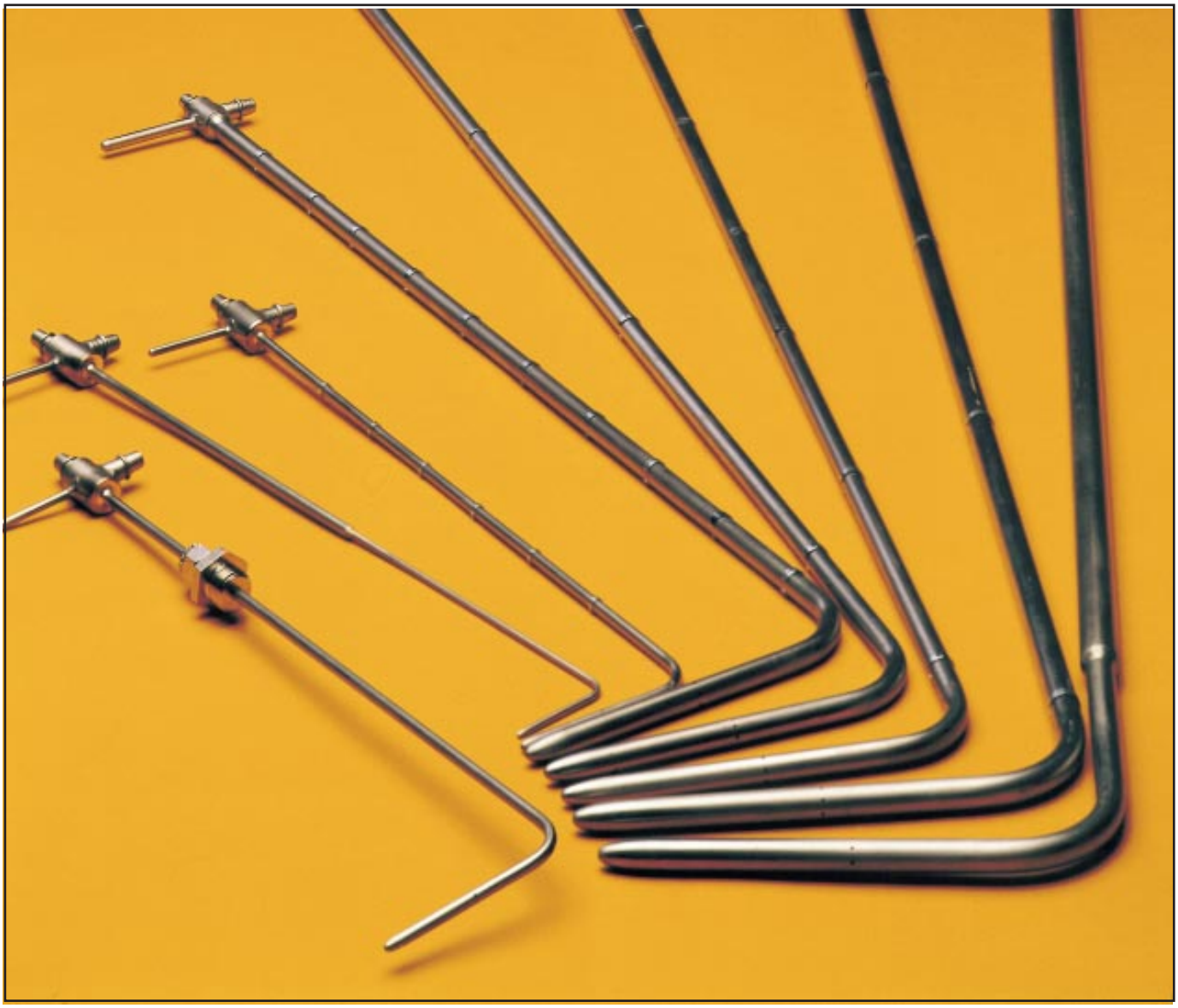
Staurohre aus Edelstahl mit elliptischer Kopfform

ATP-Messtechnik GmbH

J. B. von Weiss Strasse 1
D-77955 Ettenheim
Tel. 0 78 22 - 86 24-0
Fax. 0 78 22 - 86 24 - 40
Email: info@atp-messtechnik.de
Internet: www.atp-messtechnik.de



ist ein Elementarinstrument zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit von Luft oder Gasen in Luftleitungen und -kanälen. Es wurde abgeleitet von dem klassischen Prandtlschen Staurohr, einer Kombination von Pitotrohr zur Messung des Gesamtdrucks und einer Sonde zur Messung des statischen Drucks.

