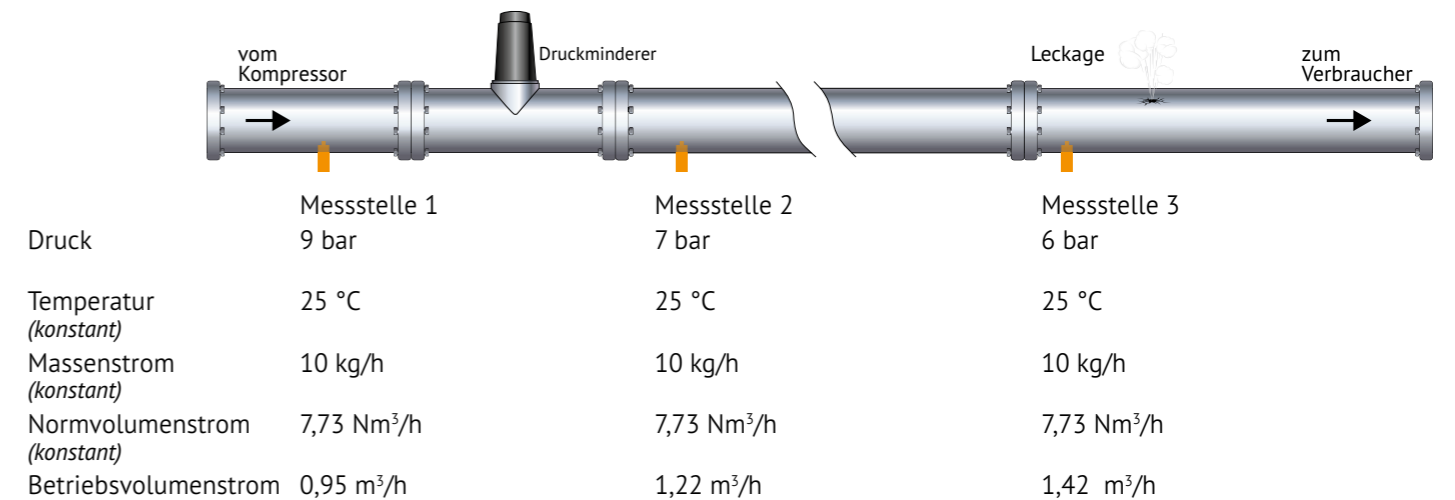


Durchflussmessung in Gasen – Was ist ein Normkubikmeter?

Normvolumenstrom | Massenstrom | Kalorimetrisches Messverfahren



Durchflussmessung in Gasen – Was ist ein Normkubikmeter?



Grundlegendes

Die Durchflussmessung von Gasen unterscheidet sich in wichtigen Punkten grundlegend von der Durchflussmessung von Flüssigkeiten. Der Grund hierfür ist die Kompressibilität von Gasen. Das bedeutet, dass sich das **Volumen** eines Gases in Abhängigkeit von der **Temperatur** und des **Drucks** ändert. Dies lässt sich mit der folgenden Formel beschreiben:

$$p \cdot V/T = \text{konstant} \quad (p: \text{Druck}, V: \text{Volumen}, T: \text{Temperatur})$$

Liegt eine konstante Temperatur vor vereinfacht sich die Formel weiter auf:

$$p \cdot V = \text{konstant}$$

Das Volumen eines Gases ändert sich dementsprechend in Abhängigkeit vom Druck. Erhöht man den Druck um Faktor 8, zum Beispiel von 1 bar auf 8 bar, verringert sich das Volumen entsprechend auf 1/8 des ursprünglichen Wertes, zum Beispiel von 10 m³ auf 1,25 m³. Im Gegensatz dazu ist die Volumenänderung von Flüssigkeiten in der Praxis vernachlässigbar.

$$p_1 \cdot V_1 = 1 \text{ bar} \cdot 10 \text{ m}^3 = 8 \text{ bar} \cdot 1,25 \text{ m}^3 = p_2 \cdot V_2$$

Bei der Bestimmung einer Gasmenge ist die Angabe eines Volumens alleine, zum Beispiel 10 m³ oder 10000 Liter, also nicht ausreichend. Vielmehr muss die **Masse** des Gases angegeben werden, da diese immer konstant bleibt. Im oben abgebildeten Beispiel ist also die Masse des Gases bei 1 bar und 10 m³ Volumen die gleiche wie bei 8 bar und 1,25 m³. In der Praxis wird anstatt der Masse häufig das **Normvolumen** angegeben.

