Laminare Durchfluss-Elemente – Typen und Messbereiche

Kapillar-LFE



Messbereiche von 5 bis 1.300 ml/min

Spalt-LFE



Messbereiche von 0,01 bis 150 l/min



Messbereiche von 2,8 bis 64.000 l/min

Standard-LFEs sind zur Durchfluss-Messung von allen Gasen geeignet. Die oben angegebenen Bereiche sind bezogen auf Luft unter atmosphärischen Bedingungen 20°C, 1000 mbar, 0% relative Feuchte. Die LFEs werden für Nenndurchflüsse mit einem Wirkdruck von 1, 5, 10 bzw. 20 mbar in verschiedenen Nennweiten von 1/4" bis 16" hergestellt. Dabei ist zu beachten, dass der Wirkdruck auch gleichzeitig ein bleibender Druckverlust ist.

Einsatzbereiche und Grenzen

Absolutdruck Temperatur Relative Feuchtigkei 100 mbar bis 10 bar absolut 0 bis 70°C

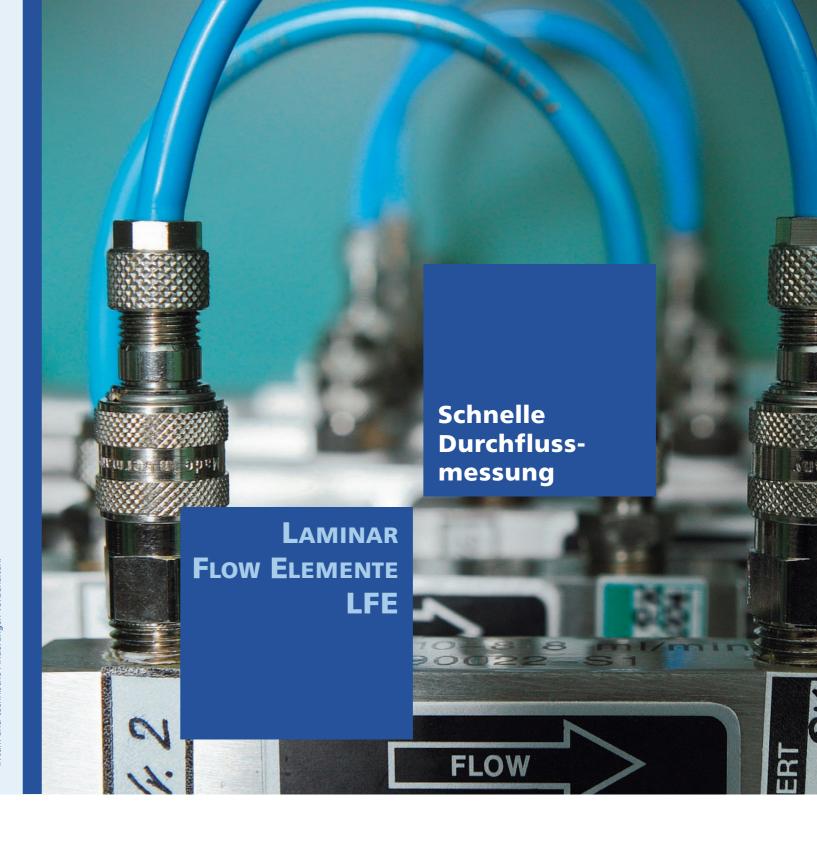
Relative Feuchtigkeit 0 bis 100%, nicht kondensierend

Schwankende Drücke, Temperaturen und Feuchteeinflüsse sollten bei hohen Genauigkeitsanforderungen in der Viskositäts- und Dichteberechnung des Mediums korrigiert werden. Die Viskosität der meisten Gase bleibt bis ca. 6 bar druckunabhängig. Jedoch treten wegen der Kompressionseffekte am Kapillareingang Druckabhängigkeiten auf, die bei der Auswertung nach Hagen-Poiseuille eine Verschiebung der Kalibrierkurve um ca. 1% je bar bewirken (Druckunterschied bezogen auf Kalibrierbedingungen). Dies kann entweder durch eine Kalibrierung bei mittlerem Betriebsdruck vermieden oder durch das "Universal flow"-Auswerteverfahren korrigiert werden.

