höntzsch
flow measuring technology

Flügelrad-Strömungssensoren FA

Sonden · Sondenverlängerungen · Sondenführungsteile · Messrohre

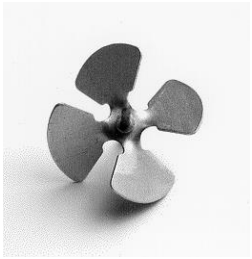
Strömung · Durchfluss
auch kombiniert mit
Temperatur · Druck

Daten
Lieferformen
Hinweise für den
Anwender

Das Messprinzip
beruht darauf, dass ein Flügelrad eine Drehzahl proportional zur Strömungsgeschwindigkeit v eines Fluids annimmt, in das es eingetaucht wird. Die Drehzahl ist nahezu unabhängig von Dichte, Druck und Temperatur des Messmediums.

Die Erfassung der Flügelraddrehzahl geschieht durch einen induktiven Näherungsinitiator. Der Einbau eines weiteren induktiven Näherungsschalters erlaubt die Erfassung des Flügelraddrehsinns und damit die Erkennung der ±Anströmrichtung.

Diese Art der Drehzahlerfassung erfolgt ohne jede Bremswirkung auf das Flügelrad. Verschmutzungen sind ohne Einfluss auf die Impulserkennung. Durch das geringe Gewicht des Flügelrades, je nach Typ ca. 0,3 ... 0,7 g, gleicht es seine Drehzahl im Millisekundenbereich an Geschwindigkeitserhöhungen an. Sämtliche Flügelrad-Strömungssensoren werden frequenzgleich kalibriert, so dass typgleiche Messwertaufnehmer ohne Einschränkung gegeneinander austauschbar sind.

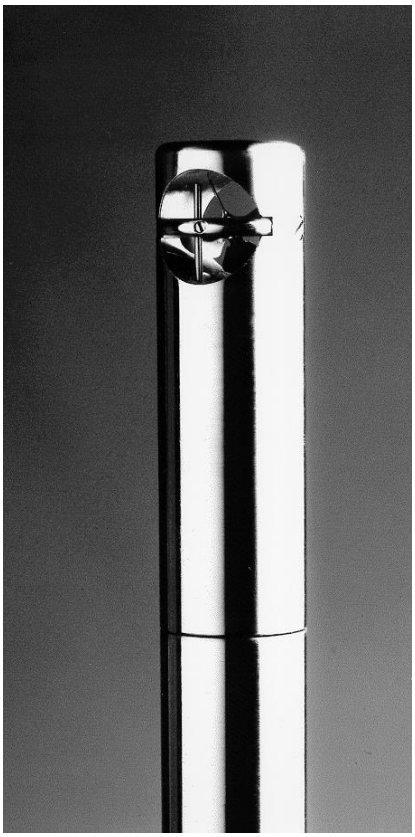


Die Leitungslänge zwischen Sensor und elektronischer Auswerteeinheit kann mehrere hundert Meter betragen.

Sensorarten mit Flügelrad
- v-Sensoren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit v
- vt-Sensoren zur Messung der Strömungsgeschwindigkeit v und der Temperatur t
- v-Sensoren ±strömungsrichtungserkennend: FAR
- v-Sensoren FA und FAR auch in Ex Ausführung Ex ia IIC T6
- vt-Sensoren FT für HFA-Ex auch in Ex Ausführung Ex ia IIC T4

Bauformen
- Zylindersonden ab Ø 14/15 mm
- Zylindersonden ab Ø 16 mm auch ± Strömungsrichtungserkennend
- Zylindersonden ab Ø 25 mm auch als vt-Sensoren
- Sonden fester Länge und verlängerbare Sonden

Sonde ZS 18 GE

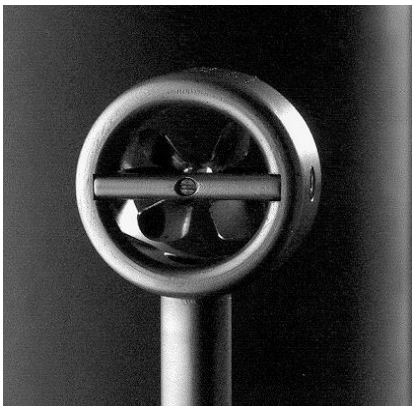


Sonde FT 25

Messrohre FA·Di...
zum direkten, lageunabhängigen, stationären Einbau in Rohrleitungen mit Innen-Ø Di ab 9,7 mm ... Ø 150 mm. Messrohre FA Di sind für kleinstmögliche Versperrung ausgelegt. Rohrverbindung durch Flansche, Schneidringverschraubung, Rohr-Rohrverschraubung, Schlauchanschlussnippel etc.

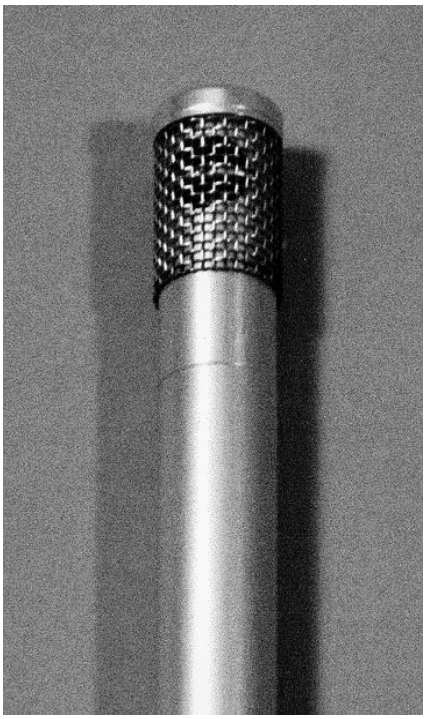
Kundenspezifische Bauformen, