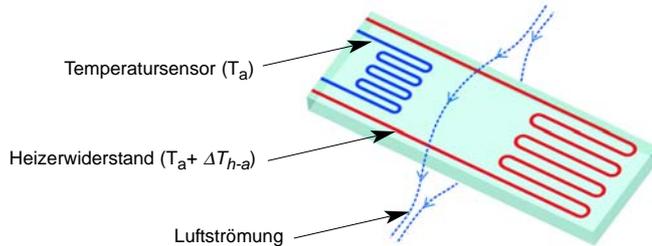


# Theorie Strömungsmessung

## Arbeitsprinzip

Der E+E Luftgeschwindigkeitssensor wird nach dem Prinzip der Heißfilmanemometrie betrieben.



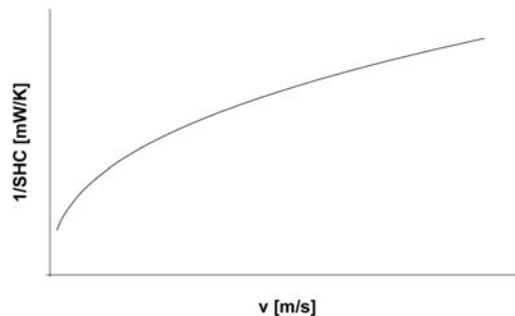
Der Sensor besteht aus zwei Widerstandsmeandern, die mittels moderner Dünnschichttechnologie auf ein dünnes Glassubstrat aufgebracht werden. Einer der beiden Widerstände wird als Temperatursensor betrieben, und erfasst die Temperatur des strömenden Mediums.

Der andere Widerstandsmeander wird durch elektrische Leistung auf eine konstante Übertemperatur  $\Delta T_{h-a}$  zur Mediumtemperatur aufgeheizt. Durch das mit der Geschwindigkeit  $v$  vorbeiströmende Medium (Luft oder Gas) wird der Widerstand abgekühlt.

Die elektrische Leistung, welche notwendig ist um die Temperaturdifferenz zwischen Heizer und Temperaturmeander aufrecht zu erhalten, ist das Maß für die Strömungsgeschwindigkeit.

Die Charakteristik des Sensors ist nichtlinear und kann mittels des Eigenerwärmungskoeffizienten SHC beschrieben werden.

$$1/SHC = \frac{P}{\Delta T_{h-a}}$$



## Messen mit E+E Strömungsmessgeräten

Generell wird die Genauigkeit der Messung einerseits von der Genauigkeit des Strömungsmessgerätes, aber andererseits auch wesentlich von den Einbaubedingungen geprägt.

Die Genauigkeit des Strömungsmessgerätes hängt von der Qualität der Kennlinien-Linearisierung und von der Reproduzierbarkeit des Messsignals ab.

Aufgrund des innovativen Designs und elektrischen Beschaltung der E+E Strömungssensoren ist es möglich eine sehr hohe Reproduzierbarkeit und Langzeitstabilität zu erzielen.

Zur Linearisierung der Kennlinie wird bei E+E jedes einzelne Strömungsmessgerät werksintern in einem turbulenzarmen Windkanal vermessen. Als Referenz wird dabei ein hochgenaues Laser-Doppler Anemometer verwendet, welches niedrigste Unsicherheiten bei der Vermessung der Kennlinie garantiert. Die hohen Qualitätsstandards der Kalibrierung bei E+E werden durch Vergleichsmessungen mit führenden internationalen Kalibrierlaboratorien gesichert.

Die Gesamtmessunsicherheit  $U_{Gesamt}$  des Strömungsmessgerätes errechnet sich aus der Genauigkeit des Messgerätes  $u_{Gesamt}$  (Linearisierung und Reproduzierbarkeit) und der Unsicherheit der Werkskalibrierung  $U_{cal}$ .

$$U_{Gesamt} = k \cdot \sqrt{\left(\frac{U_{cal}}{2}\right)^2 + \left(\frac{u_{Genauigkeit}}{\sqrt{3}}\right)^2}$$

Die Berechnung der Gesamtmessunsicherheit erfolgt nach EA-4/02 unter Berücksichtigung des GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement).

