



Einführung in die Messtechnik an Lüftungsanlagen (EN 12599)

24.03.2022 & 25.03.2022

ALR

Referent: Gérard ANZIA



WWW & W:

Warum?

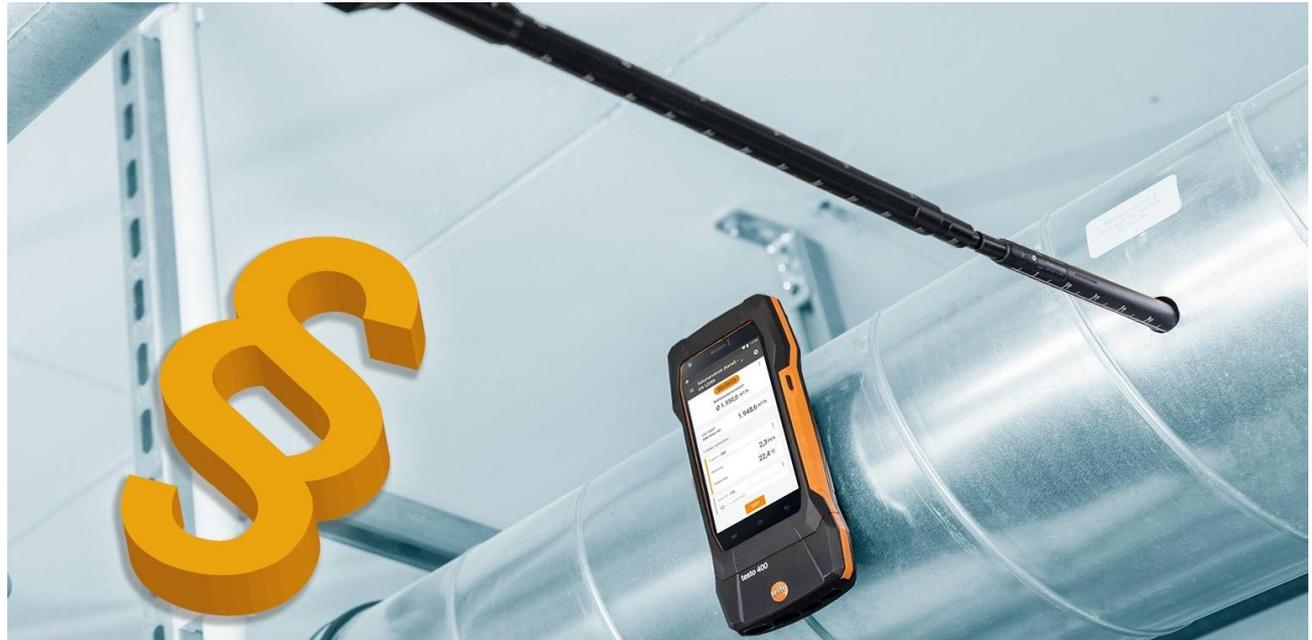
Wo?

Was?

Wie?

Warum?

- **Inbetriebnahme und Behaglichkeitsmessung EN 12599**
(Lüftung von Gebäuden - Prüf- und Messverfahren für die Übergabe raumlufttechnischer Anlagen)
- **Wartung und Instandhaltung**
- **Servicefall**



Wo?

A. Messungen in Lüftungsleitungen

B. Messung der Zu- und Abluft an:

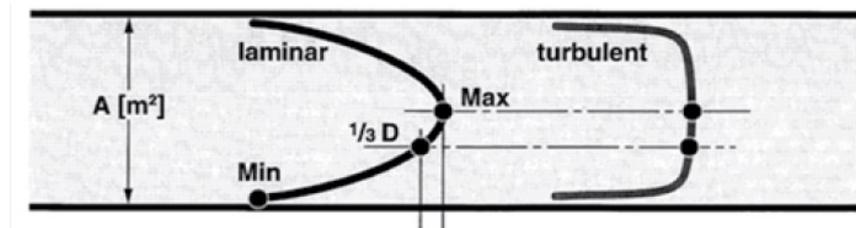
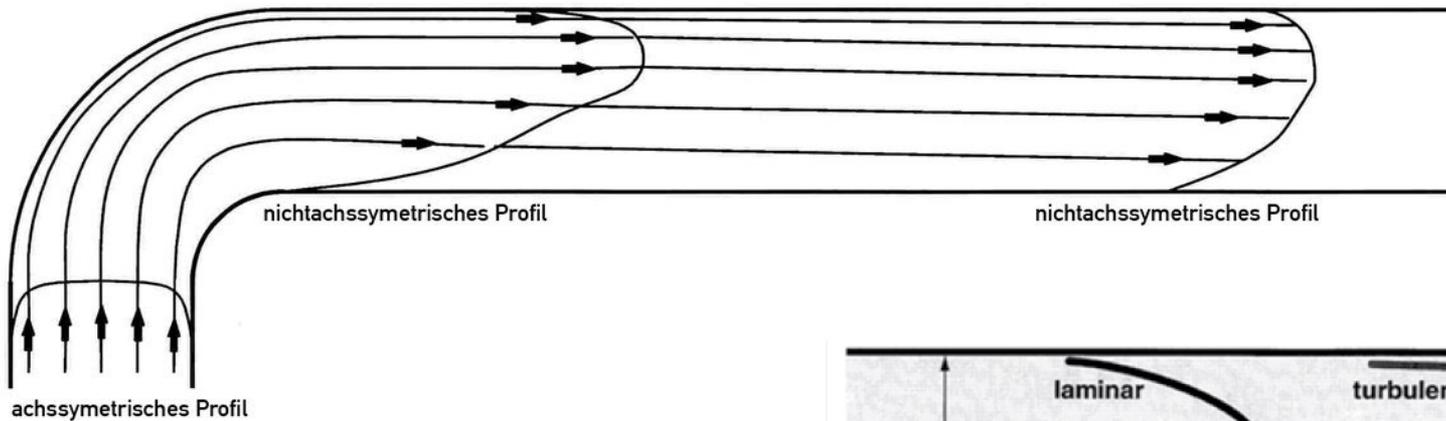
a) Ventilen

b) Drallauslass

c) Lüftungsgitter

Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

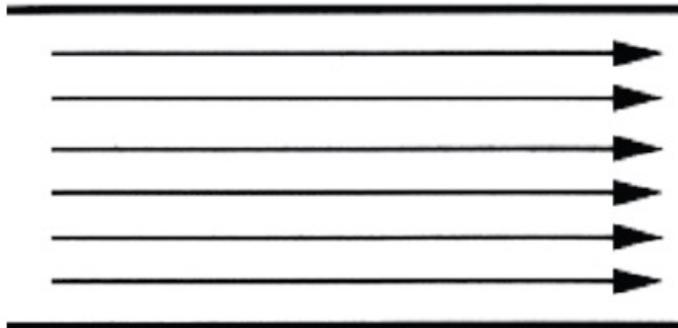
- Unregelmässigkeiten im Strömungsprofil nach Störstellen
- Wie kann die mittlere Geschwindigkeit ermittelt werden?