Anforderungen an den Messaufbau

Um starke Schwankungen und Abweichungen des Differenzdrucks durch Verwirbelungen am LFE zu vermeiden, sollte eine gerade Einlauf-Rohrleitung vom ca. 10-fachen und eine gerade Auslaufleitung vom ca. 5-fachen LFE-Innendurchmesser eingehalten werden. Die Einbaulage ist beliebig, jedoch soll die mit Pfeil gekennzeichnete Durchflussrichtung immer eingehalten werden. Wenn diese Anordnung unmöglich ist, so kann bzw. sollte die LFE-Kalibrierung zusammen mit dem tatsächlichen Rohrleitungsaufbau des Flow-Elementes durchgeführt werden.

and the contraction of the contr







Laminar Flow Elemente LFE



Zusammen mit den von uns angebotenen automatisierten Auswerteverfahren können LFEs in vielen Anwendungen ihre Stärken entfalten oder neue Anwendungen in Industrie und Forschung ermöglichen:

- Geringer Druckabfall
- Sehr gute Linearität
- Große Mess-Spannen von wenigen ml/h bis zu vielen m³/h
- Beste Wiederholgenauigkeit
- Hohe Langzeitstabilität
- Absolute Genauigkeit
- Blitzschnelles Ansprechverhalten

LFEs bieten überragende Vorteile bei der effektiven und sicheren Überwachung der Produktqualität bei:

- Messung der Luftansaugung von Verbrennungsmaschinen
- Leistungsmessung an Ventilatoren
- Dichtigkeits-Prüfung und Kennlinienbestimmung von Ventilen
- Durchfluss-Messungen und Prüfaufgaben in der Fahrzeugindustrie



Schnelle und präzise Durchfluss-Messung

Laminar Flow Elemente, kurz LFE, sind klassische Wirkdruck-Elemente für Volumenstrom-Messungen.
LFEs bestehen im Prinzip aus vielen parallelen Kapillaren, so dass in guter Näherung das Gesetz von Hagen-Poiseuille anwendbar ist.
Dieses beschreibt den linearen Zusammenhang von Wirkdruck und Volumenstrom in Kapillaren.

Durch den linearen Zusammenhang sind LFEs anderen Wirkdruckgebern (z. B. Blenden, Düsen, Pitot-Rohren, ...) überlegen, bei denen ein quadratischer Zusammenhang zwischen Massenstrom und Wirkdruck besteht. Der lineare Zusammenhang erlaubt eine größere Mess-Spanne und ermöglicht insbesondere Messungen bei kleiner Reynolds-Zahl.

Kompakter Aufbau – modulares Design

Um wechselnden Anforderungen gerecht zu werden, bieten unsere LFE-Aufbauten folgende Vorteile:

- Variabler, modularer Messaufbau
- Große Bandbreite an Nennweiten und Messbereichen
- Verschiedene LFE-Typen
- Hochpräzise Sensoren für Wirk- und Absolutdruck, Temperatur und Feuchte
- Auswerteeinheiten
- Berechnungs-/Korrekturverfahren

Bei Durchfluss-Messungen muss immer ein Kompromiss zwischen den Kosten und der Messunsicherheit gefunden werden. Unsere LFE-Messaufbauten berücksichtigen:

- Kurze Ansprechzeiten
- Kleine Tot-Volumina
- Modulare Konzepte hinsichtlich Mechanik, Sensorik und Auswerte-Elektronik

Dies gewährleistet einen schnellen Aufbau und Austausch für Wartung und Rekalibrierung. Um unter wechselnden Betriebsbedingungen die gleiche Auswertung wie bei der Kalibrierung zu gewährleisten, sollen Absolutdruck, Temperatur und optional die Feuchte vor dem LFE gemessen werden.

Luft und Gase mit großer Spanne messen

Messprinzip: Der Differenzdruck ist proportional zum Durchfluss

Das Herzstück eines LFE ist die Kapillar-Matrix, Das Gas fließt gleichmäßig verteilt durch eine große Anzahl von parallel geschalteten Einzel-Kapillaren. Die Matrix ist so augelegt, dass sich ein laminares Strömungsgeschwindigkeitsprofil im Nenndurchflussbereich einstellt. Dadurch erzeugt das Gas beim Durchströmen der Matrix wegen der viskosen Reibung der Gasschichten aneinander und der Wechselwirkung mit der Rohrwand einen Druckabfall. Die Differenz der statischen Absolutdrücke an Einund Ausgang ist direkt proportional zum Durchfluss.