Der Erweiterungsfaktor  $k$  bestimmt den Vertrauensbereich, wobei in der Messtechnik üblicherweise für  $k=2$  verwendet wird, was einem Vertrauensniveau von 95 % entspricht.

## Theorie Luftgeschwindigkeit

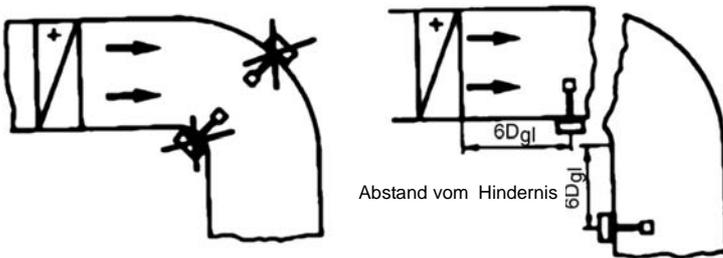
## Positionierung des Luftgeschwindigkeitsmessfühlers

Die genaue und zuverlässige Bestimmung der Luftgeschwindigkeit hängt jedoch auch von der richtigen Positionierung des Fühlers ab.

Genauere Messungen sind nur möglich, wenn die Fühler entfernt von Stellen mit turbulenter Strömung einbracht werden. Turbulente Strömungen entstehen nach Rohrkrümmern, Abzweigungen, hinter Klappen, Ventilatoren oder Querschnittsveränderungen.

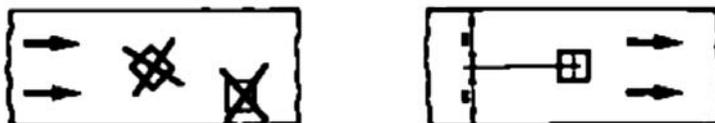
Die Beruhigungsstrecke ist eine Funktion des Rohrdurchmessers. Bei rechteckigen Rohren gilt:

$$D_{gl} = \frac{2 \cdot a \cdot b}{a + b}$$

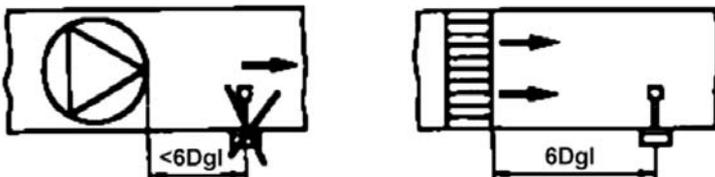


Die nebenstehenden Bilder sollen bei Installation eines Luft-geschwindigkeitstransmitters helfen.

Genauere Messwerte erhält man, wenn man bei der Montage nach Rohrkrümmern, Abzweigungen, hinter Klappen, Ventilatoren oder Querschnittsveränderungen die Beruhigungsstrecken, gemäß der obenstehenden Formel, berücksichtigt.



Fühler in der Mitte des Kanals montieren.



Optimal ist eine Platzierung hinter Filtern und Gleichrichtern, weil dort kein Drall herrscht.



Fühler vor Diffusoren und Konfusoren platzieren.



Filter bzw. Kühler beruhigen die Strömung.

## Wartung von E+E Luftgeschwindigkeitsmessumformer

E+E Luftgeschwindigkeitsmessumformer enthalten keine beweglichen Teile und sind daher verschleißfrei. Mit dem innovativen Heißfilmanemometerprinzip sind die Sensoren weitgehend unempfindlich gegen Schmutz und Staub, sodass bei Normalbedingungen keine Wartung erforderlich ist.

Bei starker Beanspruchung empfehlen wir eine periodische Reinigung mit Isopropylalkohol. Anschließend lässt man das Element an der Luft trocknen. Die Verwendung mechanischer Hilfsmittel ist zu vermeiden.