

Wenn Luft verpufft

Energieeinsparungen beim Druckluftverbrauch



Viele Lösungen, eine zentrale Aufgabe: Für die kontinuierliche Druckluftverbrauchsmessung stehen je nach Anwendungsbereich und Einbausituation vor Ort Einstichsensoren (rechts unten), Geräte mit integrierter Montagestrecke (rechts oben) und Kompaktlösungen mit Gleichrichter (links) zur Verfügung. (Alle Bilder: ipf electronic)

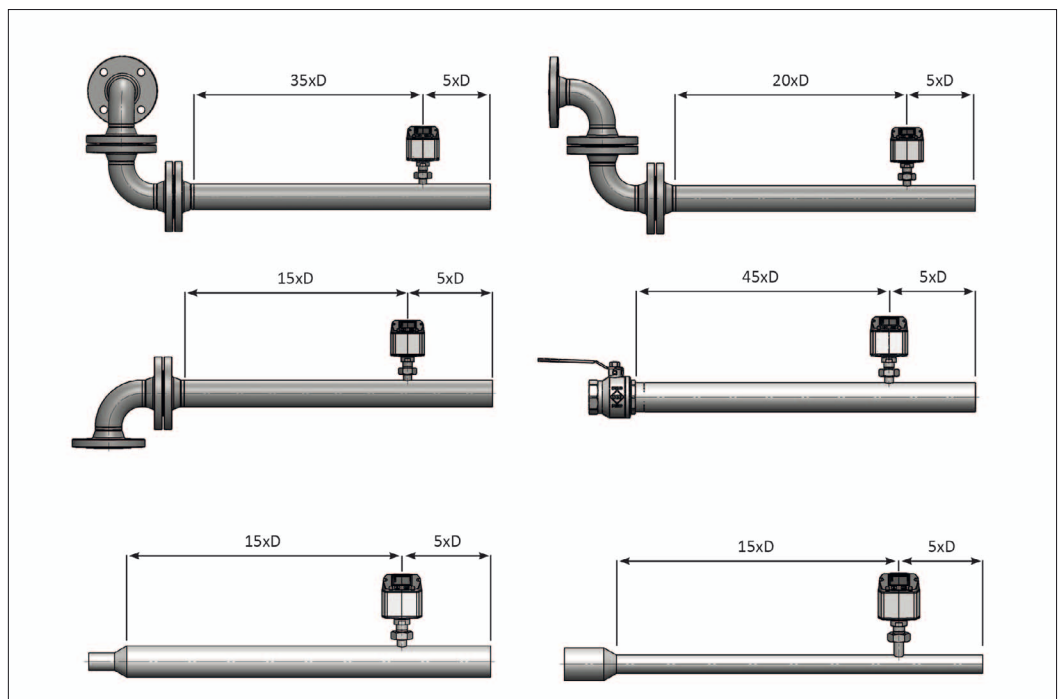
Die benötigte Energie zur Druckluft-
erzeugung ist enorm. Immerhin
sind rund 70 bis 80 Prozent der

Gesamtkosten einer Druckluftan-
lage reine Stromkosten. Selbst bei
kleineren Anlagen können schon

rund 10.000 bis 20.000 Euro pro
Jahr anfallen. Und wenn Druckluft
auch noch unbemerkt durch Lecks



Autor:
Christian Fiebach, Geschäftsführer
ipf electronic gmbh
www.ipf.de



Die Art des Hindernisses bestimmt die einzuhaltende Mindestlänge der Einlaufstrecke vor dem Sensor, um verlässliche Messergebnisse zu erhalten. So muss bspw. bei zwei abgewinkelten Rohrbögen mit dreidimensionaler Richtungsänderung eine Mindestlänge der Einlaufstrecke eingehalten werden, die 35 x D (D=Durchmesser des Rohres) entspricht (oben links).



Strömungssensoren mit integrierter Montagestrecke sind für den Einbau in bereits vorhandene Rohrleitungen konzipiert.

entweicht, entstehen erhebliche zusätzliche Kosten.

Undichtigkeiten in industriellen Druckluftverbrauchsnetzen treten häufiger auf, als im Allgemeinen bekannt ist. Wenn überhaupt, werden Anzeichen hierfür nur durch das Geräusch der aus einem Leck entweichenden Luft wahrgenommen, was aber aufgrund der lauten Umgebungsgeräusche in Industrieumgebungen zumeist extrem schwierig oder gar unmöglich ist.