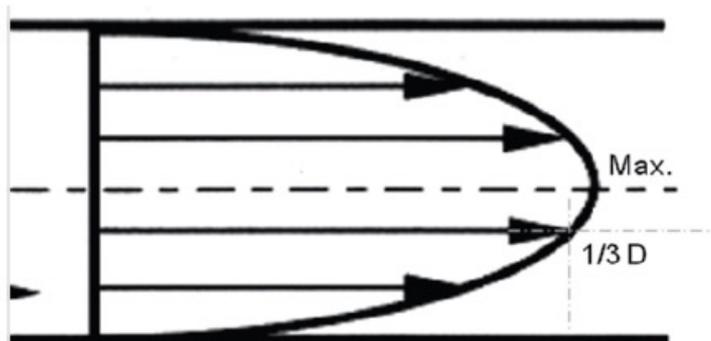
laminare und turbulente Strömungsprofile

Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

- Laminare Strömung

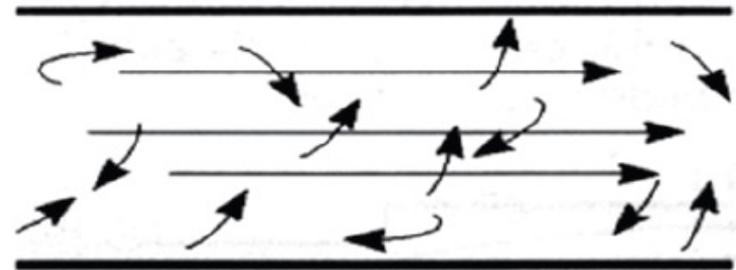


Strömungscharakteristik

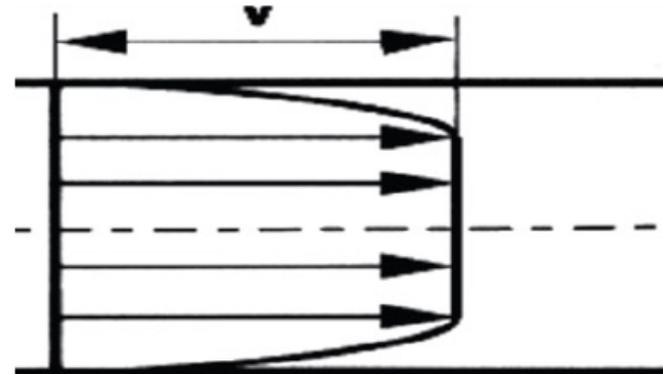


Strömungsprofil

- Turbulente Strömung



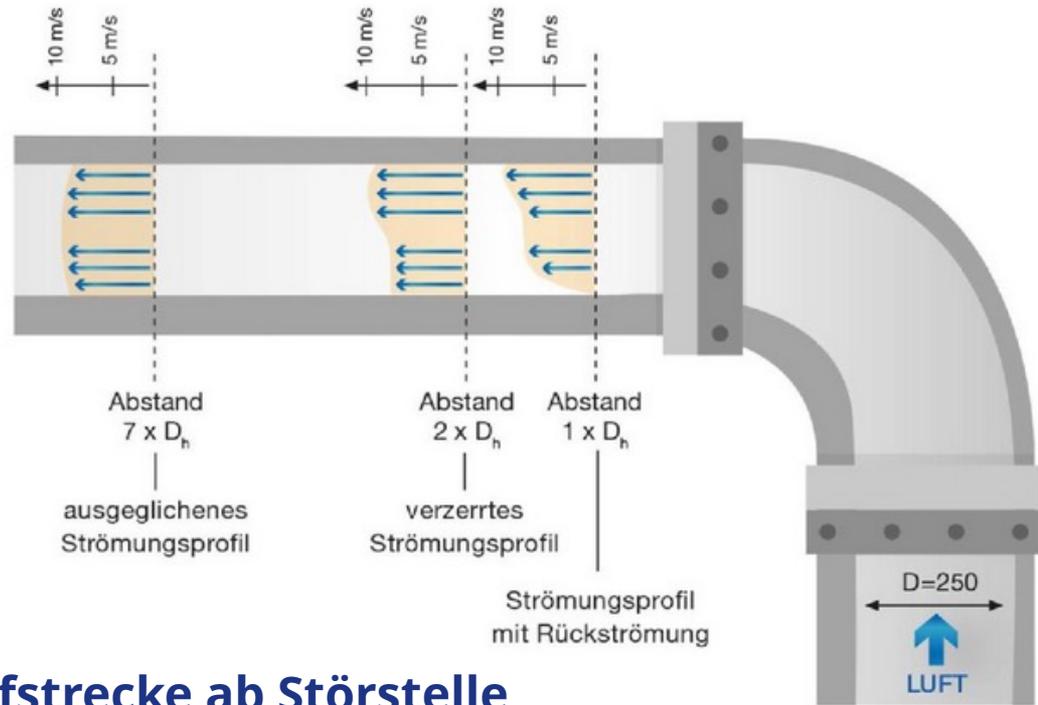
Strömungscharakteristik



Strömungsprofil

Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

REGEL 7/3

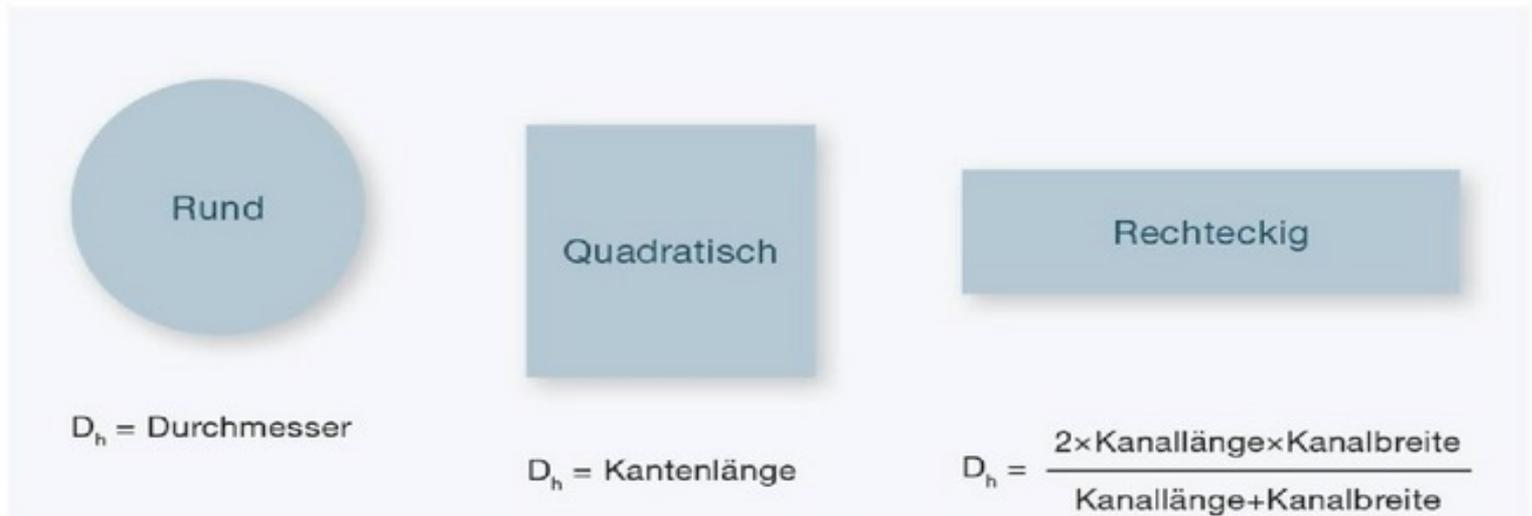


- Beruhigungs- und Auslaufstrecke ab Störstelle festlegen, Luftrichtung beachten!
- Beruhigungsstrecke $a = 7 \times d_h$ vor der Messstelle, Auslaufstrecke $a' = 3 \times d_h$ nach der Messstelle

Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

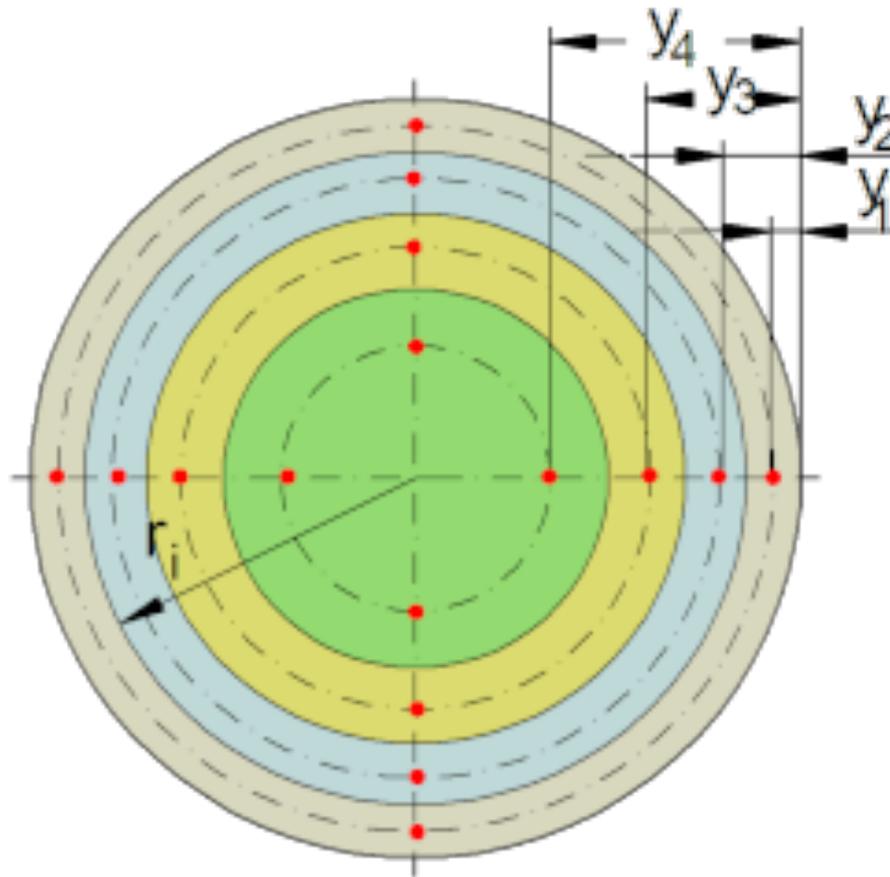
- Hydraulischen Durchmesser d_h berechnen
(Vergleich Kanal mit Rundrohr)

- $d_h = \frac{4 \cdot A}{U}$ mit A: Querschnitt und U: Umfang



Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

Schwerlinienverfahren: Norm EN12599

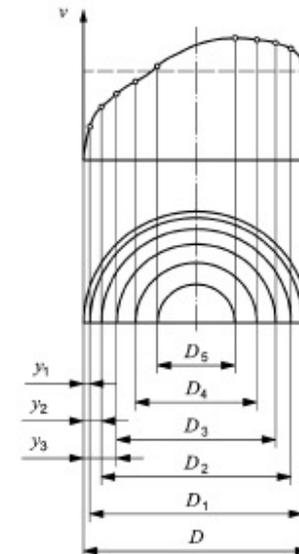


Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

Schwerlinienverfahren: Norm EN12599

a) Relativer Wandabstand der Schwerlinien von der Wand, y_i/D

| i | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|-----|--|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| n | | | | | | | | | | |
| 1 | 0,146 4 | | | | | | | | | |
| 2 | 0,067 0 | 0,250 0 | | | | | | | | |
| 3 | 0,043 6 | 0,146 4 | 0,295 9 | | | | | | | |
| 4 | 0,032 3 | 0,104 7 | 0,193 8 | 0,323 2 | | | | | | |
| 5 | 0,025 7 | 0,081 7 | 0,146 4 | 0,226 1 | 0,341 9 | | | | | |
| 6 | 0,021 3 | 0,067 0 | 0,118 1 | 0,177 3 | 0,250 0 | 0,355 7 | | | | |
| 7 | 0,018 2 | 0,056 8 | 0,099 1 | 0,146 4 | 0,201 2 | 0,268 5 | 0,366 4 | | | |
| 8 | 0,015 9 | 0,049 3 | 0,085 4 | 0,125 0 | 0,169 3 | 0,220 5 | 0,283 5 | 0,375 0 | | |
| 9 | 0,014 1 | 0,043 6 | 0,075 1 | 0,109 1 | 0,146 4 | 0,188 2 | 0,236 5 | 0,295 9 | 0,382 1 | |
| 10 | 0,012 7 | 0,039 0 | 0,067 0 | 0,096 9 | 0,129 2 | 0,164 6 | 0,204 2 | 0,250 0 | 0,306 4 | 0,388 2 |
| n | Zahl der Schwerlinien. | | | | | | | | | |
| i | Ordnungszahl der Schwerlinien (von außen gezählt). | | | | | | | | | |