Sehr gute Linearität

Die Linearität der Differenzdruck-Durchflusskennlinie ist ein wesentliches Merkmal. Sie macht es möglich, dass LFEs für einen größeren Durchfluss-Messbereich als andere konventionelle Wirkdruckelemente eingesetzt werden können. In vielen Anwendungen kann ein einziges LFE einen Messbereich abdecken, für den normalerweise mehrere der sogenannten Quadratwurzelgeräte, wie Venturidüsen oder Messblenden, benötigt werden.

Sehr große Mess-Spanne

Bedingt durch die Linearität der LFE-Kennlinie sind beim Laminar Flow Element Differenzdruck und Volumenstrom direkt zueinander proportional. Eine Volumenstromänderung von 1:10 bewirkt auch eine Änderung des Differenzdrucks von 1:10. Müssen große Mess-Spannen von 1:100 gemessen werden, kann die Wiederholbarkeit mit dem LFE durch den Einsatz von zwei kaskadierten Differenzdrucksensoren mit je 1:10 ohne weiteres auf gleichem Niveau gehalten werden.

Schnelles Ansprechverhalten

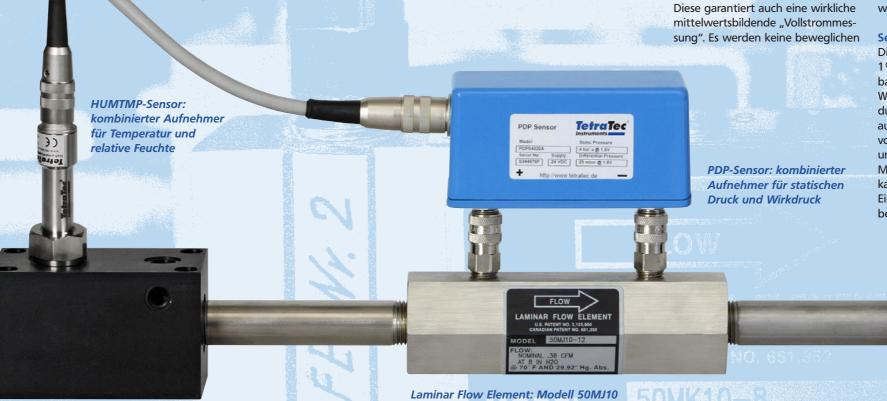
Entsprechend dem thermodynamischen Strömungsaufbau und dem dynamischen Verhalten der Sensorik stellt sich der Druck als erste Größe stabil (stationär) ein. Z. B. kann mit piezoresistiven und kapazitiven Messzellen eine Sprung-Antwort von 100 % innerhalb weniger Millisekunden detektiert werden. Kalorimetrische Messverfahren benötigen dagegen Zeiten von 1 bis100 Sekunden.

Sehr gute Wiederholbarkeit und Langzeitstabilität

Das Konstruktionsprinzip des LFE mit der feststehenden Geometrie ist nicht nur Voraussetzung für sehr gute Wiederholbarkeiten von besser 0,1 %. Diese garantiert auch eine wirkliche mittelwertsbildende "Vollstrommessung". Es werden keine beweglichen Teile verwendet, die mit mechanischer Trägheit oder Reibung behaftet sind. Dadurch ist es mit seiner Langzeitstabilität vielen Messverfahren, die eine Punkt- oder Teilstrommessung ausführen oder mit Verschleiß behaftete, bewegliche Teile haben, weit überlegen.

Sehr hohe absolute Genauigkeit

Die Messgenauigkeit von besser 1% vom Messwert des LFE-Elements basiert auf einer sehr genauen Werkskalibrierung. In der Anwendung und Auswertung haben aber auch die verwendeten Sensoren, vor allem der Differenzdrucksensor und die Auswerteinheit am unteren Messbereichsende sowie die physikalische Berechnung, sehr großen Einfluss. Auf ihre Auswahl muss besondere Sorgfalt gelegt werden.



EI OW:

