Coriolis-Prinzip basiert. Je nach Stellung des zwischen Pumpe und EL-PRESS beziehungsweise Bypass eingebauten Dreiwegeventils kann die Förderleistung gegen Atmosphäre oder einen vorgegebenen Druck gemessen werden.

Die Auslegung der Prüfstände orientiert sich an den Wünschen der Kunden und sollte eine hohe Mess- und Regelgenauigkeit bei einem geringen Druckab-

fall über das System und geringem Totvolumen bieten. Wie in anderen Anwendungen ist auch bei Prüfständen der Platzbedarf von Bedeutung. Dank der geringen Abmessungen der hier verwendeten Komponenten, die Einbaulänge des CORI-FLOW beträgt weniger als 200 mm, können sehr kompakte Prüfstände gebaut werden.

Das Coriolis Messprinzip

Die Massendurchflussmessung ist in vielen Anwendungsfällen wichtiger als die Volumenmessung. So werden heutzutage alle Mineralölprodukte (Benzin, Diesel, Heizöl) aber auch Erdgas immer noch nach Volumen verkauft, obwohl der Energieinhalt nicht mit dem Volumen, sondern der Masse korreliert. Unberücksichtigt bleibt hierbei, dass das Volumen als Abrechnungsgrösse für die Energiemenge auch noch von anderen Parametern wie Druck, Dichte und Temperatur abhängt. Coriolis-Massendurchflussmesser zeichnen sich durch ihre hohe Genauigkeit aus. Gleichzeitig ist der Messwert unab-

hängig von den Eigenschaften des zu messenden Mediums wie zum Beispiel Druck, Temperatur, Dichte, elektrische und thermische Leitfähigkeit. Durch den inneren Aufbau ohne bewegliche Elemente und ohne elastomere Dichtungen, ist es auch für abrasive und korrosive Medien bestens geeignet. Eigenschaften von Coriolis basierenden Massendurchflussmesser:

- Sowohl für Gase, als auch für Flüssigkeiten einsetzbar
- Unabhängig von den Medieneigenschaften (Druck, Temperatur, Dichte, elektrische und thermische Leitfähigkeit)
- Gemische mit unbekanntem oder wechselnden Bestandteilen können direkt gemessen werden
- Hohe Genauigkeit (bis $\pm 0,2\%$ vom Messwert \pm Nullpunktstabilität)



3

- Skalierbarkeit: mehrere Messbereiche sind in einem Instrument möglich, da die Sensoren eine hohe Linearität aufweisen

Das Anschauungsmodell mit einem Gartenschlauch

Lässt man einen Gartenschlauch zwischen zwei Händen baumeln, so entsteht ein Rohrbogen. Wenn dieser Rohrbogen durch leichtes hin und her bewegen in Schwingung gebracht wird, so ist die Bahngeschwindigkeit eines Punktes auf dem Schenkel um so grösser, je grösser der Abstand von der Drehachse ist. Die Drehachse ist die Basis des Bogens, also die Richtung von Zu- und Ablauf. In einem Coriolis Massengerät wird der Rohrbogen mittels eines Magneten in Schwingung mit einer Frequenz zwischen 80 und 1000 Hz versetzt. Wenn kein Durchfluss durch den Schlauch vorhanden ist, schaukeln die beiden Schenkel des Rohrbogens ohne zeitlichen Unterschied gleich. Von der Stirnseite der Anordnung aus gesehen, bewegen sie sich deckungsgleich hintereinander.

der. Wird das Rohr beziehungsweise der Gartenschlauch, durchströmt, muss mit dem Eintritt des Fluids (im Gartenschlauch natürlich Wasser) in den linken Schenkel des Bogens bei der linken Hand, die Masse auf eine immer grössere Bahngeschwindigkeit gebracht werden. Nach dem Trägheitsgesetz wird deshalb der linke Schenkel des Gartenschlauches verzögert: er ist nacheilend. Dieses ist die Corioliskraft, die durch die Coriolisbeschleunigung entsteht.

Das Wasser im Scheitel des Bogens hat die maximale Bahngeschwindigkeit erreicht, dasjenige, welches im rechten Schenkel wieder auf die Drehachse zu fließt, erreicht ständig Orte geringerer Bahngeschwindigkeit. Die Trägheitskraft durch die Coriolisbeschleunigung drückt nun den Schenkel in Schwingungsrichtung vor. Der rechte Schenkel des Gartenschlauches ist voreilend. Schaut man sich wiederum die bewegte Gartenschlauchschleife von der Stirn-



4

seite an, so bewegen sich die beiden Schenkel nicht mehr hintereinander. Es ergibt sich ein zeitlicher Unterschied, welcher von der Schwingungsfrequenz, der Masse des Mediums und dessen Flussgeschwindigkeit abhängt.

Signalwandlung

Für die Praxis müssten nun an den Enden der beiden Schenkel Magnete montiert werden, welche in einer angrenzenden Spule eine Spannung induzieren. Die indizierte Spannung ist sinusförmig, aber je nach Flussgeschwindigkeit und Masse in der Phase verschoben. Der Winkel dieser Phasenverschiebung ist ein Mass für die Geschwindigkeit. Dieser Winkel müsste noch sensorisch erfasst und in einer Elektronik verarbeitet werden. Das entsprechende Ausgangssignal ist direkt proportional zum Massefluss.

Bronkhorst (Schweiz) AG