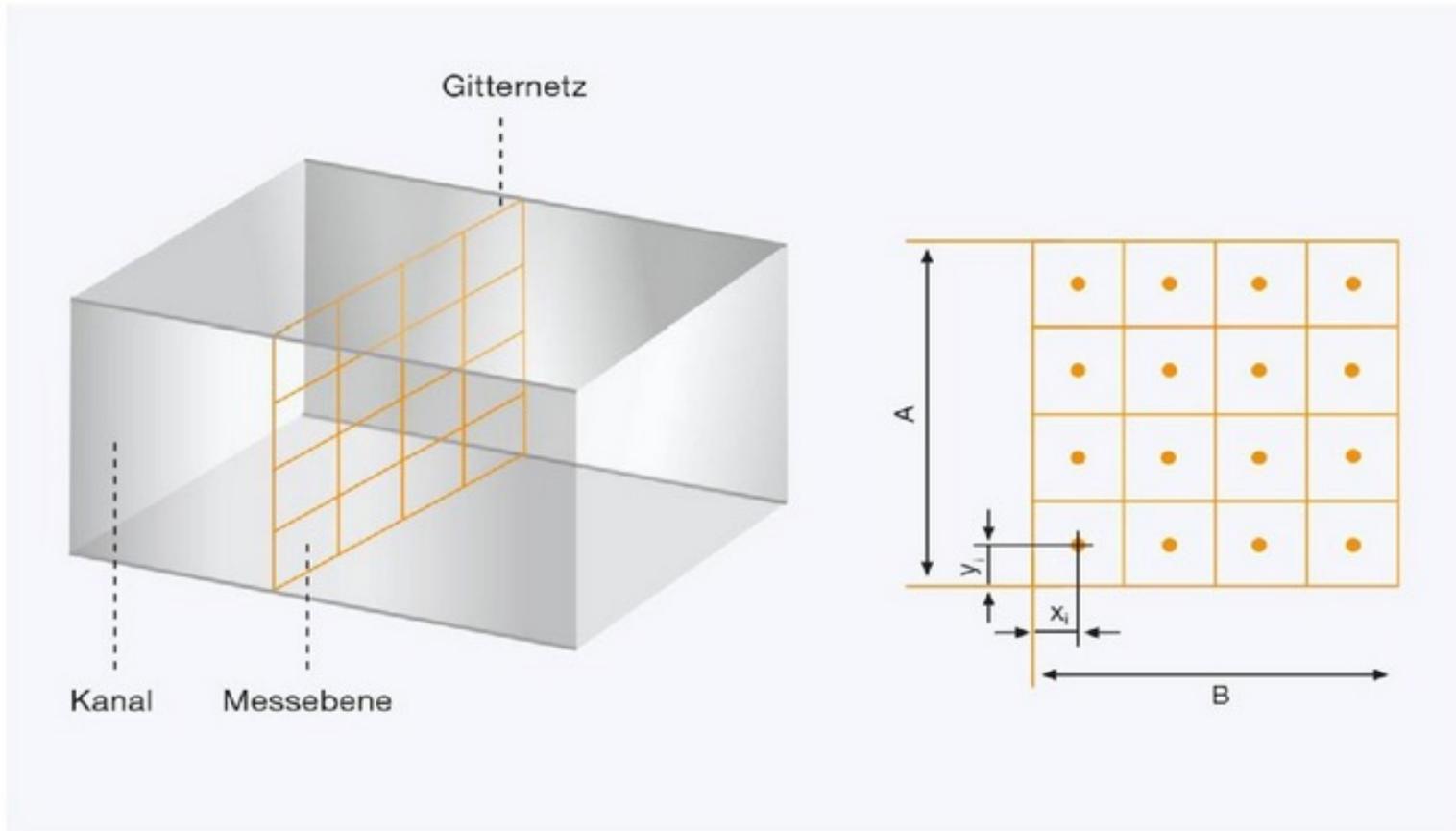
Legende

- D_i Schwerliniendurchmesser
- y_i Wandabstand
- v Geschwindigkeit

Bild D.2 — Einteilung eines Kreisquerschnitts in flächengleiche Kreise

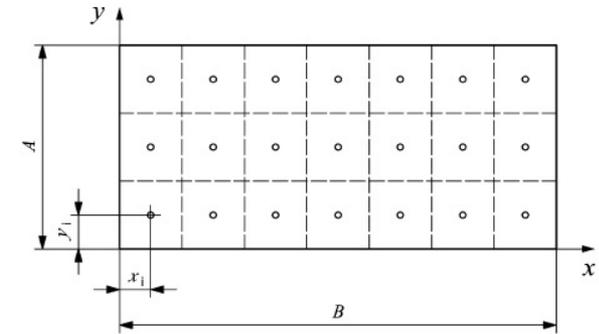
Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

Trivialverfahren: Norm EN12599



Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

Trivialverfahren: Norm EN12599



Legende

- x_i, y_i Koordinaten der Messpunkte
- A, B Maße der Leitung

Tabelle D.2 — Relativer Wandabstand der Messpunkte in einer Luftleitung mit Rechteckquerschnitt (Trivialverfahren)

| Anzahl der Messpunkte je Messgerade | Messpunkt i , $\frac{x_i}{B}$ oder $\frac{y_i}{A}$ | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 3 | 0,167 | 0,500 | 0,833 | | | | | | | |
| 4 | 0,125 | 0,375 | 0,625 | 0,875 | | | | | | |
| 5 | 0,100 | 0,300 | 0,500 | 0,700 | 0,900 | | | | | |
| 6 | 0,083 | 0,250 | 0,417 | 0,583 | 0,750 | 0,917 | | | | |
| 7 | 0,071 | 0,214 | 0,357 | 0,500 | 0,643 | 0,786 | 0,929 | | | |
| 8 | 0,062 | 0,187 | 0,312 | 0,438 | 0,563 | 0,688 | 0,813 | 0,938 | | |
| 9 | 0,056 | 0,167 | 0,278 | 0,389 | 0,500 | 0,611 | 0,722 | 0,833 | 0,944 | |
| 10 | 0,050 | 0,150 | 0,250 | 0,350 | 0,450 | 0,550 | 0,650 | 0,750 | 0,850 | 0,950 |

Wo? A) Messungen in Lüftungsleitungen

Kurzfassung

**Eine Messstelle an der Lüftungsanlage
planen:
So gehen Sie vor.**

- ✓ Den hydraulischen Durchmesser der Lüftungsanlage bestimmen
- ✓ Beruhigungs- und Auslaufstrecke definieren
- ✓ Unregelmäßigkeit im Strömungsprofil bestimmen
- ✓ Anzahl der Messpunkte für die Bestimmung des Volumenstroms festlegen
- ✓ Die Verteilung der Messpunkte im Kanal definieren
- ✓ Den Volumenstrom berechnen

Wo? B) Messung der Zu- und Abluft

- Messungen an Zu-, Abluftventilen und Drallauslässen mit Trichter und gegebenenfalls mit Gleichrichter



Messgerät, z.B. testo 417.