Staurohre werden vom Fachmann besonders geschätzt wegen:

- der elliptischen Kopfform
- Korrosionsbeständigkeit (Edelstahl)
- hoher Temperaturbeständigkeit (bis zu 800°C)
- großer Auswahl an Längen und Rohr-Durchmessern
- konstanter Genauigkeit (Faktor 0,997)
- möglicher Sonderausführungen

Der wichtigste Vorteil, den die modifizierte elliptische Kopfform der Staurohre bietet, ist die Verringerung des Messfehlers, der durch unterschiedlichen Anströmungswinkel während der Messung entsteht.

Theorie der Staurohrmessung

Funktion des Staurohres

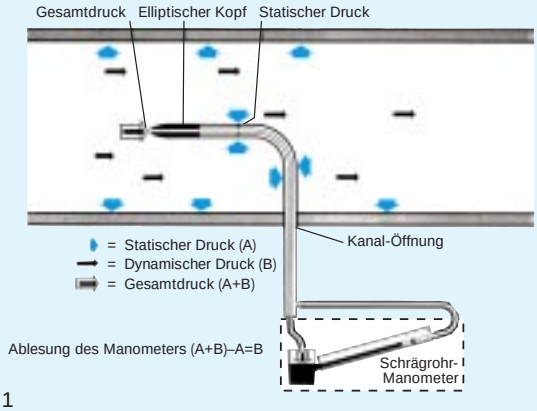


Abb. 1

Aufbau eines Staurohres

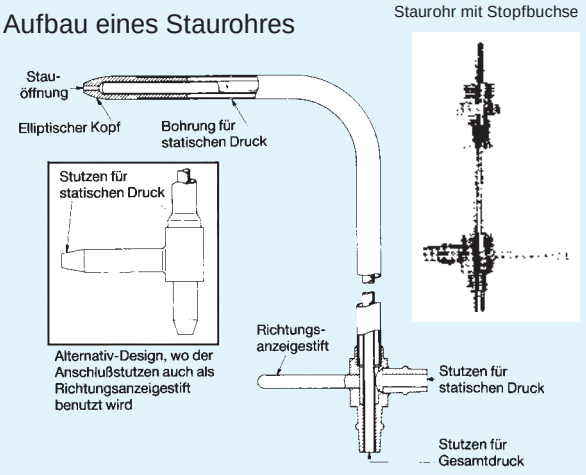


Abb. 2

Das Staurohr

ist ein allgemein anerkanntes Instrument zur Ermittlung der Strömungsgeschwindigkeit in Kanälen, die über keine permanent eingebaute Messeinrichtung verfügen. Bei Verwendung von hochpräzisen Mikromanometern ergibt die Staurohrmessung weitaus genauere Messwerte als jede nicht fundamentale Messmethode.

Der Vorteil eines Staurohres besteht in der Tatsache, daß eine relativ kleine Durchgangsbohrung in der Kanalwand an den wichtigsten Stellen der Kanalstrecke ausreicht, um jederzeit eine schnelle Messung und eindeutig vergleichbare Überprüfung der Werte zu ermöglichen.

Im Vergleich zu anderen Methoden der Geschwindigkeitsmessung hat die Methode „Staurohr / Mikromanometer“ einen weiteren Vorteil: Es besteht kein Durchfluß des Mediums durch das Messgerät. Dies schließt evtl. Druckverluste im Messsystem aus. In der Praxis bedeutet es, daß es theoretisch keine Begrenzung der Entfernung zwischen Staurohr und Mikromanometer gibt. Die Tatsache, daß kein Medium-Durchfluß vorhanden ist, verhindert auch die Ablagerung von Staub in den Druckleitungen. Dieses Messverfahren kann daher problemlos in verunreinigten Medien angewendet werden, wie zum Beispiel in staubhaltiger Luft, in Abgasen mit Verbrennungsrückständen, wo außerdem hohe Temperaturen oder Korrosion für andere Verfahren problematisch sein könnten.

