

## Druckluftzähler testo 6440

### Kosten sparen durch Verbrauchs-Messung



Christof Neidhart,  
 Marktmanager  
 Europa

Fast jeder unserer Kunden hat Sparzwänge. Bei manchen Unternehmen äußert sich das so, dass notwendige Investitionen vertagt werden. Andere,

zukunftsorientierte Unternehmen investieren in Ersparnisse. Ein klassisches Beispiel hierfür ist die Druckluft-Verbrauchsmessung: Erst wenn Leckagen auffindbar gemacht werden und Verbräuche verursachergerecht zugeteilt sind, können die hohen Druckluft-Kosten schrittweise abgesenkt werden. Und so folgt auf die Investition in Druckluftzähler die schnelle Rückzahlung in Form reduzierter Betriebskosten.



Das komfortable Bedienmenü ermöglicht alle Parametrierungen



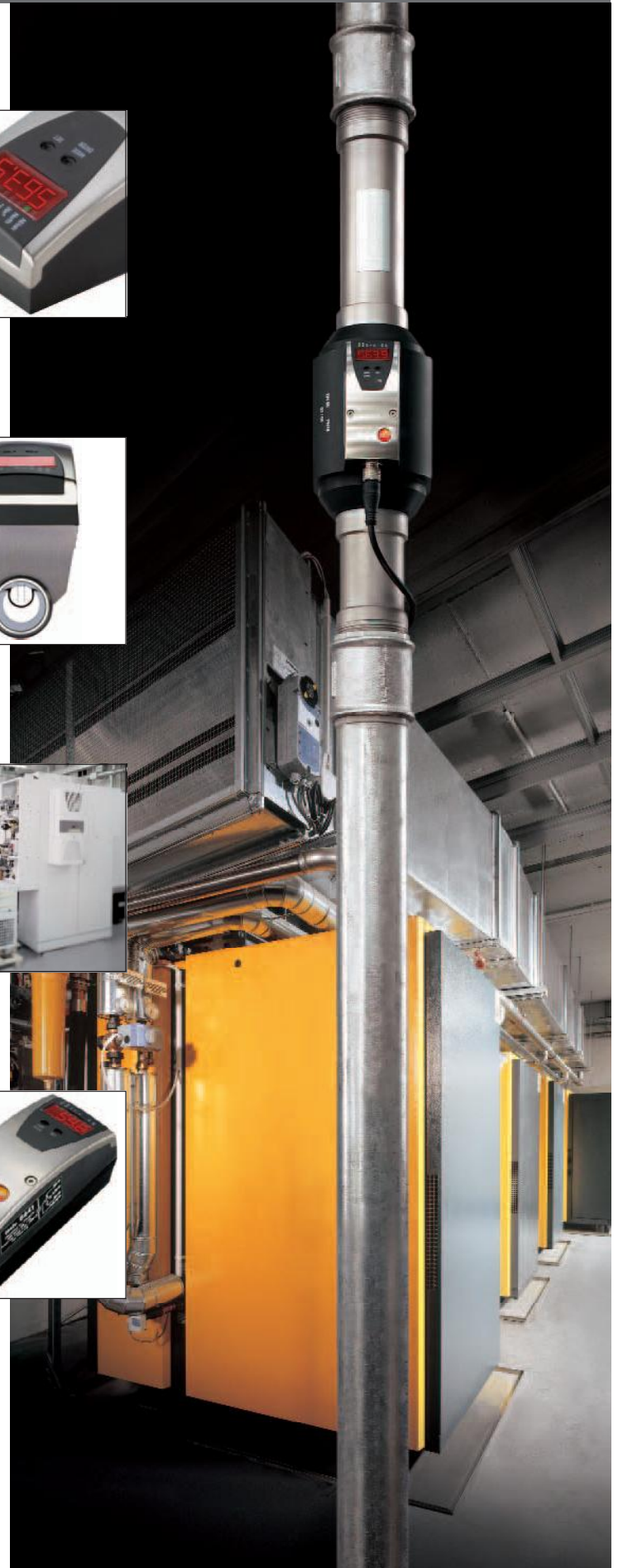
Sensibel und robust zugleich – der keramische Durchflusssensor



Ob Leckage-Detektion oder verursachergerechte Kostenverteilung: Der testo 6440 hilft beim Betriebskosten-Sparen



Alle erforderlichen Signale integriert – vom Analogausgang bis hin zum Totalisator

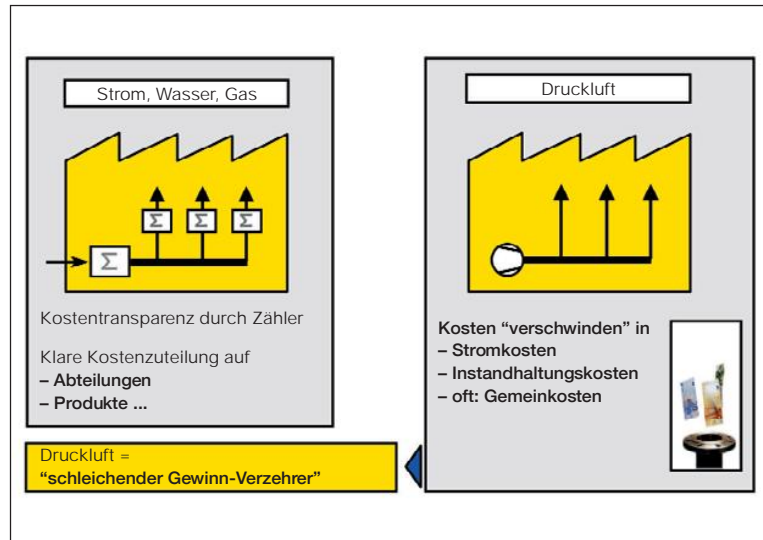


## Druckluftkosten sparen mit testo 6440

### Warum braucht die Industrie Druckluftzähler?

Für Medien wie Strom, Wasser oder auch Gase ist in jedem Industrieunternehmen völlige Transparenz gegeben: Hauptzähler spiegeln wider, welche Mengen bezogen werden; dezentrale Zähler zeigen auf, wie sich die Verbräuche verteilen.

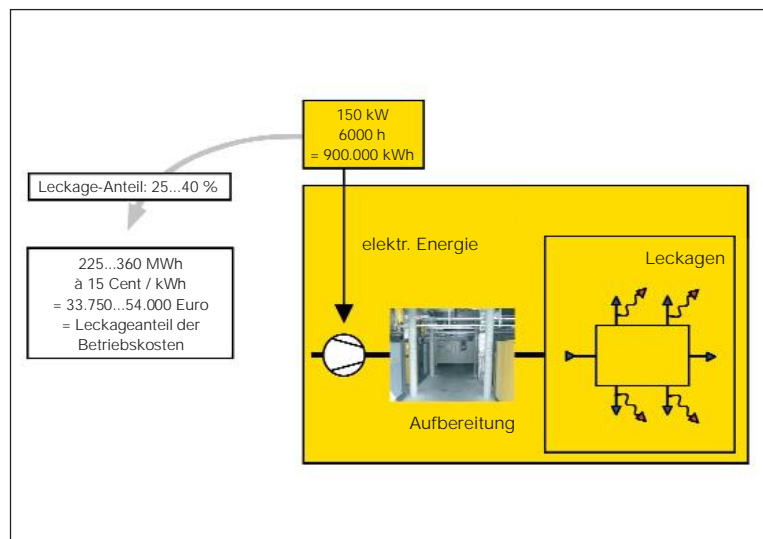
Das Medium Druckluft dagegen wird intern erzeugt und verteilt, ohne dass bekannt ist, wieviel insgesamt und in den einzelnen Bereichen verbraucht wird. Ohne diese Kenntnis aber gibt es keinerlei Anreize, Leckagen zu beseitigen oder einen sparsameren Verbrauch zu erzielen.



### Leckagen – ein hoher Kostenfaktor

Unabhängige Untersuchungen, etwa durch das Fraunhofer-Institut im Zuge der Messkampagne "Druckluft Effizient", haben gezeigt, dass zwischen 25 und 40% der erzeugten Druckluft als Leckagen vergeudet werden. Bereits Leckage-Öffnungen mit 3 mm Durchmesser führen zu Kosten in Höhe von 3.000 Euro/a.

Werden neben den dafür aufgewendeten Betriebskosten auch die erforderlichen Mehr-Investitionen gerechnet, summiert sich die Verschwendung in einem durchschnittlichen Industrieunternehmen auf über 100.000 Euro pro Jahr.

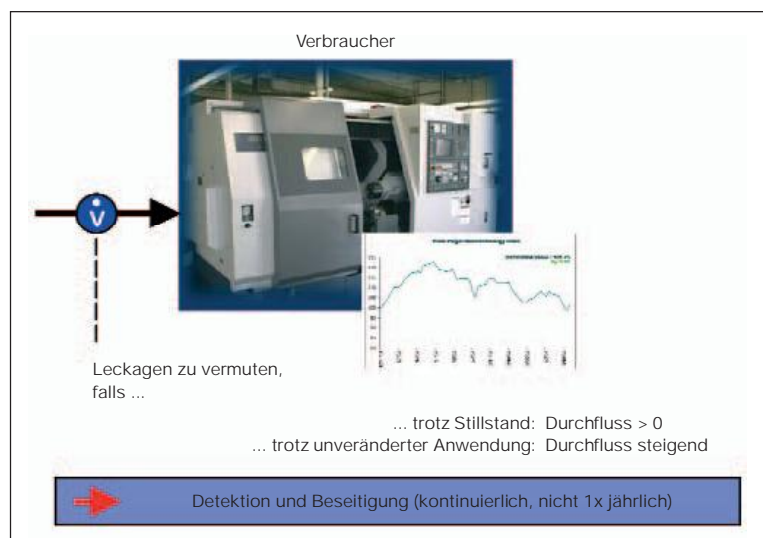


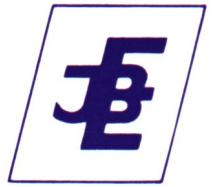
### Leckage-Detektion mit dem testo 6440

Leckagen treten zu über 96% in Rohrleitungen DN50 und kleiner auf. Vor allem undichte Schläuche, Armaturen, Kupplungen und Wartungseinheiten zeichnen hierfür verantwortlich.

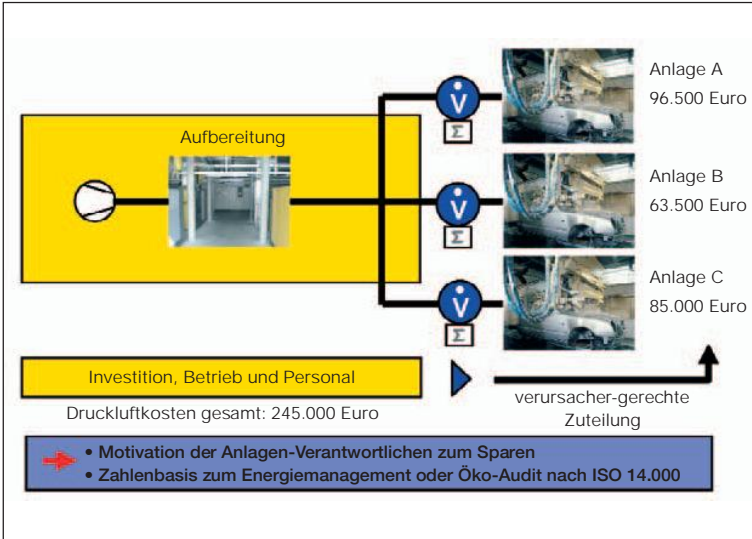
Vor einer einzelnen Maschine oder auch einer Maschinengruppe installiert, detektiert der testo 6440 auch kleinste Druckluft-Volumenströme. Diese deuten auf Leckagen hin, sofern sie während Anlagen-Stillständen auftreten.

Auch ein Überschreiten bekannter Max-Volumenströme bei unverändertem Verbraucherprofil ist ein Kennzeichen von Leckagen. Dadurch sind die integrierten Schaltausgänge des testo 6440 in der Praxis die optimalen Leckagemelder.





## Druckluftkosten sparen mit testo 6440

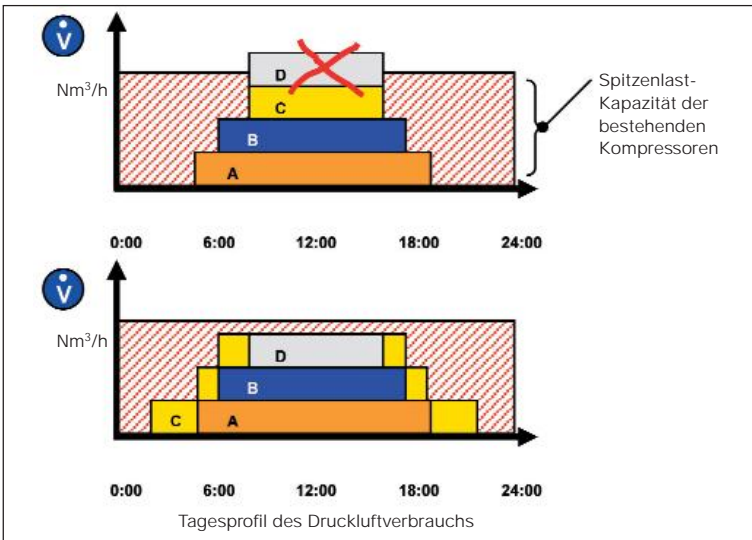


### Kostensenkung durch verursachergerechte Zuteilung

Druckluft ist ein vorteilhafter, aber auch ein sehr kostspieliger Energieträger. Belasten die hohen Kosten jedoch nur als "Kostenblock" in Form von Gemeinkosten, so fehlt dem Anlagenverantwortlichen die Motivation, sich für eine Kostensenkung einzusetzen.

Wird dagegen der Druckluftverbrauch jeder Anlage einzeln erfasst, so wird der Anlagenverantwortliche motiviert, Leckagen zu reduzieren und verbrauchssparende Maßnahmen umzusetzen.

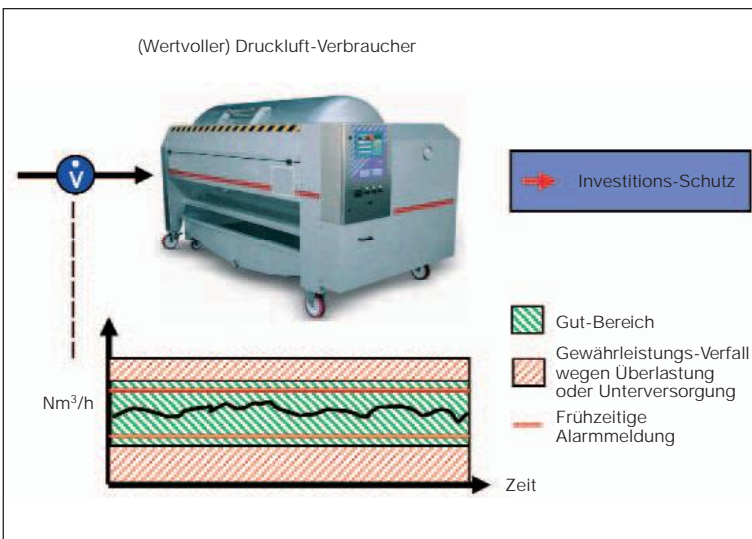
Der testo 6440 bietet hier optimale Unterstützung, indem er den Totalisator (Summier-Funktion) integriert hat. Der Gesamtverbrauch kann dabei direkt am Gerät abgelesen oder über Verbrauchsimpulse an die Steuerung gemeldet werden. Alternativ stehen auch verbrauchsmengenabhängige Schaltausgänge zur Verfügung, die zeitabhängig oder zeitunabhängig maximale Verbräuche überwachen können.



### Spitzenlast-Management hilft bei der Vermeidung von Erweiterungs-Investitionen

Wachstum kann teuer sein: Expandierende Industrieunternehmen (Beispiel: Neuanlage D) sehen sich gezwungen, auch ihre Drucklufterzeugung zu erweitern.