Volumenstrom-Gleichrichter
testovent 417.



Trichter für Tellerventile mit
Ø 200 mm.

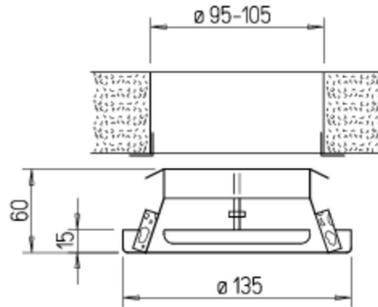


Trichter für Lüfter mit
330 x 330 mm.

Volumenstrom: $\dot{V} = A_{eff} * v$

Wo? B) Messung der Zu- und Abluft

- Messungen an Zu- und Abluftventilen mit Trichter

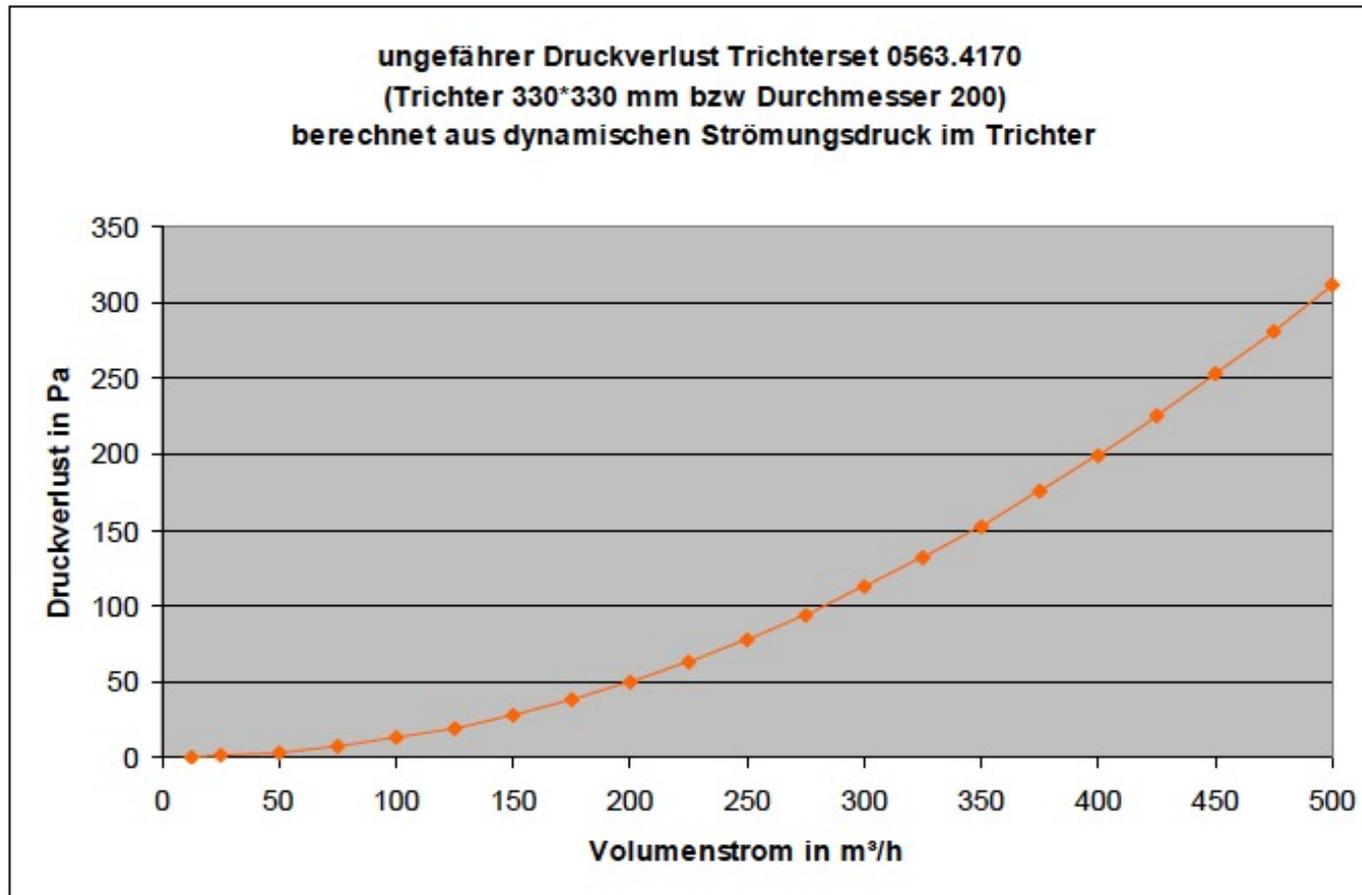


Kontrolle der Abluft am Aufputzlüfter



Kontrolle der Zuluft am Tellerventil

Wo? B) Messung der Zu- und Abluft - Verluste

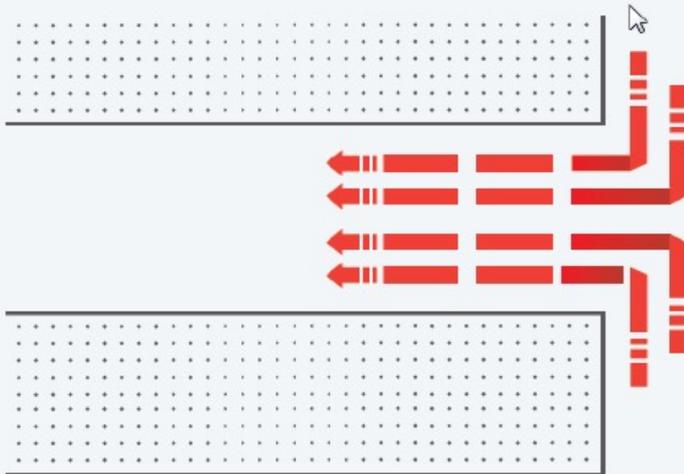


Hinweis aus der DIN EN 12599: „Um den Einfluss des Trichters auf das Gerät möglichst gering zu halten sollten bevorzugt Trichter mit großer Querschnittsfläche verwendet werden, bei denen der Druckabfall gering ist.“

Wo? B) Messung der Abluft

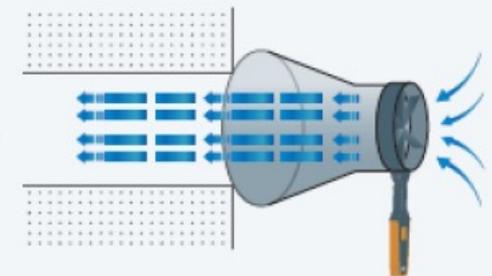
- Messungen an Abluftventilen mit Trichter