Die Robustheit des Staurohres macht eine problemlose Reinigung mit Lösemitteln bzw. trockener Druckluft möglich.

Funktion

Das Staurohr nimmt an seiner Spitze den in der Strömungsrichtung wirkenden Gesamtdruck auf, der sich aus dem dynamischen und statischen Anteil zusammensetzt. Wäre der statische Druck im System dem atmosphärischen gleich, könnte man einfach ein Rohr gegen die sich bewegende Luft halten, um den dynamischen Druck (Staueffekt) durch Anzeige auf einem Manometer zu erhalten. Die Ablesung würde eine genaue Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit erlauben.

Leider bleibt diese Bedingung nur eine Theorie – der praktisch immer abweichende statische Druck beeinflußt den resultierenden dynamischen Druck. Es muß daher der statische Druck an der Messstelle ermittelt und von dem Wert des Gesamtdruckes abgezogen werden, indem er auf die andere Seite des Manometers gelegt wird.

Die Funktion eines Staurohres wird auf der graphischen Darstellung verdeutlicht (Abb. 1). Das Manometer zeigt dann nur den Unterschied beider Druckwerte an und zwar unabhängig davon, ob im System Unterdruck oder Überdruck gegenüber dem atmosphärischen Druck herrscht.

Auswirkung des abweichenden Anströmungswinkels auf den Messfehler des Differenzdruckes

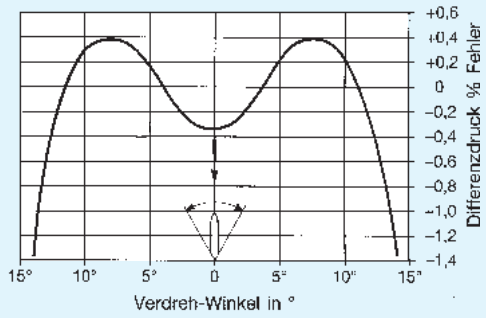


Abb. 3

Charakteristik von AIRFLOW-Staurohren verschiedener Durchmesser in sehr niedrigen Strömungsgeschwindigkeiten

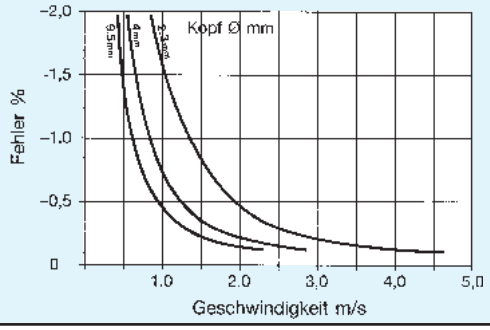


Abb. 4

Beschreibung

Das Staurohr besteht im Grunde aus zwei konzentrisch angeordneten Metallrohren, deren Ende um 90° gebogen ist, damit es nach Einführung durch eine Kanalwand gegen die Strömungsrichtung gehalten werden kann. Das innere Rohr führt von der Stauöffnung an der Spitze zu einem Anschlußstutzen am anderen Ende des Staurohres. Das äußere Rohr führt von den kreisförmig angeordneten seitlichen Löchern zu dem zweiten, rechtwinkligen Anschlußstutzen.

Charakteristik

Die Form des Kopfes, die Größe, Anzahl und Anordnung der Bohrungen für die Aufnahme der Druckwerte sind Kriterien für die Charakteristik eines Staurohres. Die elliptische Kopfform der AIRFLOW-Staurohre hat sich in der Praxis bestens bewährt. Sie zeichnen sich durch die Kombination von 2 Vorteilen aus: hohe Präzision im verwertbaren Bereich (der Beiwert ist 0,997) und relative Unempfindlichkeit gegenüber abweichender Anströmungsrichtung (Abb. 3 und 4).