Kleine Lecks mit großer Wirkung

Leckagen zu ignorieren, wäre allerdings fatal. Schon allein durch die hohen und zudem unnötigen Energiekosten, die dadurch entstehen, dass ein Kompressor permanent den Druckverlust in einer Leitung ausgleichen muss. Ein Beispiel: Ist ein Druckluftnetz im Dauerbetrieb und werden durchschnittliche Kosten von 1,9 Cent je Normkubikmeter zugrunde gelegt, dann verursacht ein Leck mit einer

Größe von 3 mm bei 4 bar Systemdruck unnötige Kosten in Höhe von 4.061 Euro pro Jahr. Die gleiche Undichtigkeit schlägt bei 8 bar schon mit mehr als 7.300 Euro im Jahr zu Buche.

Grundsätzlich empfiehlt sich daher die Installation von Luftstromsensoren für kontinuierliche Druckluftverbrauchsmessungen, um abweichend hohe Verbräuche frühzeitig zu identifizieren und zudem mögliche Einsparpotenziale beim Einsatz von Druckluft besser zu erkennen.

Bewährtes, verschleißfreies Messprinzip

Luftstromsensoren arbeiten nach dem bewährten kalorimetrischen Messprinzip (siehe Kasten), wobei weder Druck noch Temperatur des Mediums Einfluss auf die Messergebnisse haben. Daher lassen sich solche Sensoren bei unterschiedlichen Drücken und Temperaturen ohne weitere Kompensation einsetzen. Je nach Anwendungsbereich

und Einbausituation vor Ort stehen für die kontinuierliche Verbrauchsmessung von Druckluft Einstichsensoren, Geräte mit integrierter Montagestrecke und Kompaktlösungen mit Gleichrichter bereit.

Einfacher Einstieg in die Verbrauchsmessung

Die Eigenschaften von Einstichsensoren und Geräten mit integrierter Montagestrecke sind im Grunde identisch. Sie erfassen die Messgrößen Durchfluss, Verbrauch sowie Geschwindigkeit und sind programmierbar. Einstichsensoren bieten sich aufgrund der einfachen Installation und Handhabung aber besonders als Einstiegsgeräte an, da sie sich unter Druck, also bei laufendem Kompressor, über einen Kugelhahn installieren lassen.

Weil das kalorimetrische Messprinzip sehr empfindlich auf Strömungsstörungen reagiert, muss der Sensor zentrisch in einem geraden Rohrstück an einer Stelle mit ungestörtem Strömungsverlauf (laminare Strömung) eingebaut werden. Eine laminare Strömung wird durch eine ausreichend lange Rohrstrecke vor und nach dem Sensor erzielt (Einlauf- und Auslaufstrecke). Befinden sich Strömungshindernisse vor der Messstrecke, ist eine Mindestlänge der Einlaufstrecke einzuhalten, um verlässliche Messergebnisse zu erhalten. Die Mindestlänge richtet sich hierbei nach der Art des Hindernisses.

Integration in bestehende Rohrleitungen

Strömungssensoren mit integrierter Montagestrecke sind für den Ein-

bau in bereits vorhandene Rohrleitungen konzipiert. Hierfür stehen bspw. Lösungen für Rohrgrößen von R 1/4" bis R 2" zur Verfügung. Auch bei der Installation dieser Sensoren ist eine Mindestlänge der Ein- und Auslaufstrecken einzuhalten, allerdings unter Berücksichtigung der bereits vorhandenen Montagestrecke. Einstichsensoren als auch Strömungssensoren mit Montagestrecke sind für einen Betriebsdruck von 16 bar ausgelegt und werden über zwei kapazitive Tasten an einem TFT-Display eingestellt. Neben einer Modbus RTU Schnittstelle zur Datenübertragung verfügen die Lösungen u. a. über einen frei skalierbaren Analogausgang (4...20 mA) und einen galvanisch isolierten Impulsausgang. Eine Software ermöglicht außerdem weitere Einstellungen, das Auslesen von Servicedaten und eine Sensordiagnose.