Ein **Normkubikmeter** (Nm³) Gas ist die Menge eines Gases, die bei 1,01325 bar und 273,15 K (0 °C) in einem Volumen von 1 m³ enthalten ist. Da die Masse bei 1 bar und 8 bar Druck wie bereits beschrieben konstant ist, ist demzufolge auch das enthaltene Normvolumen konstant.

Einige Beispiele für die Masse, welche bestimmte, häufig in der Industrie verwendete Gase pro 1 Nm³ enthalten:

Luft	1,293 kg/Nm ³
Stickstoff	1,250 kg/Nm ³
Sauerstoff	1,429 kg/Nm ³
Argon	1,784 kg/Nm ³
Kohlendioxid	1,977 kg/Nm ³
Methan	0,717 kg/Nm ³
Wasserstoff	0,090 kg/Nm ³

Durchflussmessung in Gasen

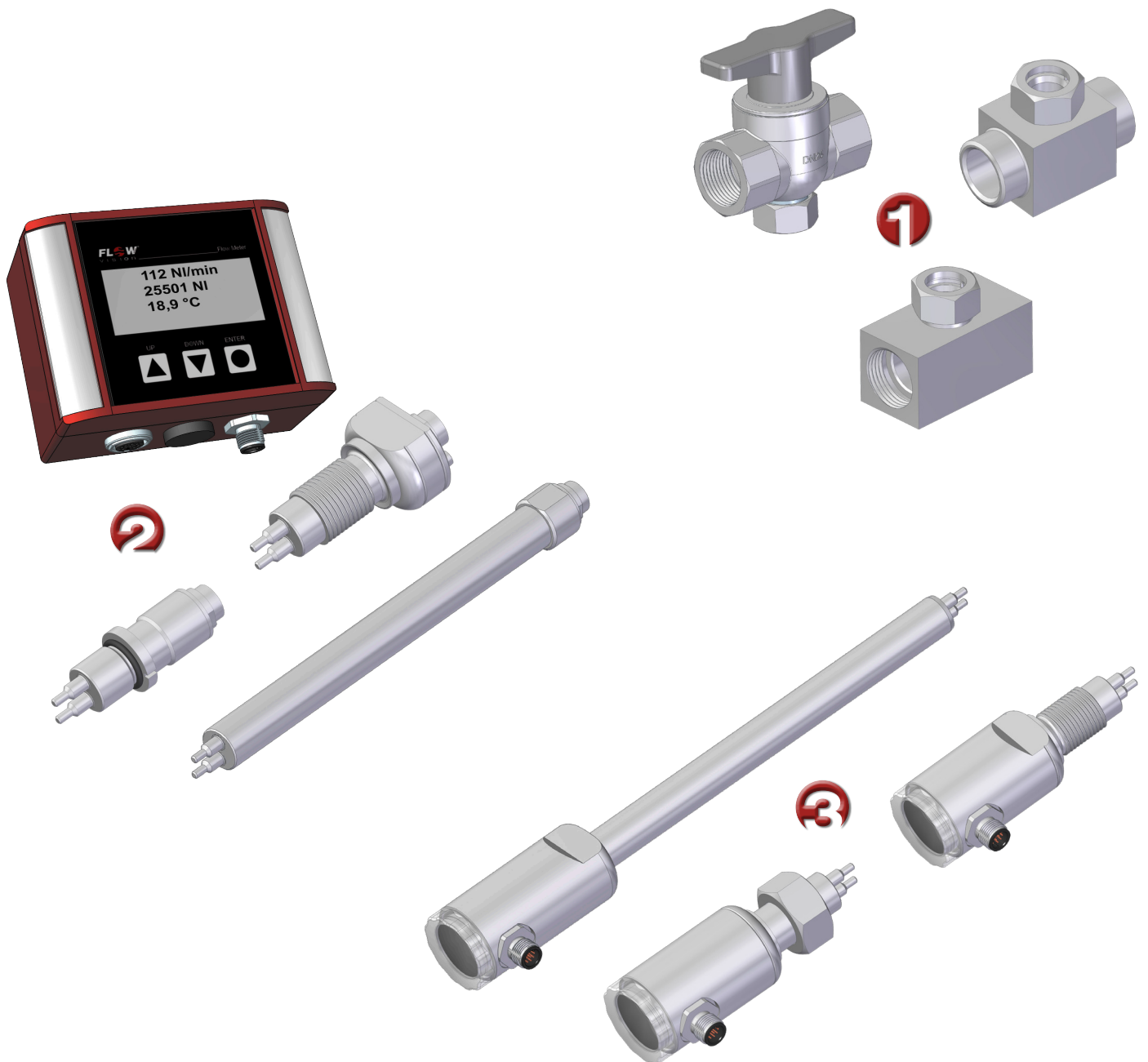
Denkt man nun an ein Druckluftnetz mit unterschiedlich hohen Drücken an verschiedenen Stellen im Netz wird klar, warum eine Messung des Betriebsvolumenstroms in m³/h keinen Sinn macht. Das folgende Beispiel zeigt einen Teil eines Druckluftnetzes mit verschiedenen Durchflussmessstellen:

Stellt man zum Beispiel fest, dass eine größere Leckage im Druckluftnetz vorhanden ist und will man messen, wie viel wertvolle Druckluft dadurch unnötig verloren geht, ist es sinnvoll **direkt** den **Massenstrom bzw. Normvolumenstrom zu messen**. Dieser ist bei der durchgehenden Rohrleitung an allen drei Messstellen gleich. Misst man stattdessen den tatsächlich vorhandenen Betriebsvolumenstrom, bekommt man an allen drei Messstellen unterschiedliche Ergebnisse. Der Grund hierfür ist, dass die Luft bei höherem Druck stärker komprimiert ist. Dadurch reicht bei höherem Druck ein geringerer Betriebsvolumenstrom, um die gleiche Masse zu transportieren.

Um die unterschiedlich großen Betriebsvolumenströme miteinander vergleichbar zu machen, ist es notwendig direkt an den Messstellen zusätzlich den dort herrschenden Druck und die Temperatur zu messen. Erst dadurch kann man zum Beispiel durch Umrechnung auf Normbedingungen die Messergebnisse sinnvoll vergleichen.

Um diese zusätzlichen Messungen zu umgehen, kann direkt der Massen-/Normvolumenstrom gemessen werden. Die folgende Tabelle zeigt, mit welchen Messverfahren dies möglich ist:

Ultraschall	nein – nur Betriebsvolumenstrommessung
magnetisch induktiv (MID)	nein – nur Betriebsvolumenstrommessung
kalorimetrisch (thermisch)	ja – direkte Massen-/Normvolumenstrommessung
Coriolis	ja – direkte Massen-/Normvolumenstrommessung
Vortex (Wirbel)	nein – nur Betriebsvolumenstrommessung
Differenzdruck (Messblende)	nein – nur Betriebsvolumenstrommessung
Flügelrad	nein – nur Betriebsvolumenstrommessung
Schwebekörper	nein – nur Betriebsvolumenstrommessung



Unsere Sensoren für technische Gase

Luft | Stickstoff | Sauerstoff | Argon | Kohlendioxid | Methan | Wasserstoff



Sensoradapter TP | Kugelhahn BV

Zur exakten Positionierung der Sensoren.



Kalorimetrischer Durchflussmesser PERFLU 5-CA

Sensor von der Auswerteeinheit abgesetzt | beleuchtetes Display | USB
4...20 mA für Durchfluss und Temperatur | Pulsausgang | Relaisausgänge



Kalorimetrischer Durchflussmesser FVone-NP-CA

Auswerteeinheit in Sensor integriert | USB
4...20 mA für Durchfluss und Temperatur | Pulsausgang | Relaisausgänge