Sonderausführungen

Staurohre können auch in verschiedenen Sonderausführungen geliefert werden. Die gängigste Sonderausführung ist das Teleskopstaurohr (separater Prospekt). Gefragt werden aber auch: atypische Längen (z. B. 6000 mm oder mehr) die aus Stabilitätsgründen nur vertikal eingesetzt werden können, ungebogene Staurohre zur Einführung in einen Leitungsbogen, Staurohre mit integrierten Thermoelementen zur gleichzeitigen Messung der Temperatur (s. Bild 7), oder Ausführungen für stark staubhaltige Luft, wo die Öffnungen für die Druckaufnahme entsprechend gestaltet sind sowie andere Sonderkonstruktionen nach Kundenwunsch.

Die S-Ausführung (s. Bild 6) ermöglicht Messungen auch in bemauerten oder stark isolierten Kanälen, wo es nicht möglich ist, ein gebogenes Staurohr einzusetzen. Eine Kalibierkurve wird mitgeliefert, da das Staurohr dieser Konstruktion einen Verstärkungsfaktor hat. Abgebildet (s. Bild 5) ist die Ausführung mit integriertem Thermoelement zur gleichzeitigen Temperaturmessung.

Abb. 5 - Staurohr mit integriertem Thermoelement

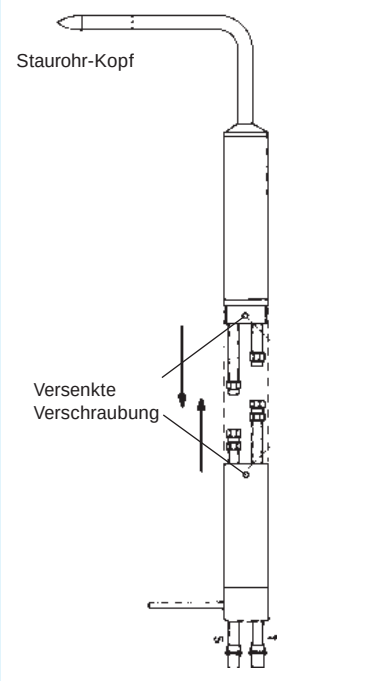
Abb. 6 - Messkopf der S-Sonde

Abb. 7 - Druckanschlußteil der Sonde mit Thermoelement und Richtungsanzeiger

Langzeit-Messung

AIRFLOW-Staurohre bis 1830 mm Länge werden für permanenten Einbau auch mit angebrachten Stopfbuchsen geliefert.

Muffen zum direkten Anschrauben oder Anschweißen an die Kanalwand werden zur Aufnahme der entsprechenden Größe der Stopfbuchse in Messing oder in Edelstahl angeboten.



Zerlegbares (zweiteiliges) Staurohr

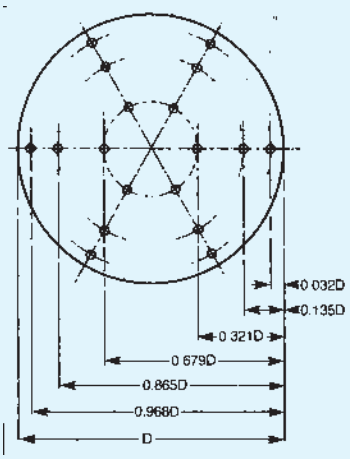
Abb. 8

Zerlegbar

Staurohre von mehr als 3 m Länge sind in der Mitte des Trägerrohres geteilt, um sie besser transportieren zu können. Die beiden Druckleitungen sind innen verschraubt und die Verbindung des Trägerrohrs ist so konstruiert, daß es glatt durch Kanalbohrungen durchgeführt werden kann (Abb. 8). Falls Probleme des Transports unbedeutend sind, können auch längere Staurohre einteilig geliefert werden.

Staurohre aus Edelstahl

Die Skizze zeigt die minimal empfohlene Anzahl und Verteilung der Messpunkte bei einem Verhältnis des Kanal-Ø zum Staurohr-Ø von 32.
Sollte es schwierig sein, in mehr als 2 Linien über den Querschnitt zu traversieren, wird eine rechtwinklige Anordnung und eine Erhöhung der Messpunkte auf 10 empfohlen. Die Abstände wären dann: 0.019D 0.077D 0.153D 0.217D 0.361D 0.639D 0.783D 0.847D 0.923D 0.981D



„Log Linear" für Staurohr-Netzmessungen in 3 Linien im runden Kanal.

Abb. 9

Messung vor Ort

Die Staurohr-Messung stellt eine der zuverlässigsten Messmethoden zur Bestimmung der Strömungsgeschwindigkeit in Luftkanälen dar. Das fundamentale Messprinzip des Staurohres wird durch AIRFLOW-Mikromanometer-Prüfsätze unterstrichen und voll genutzt. Ein AIRFLOW-Staurohr gehört zu deren wesentlichen Ausstattungsteilen. Bei oft anfallenden Messungen werden gerne elektronische Mikromanometer von AIRFLOW eingesetzt. Dort findet das Staurohr in einem separaten Zubehörkoffer Platz.

Beide Messgeräte-Systeme bieten auch direkte Ablesung der Strömungsgeschwindigkeit in m/s.

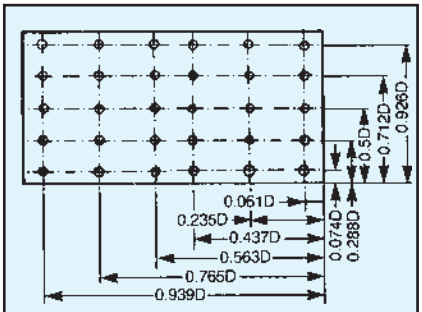
Die Kalkulation

der Strömungsgeschwindigkeit aus dem dynamischen Druck erfolgt nach der Formel:

$$v = 1{,}291 \sqrt{\frac{1000}{B} \times \frac{T}{289} \times \frac{100.000}{100.000+P_{st}} \times P_d}$$

wobei:

v = Strömungsgeschwindigkeit m/s



„Log Tchebycheff" für Staurohr-Netzmessungen im rechteckigen Kanal. Positionierungsempfehlungen für Messpunkte und Traversierlinien im Verhältnis zu den Maßen des Kanals.

Anzahl der Meßpunkte und Linien	Abstandsverhältnis
5	0.074, 0.288, 0.5, 0.712, 0.926,
6	0.061, 0.235, 0.437, 0.563, 0.765, 0.939,
7	0.053, 0.203, 0.366, 0.5, 0.634, 0.797, 0.949,

Abb. 10

B = barometrischer Druck in mbar
T = absolute Temperatur der strömenden Luft in K
P_{st} = statischer Druck in Pa
P_d = dynamischer Druck (Druckdifferenz) in Pa

Zur Kalkulation kann der Durchschnitt der gemessenen Druckwerte herangezogen werden, sofern die Abweichungen der Einzelwerte nicht größer als ± 25% vom Durchschnitt sind. Genauer ist die Kalkulation, wenn der Durchschnitt aus den Strömungsgeschwindigkeiten der einzelnen Messpunkte gemittelt wird.

Auswahl der Standardgrößen

Gesamt-Länge (mm)	Rohr-Ø (mm)	Kopf-Ø (mm)	Kopf-Länge (mm)	Mit Stopfbuchse erhältlich	Stopfb.-Gewinde (Zoll BSP)
305	4	2,3	37,2	ja	1/4
305	4	4	64	ja	1/4
483	8	8	130	ja	3/8
795	8	8	130	ja	3/8
1000	8	8	130	ja	3/8
1220	9,5	9,5	156	ja	1/2
1523	9,5	9,5	156	ja	1/2
1830	12,77	9,5	156	ja	1/2
2130	19,05	9,5	156	nein	—
2440	19,05	9,5	156	nein	—
2740	19,05	9,5	156	nein	—
zweiteilig:					
3040	31,7	9,5	156	nein	—
3350	31,7	9,5	156	nein	—
3660	31,7	9,5	156	nein	—
3960	31,7	9,5	156	nein	—
4270	31,7	9,5	156	nein	—

Wir liefern auch:

Elementare und elektronische Mikromanometer, Kontaktmanometer, Wilson-Staugitter, Manometer, Anemometer, Feuchtemessgeräte, Thermo-Hygrographen, Digital-Thermometer, Schallpegelmessgeräte, Datensammelgeräte mit PC-Software sowie kleine Radialventilatoren bis etwa 6500 m^3/h.