Strömungslinien an Öffnungen



Saugen

- Messen mit Trichter



Wo? B) Messung der Abluft

- Messungen an Abluftventilen mit der Luftstrombox
Messbereich von 14 m³/h bis 200 m³/h,
Blenden A1-B2-C3,
Zuordnungsabelle

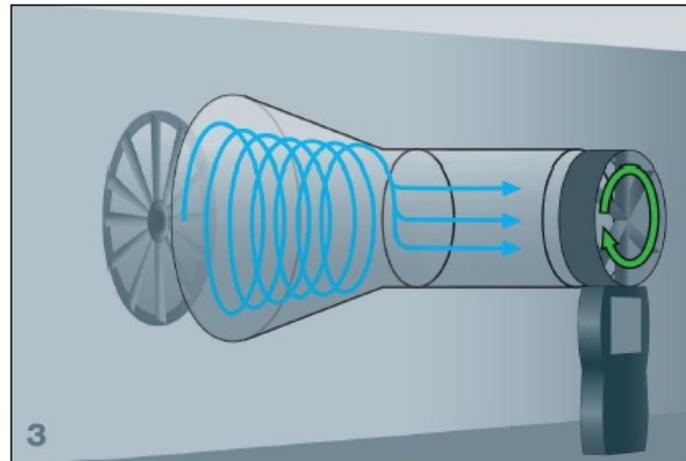
Volumenstrom: $\dot{V} = f(\Delta p)$



Wo? B) Messung der Zuluft

- Messungen an Drallauslässen mit Trichter und Gleichrichter

$$(\dot{V}_{max} = 100 \frac{m^3}{h})$$



Trichter für Lüfter
oder
Trichter für Tellerventil



Volumenstrom-Gleichrichter



Messgerät, z.B. testo 417

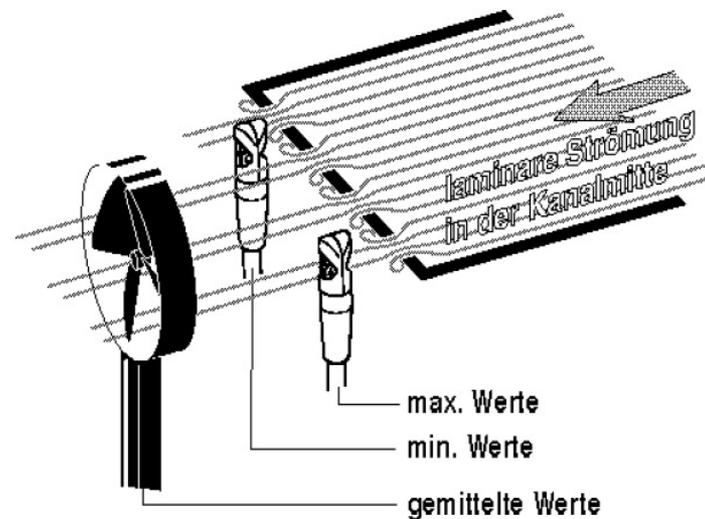
✓ Wandelt Drall in eine gleichgerichtete Strömung

Wo? B) Messungen an Lüftungsgitter

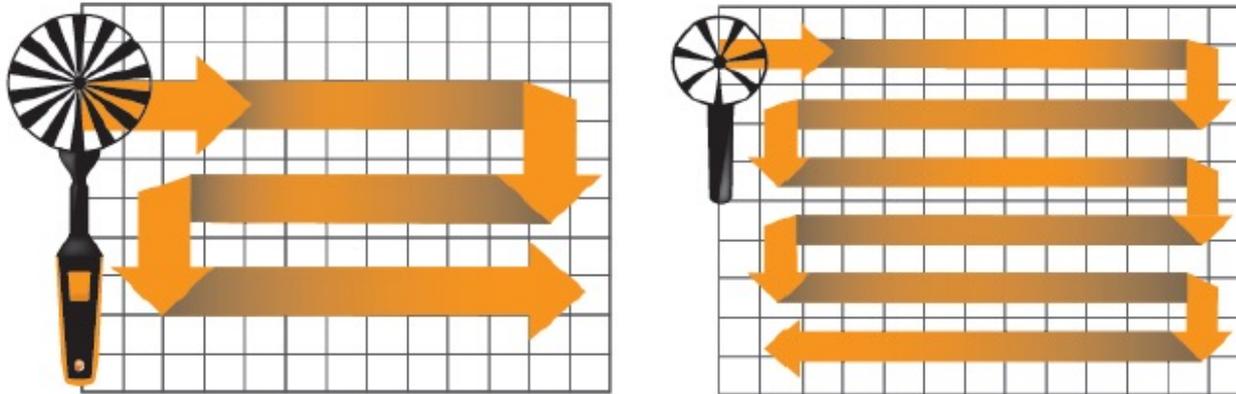
- Messungen an Lüftungsgitter mit grosser Flügelradsonde $\varnothing 100\text{mm}$
- Mittelwert der Geschwindigkeit ermitteln v_m
- Berechnung des Volumenstrom:

$$\dot{V} = f * A_{eff} * v_m$$

mit f : Korrekturfaktor und A_{eff} : effektive Luftdurchtrittsfläche

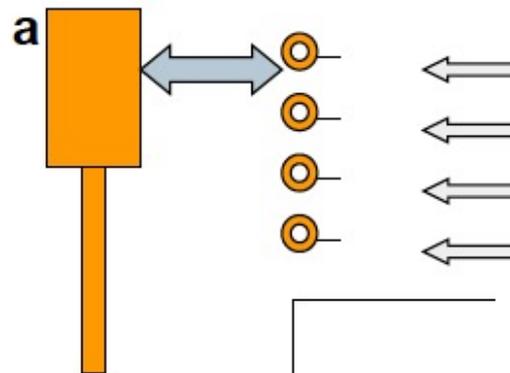


Wo? B) Messungen an Lüftungsgitter



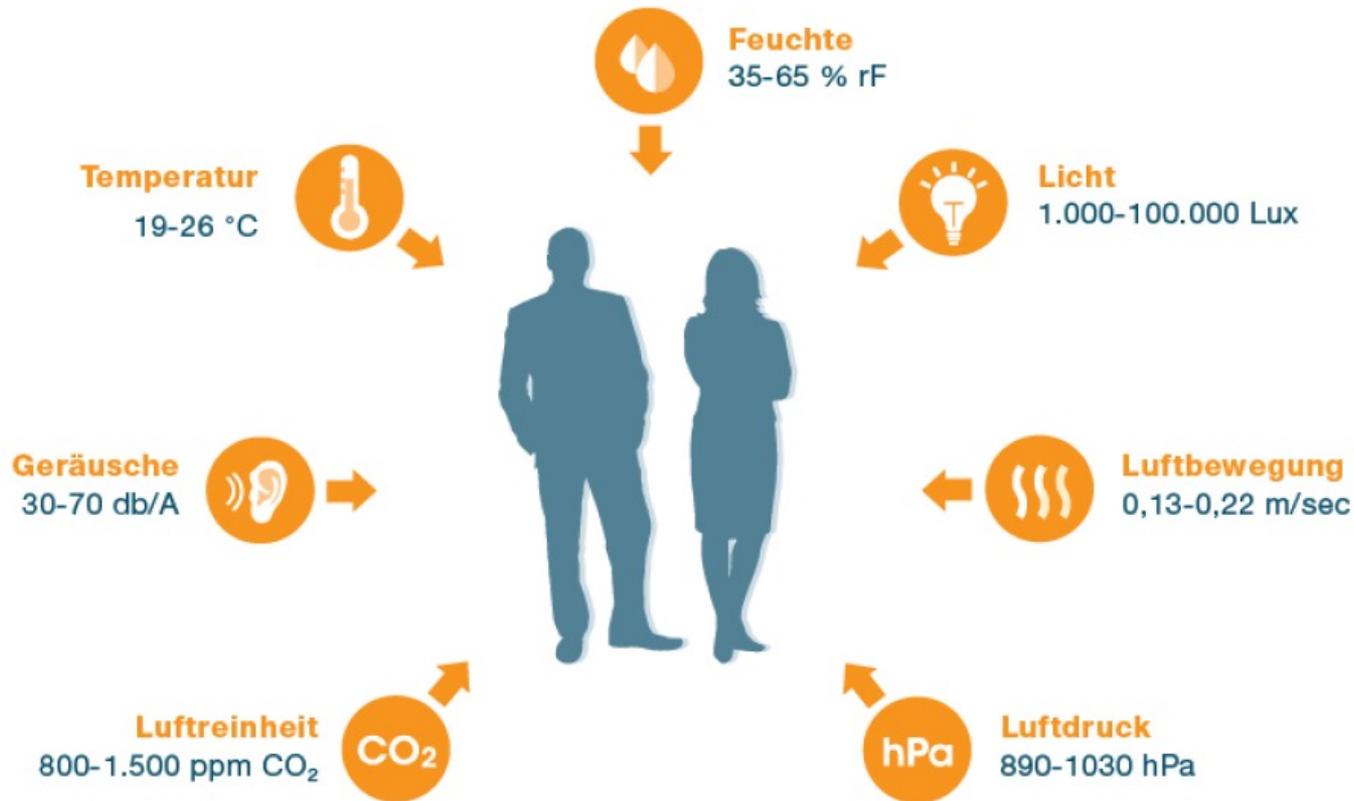
**Abstand vom
Austrittsgitter**

**Achtung:
Lamellen gerade
a: ca. 3 ... 5 cm**



Was? Messgrößen festlegen

behaglich oder unbehaglich?



Damit Menschen sich in Büros und Wohnräumen behaglich fühlen, müssen zahlreiche Umgebungsfaktoren aufeinander abgestimmt werden.

Was? Messgrößen festlegen

- Luftgeschwindigkeit v in m/s
- Luftvolumenstrom q oder \dot{V} in m³/h

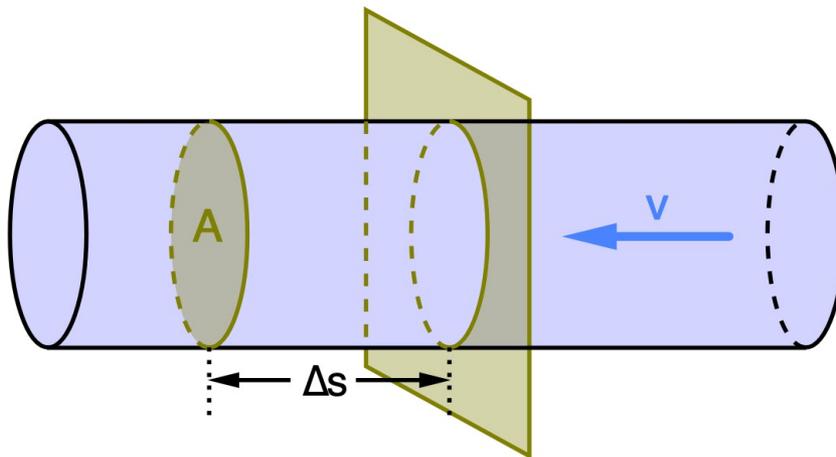


Tabelle 1: Strömungsgeschwindigkeit in Luftkanälen

| Streckenabschnitt | Luftgeschwindigkeit v in m/s | |
|--|--------------------------------|----------------|
| | Industrieanlagen | Komfortanlagen |
| Außenluftgitterdurchlässe | 4 bis 6 | 3 bis 4 |
| Hauptkanäle | 8 bis 12 | 4 bis 8 |
| Abweig- und Nebkanäle | 5 bis 8 | 3 bis 5 |
| Ein- und Austrittsgitterdurchlässe für Räume | 3 bis 4 | 2 bis 3 |

$$\text{Volumenstrom} = \text{Kanalquerschnitt} \cdot \text{Strömungsgeschwindigkeit}$$

$$\dot{V} = A \cdot v$$

$$v = \frac{\dot{V}}{A}$$

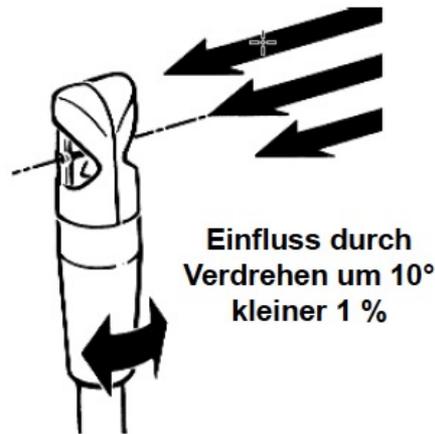
$$A = \frac{\dot{V}}{v}$$

\dot{V} Volumenstrom in m³/h
 A Kanalquerschnitt in m²
 v Strömungsgeschwindigkeit in m/h