Eine Spitzenlast-Analyse auf Basis von Druckluftzählern hilft bei der Vermeidung solcher Investitionen. Da bekannt ist, wann welche Verbräuche auftreten, kann ganz gezielt so verteilt werden, dass die Kapazität der bestehenden Druckluft-Erzeugung ausreicht. Erhebliche Einsparungen, neben den Kompressoren auch im Rohrleitungsbereich, sind die Folge.



### Schutz wertvoller Druckluft-Verbraucher vor zu hoher oder zu niedriger Versorgung

Druckluftverbraucher benötigen eine Minimalversorgung, um die gewünschte Performance zu bringen.

Einige Verbraucher müssen darüber hinaus auch vor zu hoher Zuströmung geschützt werden. In kritischen Fällen wird hiervon gar die Gewährleistung seitens des Anlagenherstellers abhängig gemacht.

Beide Überwachungsaufgaben löst der testo 6440 optimal durch seine beiden Schaltausgänge. Zum kontinuierlichen Schutz Ihrer Investition.

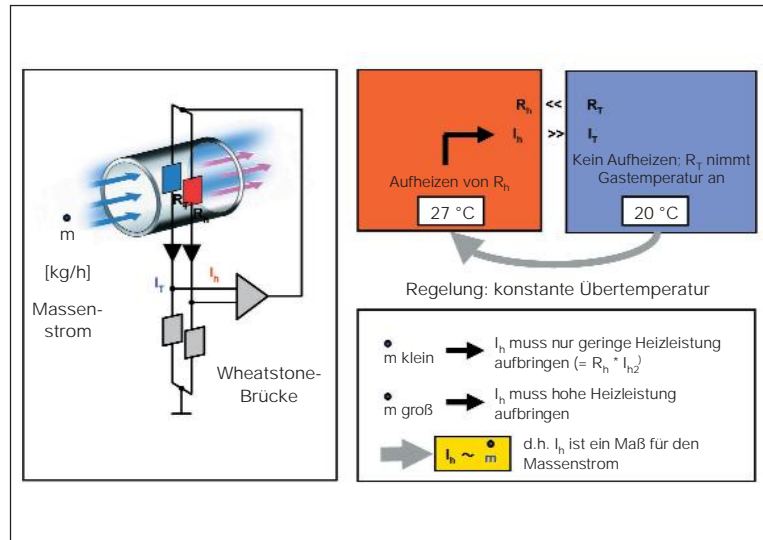
## Druckluftzähler testo 6440: Das Messprinzip

### Das optimale Messprinzip...

... für die Druckluft-Normvolumenstrom-Messung ist die thermische Massenstrom-Messung. Nur diese

- ist vom Prozessdruck und der Temperatur unabhängig
- erzeugt keinen bleibenden Druckverlust

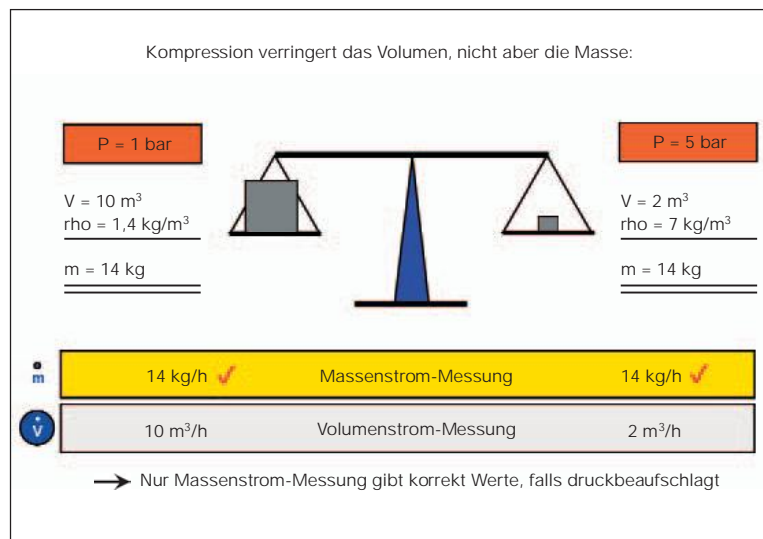
Dazu werden zwei speziell für die anspruchsvolle Druckluftanwendung entwickelte, glas-passivierte Keramiksensoren der Prozess-temperatur ausgesetzt und in einer Wheatstone-Brücke verschaltet.



### Warum ist die Messung des Massendurchflusses druck- und temperatur-unabhängig?

Volumen wird bei steigendem Druck komprimiert. Die Masse bleibt dagegen unverändert, wie die nebenstehende Abb. zeigt. Daraus folgt, dass nur die Massenstrom-Messung geeignet ist, bei schwankenden Druckverhältnissen eingesetzt zu werden.

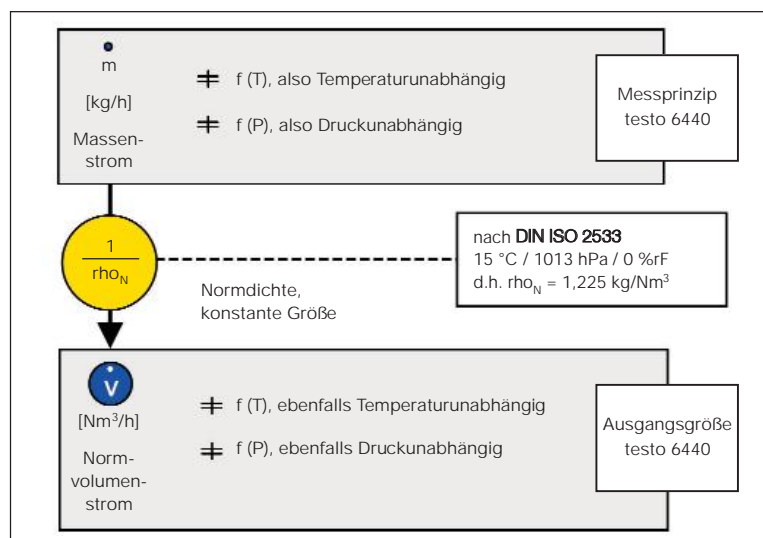
Zugleich wird über eine Kompensation vermieden, dass die Temperatur einen Einfluss hat. Somit ist der Messwert im gesamten definierten Prozess-Temperaturbereich optimal nutzbar.

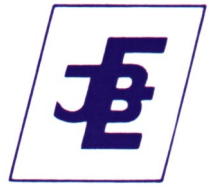


### Wie wird aus dem Massenstrom der Norm-Volumenstrom?

Für den Druckluft-Nutzer ist der Norm-Volumenstrom das wichtigste Durchfluss-Maß. Er bezieht sich nicht auf die momentanen Umgebungsbedingungen, sondern auf feste Werte; nach DIN ISO 2533 sind dies die Werte 15 °C / 1013 hPa / 0 %rF. Der testo 6440 dividiert den Massenstrom-Wert durch die Normdichte, die generell 1,225 kg/Nm<sup>3</sup> beträgt. Das Ergebnis ist der druck- und temperaturunabhängige Norm-Volumenstrom-Wert.

Bei Vergleichen von Messwerten mit anderen Messsystemen muss darauf geachtet werden, dass sich alle Werte auf die gleichen Normbedingungen beziehen; anderenfalls ist eine Umrechnung erforderlich.





## Druckluftzähler testo 6440: Geräte und Features

Testo bietet vier kompakte Modelle für die vier häufigsten Druckluft-DN in der Industrie



2,3 bis 700 Nm<sup>3</sup>/h  
testo 6444  
(DN 50) (2")

1,3 bis 410 Nm<sup>3</sup>/h  
testo 6443  
(DN 40) (1½")

0,75 bis 225 Nm<sup>3</sup>/h  
testo 6442  
(DN 25) (1")

0,25 bis 75 Nm<sup>3</sup>/h  
testo 6441  
(DN 15) (½")

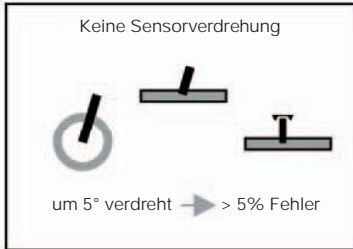
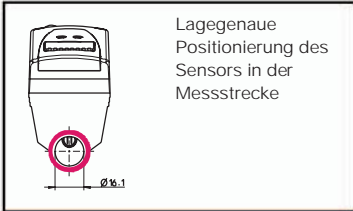
### Für alle wichtigen Durchmesser: der Druckluftzähler testo 6440

Der testo 6440 bietet in vier Durchmesser-Abstufungen kompakteste Bauform, gepaart mit einer integrierten Hochleistungs-Elektronik, die alle benötigten Signalausgänge bereitstellt.

Die integrierten Ein- und Auslaufstrecken gestatten optimale Genauigkeit.

Der thermische, glas-passivierte Keramiksensord bietet zugleich Robustheit und schnellste Ansprechzeiten.

Der testo 6440 bietet durch überlegene Konstruktion ein optimales Strömungsprofil

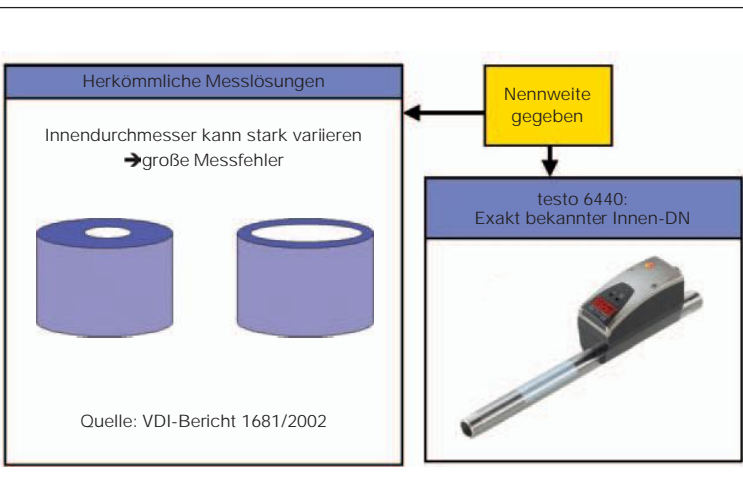


### Überlegenes Design vom Sensor bis zum Gehäuse

Im Gegensatz zu den Einstech-Sonden des Wettbewerbs hat der Sensor des testo 6440 eine exakt bekannte und immer gleiche Position im Rohr. Bei Einstech-Sonden führen bereits Verdrehungen zur Senkrechten von 5° zu 5%-igen Messfehlern.

Beim testo 6440 sind nicht nur die Ein- und Auslaufstrecken integriert (bei DN40 / DN50: reduzierte Längen). Zudem weisen diese Rohrlängen keinerlei Unebenheiten auf (z.B. Flansch-Rücksprünge).

Der testo 6440 stellt durch viele clevere Details im Design sicher, dass das Strömungsprofil konstant bleibt und eine optimale Genauigkeit erzielt werden kann.



### Definierter Innendurchmesser und Volumenstromabgleich für höchste Genauigkeit

Gerade bei kleinen Durchmessern spielt die genaue Kenntnis des Innendurchmessers eine entscheidende Rolle, wenn eine exakte Norm-Volumenstrommessung erzielt werden soll.

Handelsübliche Einstech-Sonden messen die Strömung und schließen durch Multiplikation mit der Querschnittsfläche auf den Volumenstrom. Wie in der Abb. dargestellt, können selbst normgerechte Rohre bezüglich ihrer Innen-Durchmesser derart variieren, dass Fehler bis zu 50% möglich sind.

Der testo 6440 dagegen hat einen exakt bekannten Durchmesser – und wird unmittelbar auf Norm-Volumenstrom, nicht auf Strömung abgeglichen!

## Druckluftzähler testo 6440: Bedienung und Signalausgänge

### Das optimale Bedienmenü: Einfach – und komplett!

Sie wollen die physikalische Einheit wechseln (Nm<sup>3</sup>/h, NI/min, Nm<sup>3</sup>, °C)? Die Signalausgänge sollen parametrierbar werden? Min-/Max-Werte sollen ausgelesen werden? Das Signal soll gedämpft bzw. verzögert werden? Der Totalisator soll einen Reset erhalten?

All diese Funktionen und viele weitere sind in einem einfach zu bedienenden Menü zusammengefasst.

Die Praxis ist unser Maß – das LED-Display ist auch in Maschinenhallen sehr gut lesbar, es kann um 180° gedreht werden, und zudem ist eine Abschaltung und auch Verriegelung des Displays/Bedienmenü möglich.

Einfache Bedienung über nur 2 Bedienknöpfe

Gut lesbares LED-Display (Anzeige um 180° drehbar)

Menü-Übersicht

Mess-modus

Ausgang 1 (OUT 1)

Ausgang 2 (OUT 2)

erweiterte Funktionen

Mess-modus ... (s.o.)

$\text{Nm}^3$  = Nm<sup>3</sup> vor letztem Reset

### Höchste Flexibilität: testo 6440 bietet die erforderlichen Signale für jede Anwendung

Es können zwei Signalausgänge anwendungsspezifisch parametrierbar werden (siehe Abb. rechts und unten). Damit ist es möglich, jeden Anwendungsfall abzubilden:

- Verbrauchsmessung (Impulsausgang)
- Verbrauchsüberwachung (Vorwahlzähler, d.h. mengenabhängiger Schaltausgang, zeitabhängig oder zeitunabhängig)
- Leckageüberwachung (Volumenstromabhängiger Schaltausgang oder Analogausgang)
- Durchflussmessung (Analogausgang)

Signalausgänge passend zur Anwendung

Anwendung	1 Leckage-Detektion	2 Verbrauchsmessung	3 Spitzenlast-Management	4 Min-/Max-Überwachung	5 Dosierung
Diagramm					
Signal- ausgänge	4...20 mA + Grenzwert-Überwachung in SPS oder Schalt- ausgang zeitabhängig (ON, falls GW vor Zeit T erreicht)	4...20 mA + $\Sigma$ in SPS oder Impuls + Zahlen in SPS	4...20 mA	4...20 mA + Grenzwert-Überwachung in SPS oder 1 Schalt- ausgang MIN — 1 Schalt- ausgang MAX	4...20 mA + $\Sigma$ in SPS oder Impuls + Zahlen in SPS oder Schalt- ausgang (ON, sobald GW erreicht)

### Summenbildung (Totalisator) auch ohne zusätzliche Auswerteeinheit

Der testo 6440 verfügt über integrierte Summenfunktionen (Verbrauchsmenge, z.B. in Nm<sup>3</sup>), die im Display sowie als Impulsausgang oder Schaltausgang nutzbar gemacht werden können.

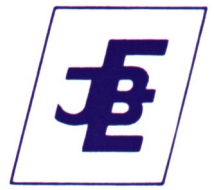
Vergleichen Sie selbst: Andere Anbieter benötigen für diese wichtigen Funktionen zusätzliche, externe Auswerteeinheiten. Diese aufwändigen Investitionen und Verkabelungen können sie sich mit dem testo 6440 sparen.

testo 6440 M12-Stecker

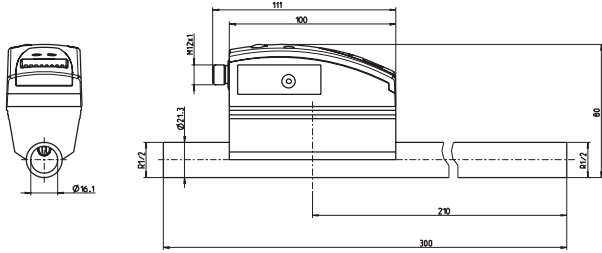
4 Alternativen (frei parametrierbar)

Schalt- ausgang	Schalt- ausgang	Impuls- ausgang*	Impuls- ausgang*
Schalt- ausgang	4...20 mA	Schalt- ausgang	4...20 mA