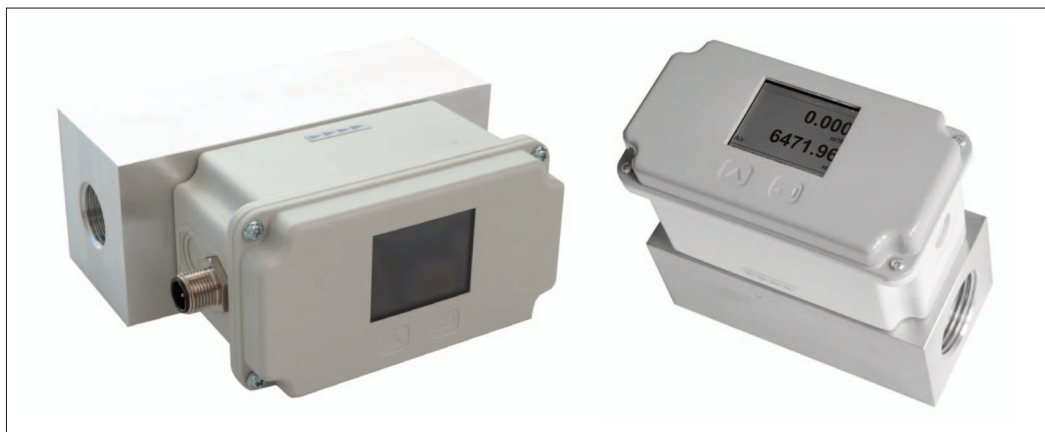
Optimale Anströmung durch Gleichrichter

Obwohl die beschriebenen Geräte bereits eine Vielzahl potenzieller Einsatzfelder abdecken, gibt es dennoch immer wieder Applikationen, in denen die Integration solcher Lösungen schwierig oder gar unmöglich ist. So fehlt bspw. innerhalb von Maschinen, in unmittelbarer Anlagennähe oder hinter Wartungseinheiten oftmals nicht nur der notwendige Einbauraum für den Sensor selbst, sondern auch für die erforderlichen Ein- und Auslaufstrecken. Für derartige Anwendungen eignen sich sehr kompakte Lösungen mit Strömungsgleichrichter. Der Gleichrichter (Messblock aus Aluminium) stellt völlig unabhängig von der jeweiligen Einbausituation stets eine optimale Anströmung der integrierten Sensorelemente sicher, sodass zur Beruhigung der Medienströmung keine separate Ein- und Auslaufstrecke benötigt wird.

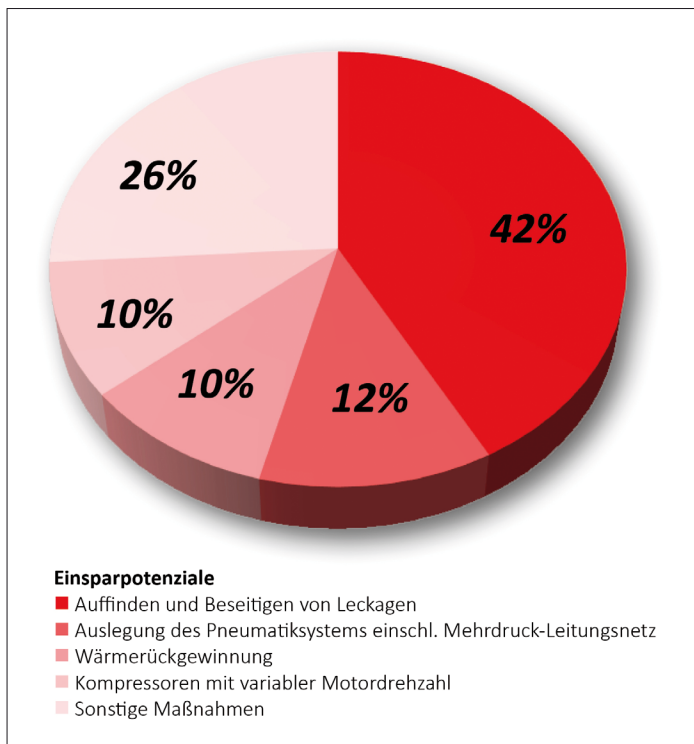
Mit Mikro und Kopfhörer auf Leckagesuche

Werden dennoch auffällig abweichend hohe Verbräuche in einem Druckluftnetz gemessen, ist es schon allein mit Blick auf die Einsparpotenziale ratsam, Leckagen als mögliche Ursache gezielt zu identifizieren und schnellstmöglich zu beseitigen.

Primär hierzu wurde ein Leckagesuchgerät entwickelt, das u. a. mit



Kompakte Lösungen mit integriertem Strömungsgleichrichter eignen sich ideal für Einsatzbereiche, in denen weder der notwendige Einbauraum für den Sensor selbst noch für die erforderliche Ein- und Auslaufstrecke vorhanden ist. Der hintere Messblock stellt eine optimale Anströmung der integrierten Sensorelemente sicher.



Kostenreduktion bei der Druckluftzerzeugung: Mit 42 % bietet das Auffinden und die Beseitigung von Leckagen die höchsten Einsparpotenziale. 26 % entfallen auf sonstige Maßnahmen. 12 % lassen sich durch die Auslegung des Pneumatiksystems einschließlich eines Mehrdruck-Leitungsnetzes erzielen, jeweils 10 % durch Wärmerückgewinnung und Kompressoren mit variabler Motordrehzahl.

einem Mikrophon, einer Kamera mit Farbdisplay, einem Schalltrichter und einem Kopfhörer ausgestattet ist. Druckluft, die aus einem Leck austritt, erzeugt Geräusche im Ultraschallbereich, die vom Schalltrichter gebündelt und über das Mikrophon erfasst werden. Zur Ortung richtet man das Gerät über die Kamera auf einen Bereich, in der sich mutmaßlich eine Undichtigkeit befindet. Mit einem integrierten Laserpointer lässt sich zur genaueren Lokalisierung des Lecks zudem eine Zielpeilung vornehmen. Das Leckagesuchgerät wandelt die empfangenen Ultraschallwellen in hörbare Frequenzen und überträgt sie

auf den Kopfhörer. Aufgrund der Aufnahme im Ultraschallbereich werden hierbei störende Umgebungsgeräusche weitestgehend nicht erfasst.

Wertvolle Dokumentation mit allen Details

Das Ergebnis der Leckagemessung ist anschließend im Gerätedisplay abzulesen. Zusätzlich zum Emissionspegel visualisiert das Display u. a. auch die potenziellen Einsparpotenziale durch eine Leckagebeseitigung, wenn zuvor die Kosten pro Liter bzw. pro Kubikmeter Druckluft in einer frei wählbaren Währung im Gerät hinterlegt wurden. Alle



Das Leckagesuchgerät integriert u. a. ein Mikrophon, eine Kamera mit Farbdisplay und einen Schalltrichter. Die empfangenen Ultraschallwellen werden in der Handheldlösung in hörbare Frequenzen gewandelt und an einen Kopfhörer übertragen.

gesammelten Daten sowie zusätzliche Informationen (z. B. Datum und Uhrzeit, die genaue Bezeichnung der Messstelle etc.) lassen sich inklusive eines Bildes vom Leckageort im Gerät abspeichern und zu einem späteren Zeitpunkt mit einem USB-Stick zur Weiterverarbeitung sowie Dokumentation auf einen PC übertragen. Parallel hierzu kann am Leckageort ein sogenannter Leak-Tag in Papierform angebracht werden, der als Vor-Ort-Info alle wichtigen Details enthält, z. B. als Hinweis für die Instandhaltung.

Die auf einen PC übertragenen Daten lassen sich abschließend über eine mitgelieferte Software auswerten und bilden somit eine valide Basis für eine durchgängige Dokumentation der Energiekosteneinsparungen. Die Software ermöglicht in diesem Zusammenhang außerdem die einfache Erstellung von ausführlichen Reports gemäß ISO 50001 zur Umsetzung eines systematischen Umweltmanagements oder aber bspw. für weitergehende Umwelt-Audits. ◀

Von der Temperatur zum Massenstrom

Luftstromsensoren arbeiten nach dem kalorimetrischen Messprinzip. Sie verfügen daher über einen im Massestrom des zu messenden Mediums installierten Messfühler, der zwei Temperatursensoren integriert. Der in der Fühlerspitze befindliche Temperatursensor wird über Heizelemente von innen auf eine konstante Übertemperatur aufgeheizt. Der zweite Sensor im Messfühler misst die Temperatur des vorbeiströmenden Mediums. In der Folge stellt sich eine Temperaturdifferenz zwischen den beiden Sensoren ein. Je höher die Strömungsgeschwindigkeit des Mediums, desto kleiner ist diese Differenz. Der Grund hierfür ist die kühlende Wirkung auf den beheizten Sensor durch den Massenstrom.

Kosten pro Jahr						
Druck	Leckagegröße - Durchmesser (mm)					
	0,5 mm	1,0 mm	1,5 mm	2,0 mm	2,5 mm	3,0 mm
3 bar	90 €	361 €	812 €	1.444 €	2.256 €	3.248 €
4 bar	113 €	451 €	1.015 €	1.805 €	2.820 €	4.061 €
5 bar	135 €	541 €	1.218 €	2.166 €	3.384 €	4.873 €
6 bar	158 €	632 €	1.421 €	2.527 €	3.948 €	5.685 €
7 bar	180 €	722 €	1.624 €	2.888 €	4.512 €	6.497 €
8 bar	203 €	812 €	1.827 €	3.248 €	5.076 €	7.309 €

Leckagekosten innerhalb eines Jahres bei kontinuierlichem Kompressorbetrieb (24 h/365 Tage), berechnet mit Druckluftkosten von 1,9 Cent pro Normkubikmeter.