Wie? Flügelrad- und Hitzdrahtanemometer

Flügelrad: $v = f(n_r)$

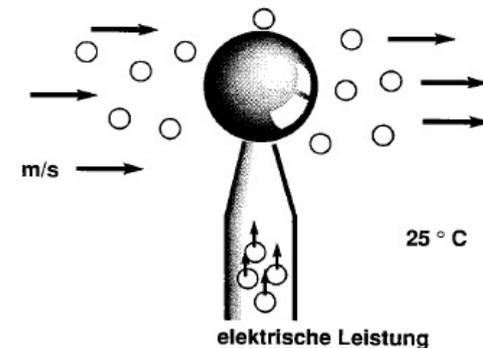
Hitzdraht: $v = f(\Delta\vartheta)$



- Winddruck, bzw. Volumenstrom versetzt Flügelrad in Rotation
- Die Drehbewegungen des Flügelrades werden von einem Sensor registriert.
- Strömungsgeschwindigkeit wird aus der Drehbewegungen des Flügelrades errechnet

Thermische Anemometer: Grundlagen

Messverfahren thermisch (z. B. Kugel)



Einflüsse:

Dichte

(Temperatur)

Luftdruck

(Feuchte)

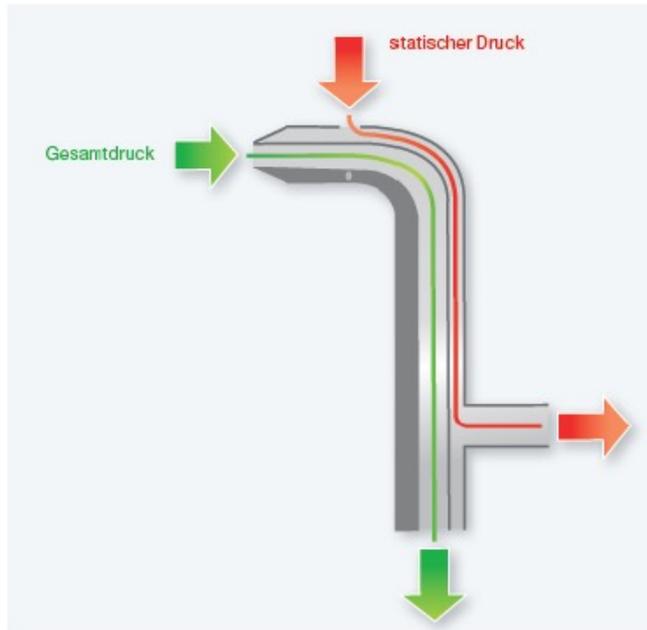
Wird im Messgerät kompensiert

vernachlässigbar

Wie? Staurohr: Prandtl- oder Pitot-Rohr

Druckdifferenzmessung:

Grundlagen Staurohr



Differenzdruckmessung mit dem Staurohr.
Vom gemessenen Gesamtdruck wird der
statische Druck abgezogen.

$$p_{dyn} = \Delta p = p_{ges} - p_{stat}$$

Dynamischer Druck = Gesamtdruck – statischer Druck

$$P_{total} = P_{dyn} + P_{stat}$$

$$v \left(\frac{m}{s} \right) = s * \sqrt{\frac{2 * \Delta p (Pa)}{\rho \left(\frac{kg}{m^3} \right)}}$$

s = Staurohrfaktor

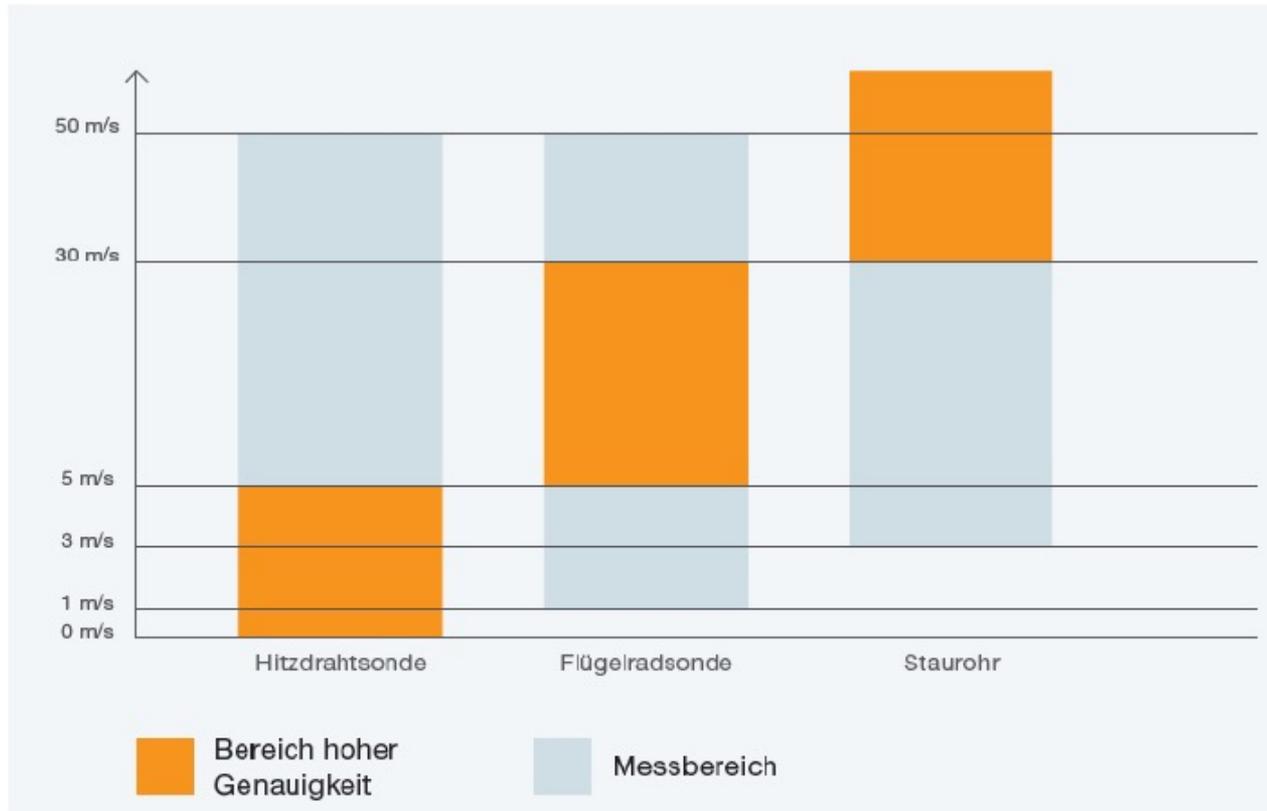
$$\rho = \frac{p}{R_s \cdot T} \quad \rho = 1,214 \text{ kg/m}^3$$

Verdrehsicherheit

ca. 5 % Fehler bei 1° Verdrehen

Wie? Auswahl der Messsonde

Die Hitzdrahtsonde hat die höchste Genauigkeit im Bereich von: $v = 0 - 5 \frac{m}{s}$



Die Stärken der verschiedenen Messverfahren liegen in verschiedenen Geschwindigkeitsbereichen



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!