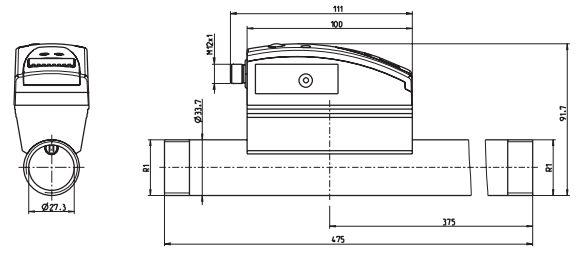
\* Alternativ als summenabhängiger Schaltausgang (Vorwahlzähler) nutzbar



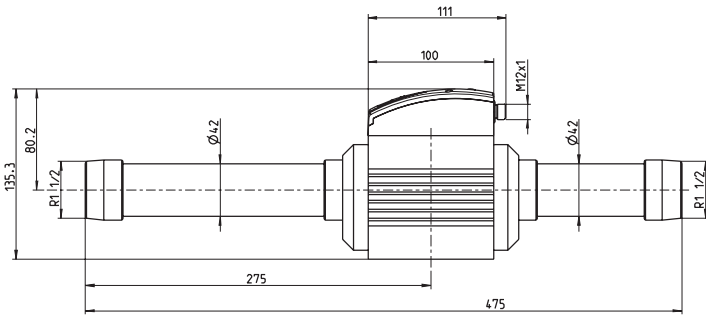
## Druckluftzähler testo 6440: Maßzeichnungen



testo 6441 DN 15 (1/2")

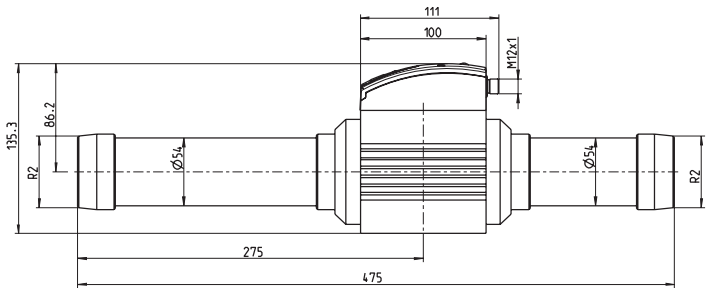


testo 6442 DN 25 (1")



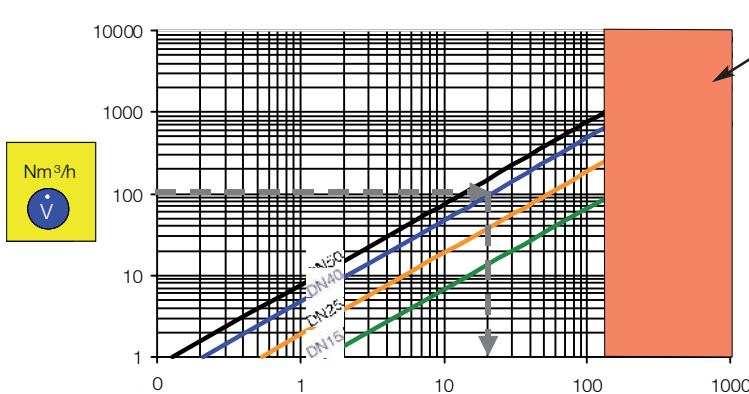
DN 40 (1 1/2")

testo 6443



DN 50 (2")

testo 6444



Bereich zu hoher Strömung (>120 Nm/s)

Beispiel:

Bei 100 Nm<sup>3</sup>/h ist ein Rohr-Neendurchmesser von DN40 noch einsetzbar.

Es ergeben sich ca. 21 Nm/s.

Bei P = 8 bar entspricht dies einer tatsächlichen Strömung von 2,6 m/s.

$$\text{Nm/s} \rightarrow \left( \times \frac{P_0}{P_{\text{abs}}} \times \frac{T_0}{T_{\text{abs}}} \right) \rightarrow \text{m/s}$$

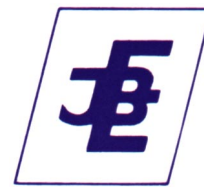
T<sub>abs</sub> = Prozesstemperatur (°C) + 273,15

P<sub>0</sub> = Norm-Druck, hier 1013,25 hPa

Achtung! Es wurde jeweils der Nenndurchmesser als Innendurchmesser angesetzt.

T<sub>0</sub> = Norm-Temperatur, hier 15 °C

P<sub>abs</sub> = Prozesdruck, hier (hPa)



## Druckluftzähler testo 6440: Technische Daten / Bestelldaten

Technische Daten Druckluftzähler testo 6440				
	testo 6441	testo 6442	testo 6443	testo 6444
Best.-Nr.	0555 6441	0555 6442	0555 6443	0555 6444
Durchmesser Rohr	DN 15 (1/2")	DN 25 (1")	DN 40 (1 1/2")	DN 50 (2")
Messbereich (1:300)	0,25 ... 75 Nm <sup>3</sup> /h	0,75 ... 225 Nm <sup>3</sup> /h	1,3 ... 410 Nm <sup>3</sup> /h	2,3 ... 700 Nm <sup>3</sup> /h
Max. Anzeigewert	90 Nm <sup>3</sup> /h	270 Nm <sup>3</sup> /h	492 Nm <sup>3</sup> /h	840 Nm <sup>3</sup> /h
Messstrecke: Gewinde (beidseits) / Material	R 1/2, Außengewinde Edelstahl 1.4301	R1, Außengewinde Edelstahl 1.4301	R1 1/2, Außengewinde Edelstahl 1.4401	R2, Außengewinde Edelstahl 1.4401
Länge Messrohr	300 mm	475 mm	475 mm (verkürzte Messstrecken)	475 mm (verkürzte Messstrecken)
Gewicht	0,9 kg	1,1 kg	3,0 kg	3,8 kg
Sensork	Thermischer, glaspassivierter Keramik-Sensor			
Genauigkeit	für Druckluftqualitätsklassen (ISO 8573: Partikel – Feuchte – Öl) 1-4-1: ±3% vom Messwert ±0,3% vom Endwert für Druckluftqualitätsklassen (ISO 8573: Partikel – Feuchte – Öl) 3-4-4: ±6% vom Messwert ±0,6% vom Endwert			
Ansprechzeit	< 0,1 sec (für Dämpfungs-Parameter = 0), über Bedienmenü verzögerbar (0 s bis 1 s)			
Temperatur-Anzeige	0 ... +60 °C, Messfehler ±2 K			
Display, Bedienung	4-stelliges alphanumerisches Display, zwei Bedientöpfe, Bedienmenü, LED (4 x grün für phys. Einheiten, 3 x gelb für "Anzeige x 1.000" bzw. Schaltzustände)			
Anzeige-Einheiten	Nm <sup>3</sup> /h, l/min, Nm <sup>3</sup> , °C (gewählte Einheit über grüne LED angezeigt)			
Elektrischer Anschluss	M12 x 1-Stecker, belastbar bis 250 mA, kurzschlussfest (getaktet), verpolsicher, überlastfest. Testo empfiehlt das Zubehör-Kabel Best.-Nr. 0699 3393			
Spannungsversorgung	19 ... 30 VDC, Stromaufnahme < 100 mA			
Ausgangssignale	Über Bedienmenü sind 4 Kombinationen parametrierbar, s.S. 77			
Impulsausgang	Verbrauchsmengen-Zähler (Wert nach Reset oder Spannungsausfall durch nicht-flüchtigen Speicher verfügbar), Wertigkeit 1 oder 10 Nm <sup>3</sup> , Impulslänge 0,02 s ... 2 s, 24 VDC-Pegel			
Analogausgang	4 ... 20 mA (4-Draht), max. Bürde 500 Ohm, frei skalierbar zwischen 0 bis Messbereichsende			
Schaltausgang	2 Schaltausgänge, parametrierbar (Verbrauchs- oder Volumenstromabhängig, Öffner, Schließer, Hysterese, Fenster), jeweils mit max. 19 ... 30 VDC bzw. 250 mA belastbar, Schaltzustände werden über 2 LED angezeigt			
Prozessbedingungen	0 ... +60 °C, PN 16 (max. 16 bar), rel. Feuchtigkeit < 90 %rF, Luftqualität ISO 8573: empfohlen Klassen 1-4-1			
Umgebungstemperatur	0 ... +60 °C			
Lagertemperatur	-25 ... +85 °C			
Medienberührung	Materialien Edelstahl oder Stahl verzinkt, PEEK, Polyester, Viton, Aluminium eloxiert, Keramik			
Gehäuse	PBT (GF 20 %), Zinkdruckguss, IP65 / III			
EMV	gemäß Richtlinie 89/336 EWG			
Normbezug	Normströmung (z. B. Nm/s) und Normvolumenstrom (z. B. Nm <sup>3</sup> /h) werden bezogen auf DIN ISO 2533, 15 °C, 1013,25 mbar, 0 %rF			

Bestelldaten	Best.-Nr.
testo 6441 Druckluftzähler DN 15 / 1/2" *	0555 6441
testo 6442 Druckluftzähler DN 25 / 1" *	0555 6442
testo 6443 Druckluftzähler DN 40 / 1 1/2" *	0555 6443
testo 6444 Druckluftzähler DN 50 / 2" *	0555 6444
Anschlusskabel 5 m Länge, mit M12 x 1-Buchse / offene Leiterenden	0699 3393
Prozessanzeige testo 54-2 AC, zwei Relaisausgänge (bis 250 VAC / 300 VDC, 3 A), Netzversorgung 90 ... 260 VAC	5400 7553
Prozessanzeige testo 54-7 AC, 2 Relaisausgänge (bis 250 VAC / 300 VDC, 3 A), Netzversorgung 90 ... 260 VAC, mit RS485-Ausgang zum Online-Monitoring und mit Totalisator-Anzeige	5400 7555
Kundenspezifische Geräteparametrierung, inkl. Parametrierprotokoll	0699 5889/1
Druckluftpaddelschalter zur Detektierung der Druckluft-Strömungsrichtung	0699 5913/1
Netzteil (Tischgerät) 110 ... 240 VAC / 24 VDC (350 mA)	0554 1748
Netzteil (Hutschienenmontage) 90 ... 264 VAC / 24 VDC (2,5 A)	0554 1749
ISO-Kalibrierung an 5 Messpunkten, bis 250 Nm <sup>3</sup> /h (testo 6441 / 6442)	0520 0174
DKD-Kalibrierung an 5 Messpunkten, bis 250 Nm <sup>3</sup> /h (testo 6441 / 6442)	0520 0274
ISO-Kalibrierung an 5 Messpunkten, bis 1600 Nm <sup>3</sup> /h (testo 6443 / 6444)	0520 0184
DKD-Kalibrierung an 5 Messpunkten, bis 1600 Nm <sup>3</sup> /h (testo 6443 / 6444)	0520 0284

\* zum Betrieb ist ein Anschlusskabel, z.B. Best.-Nr. 0699 3393, erforderlich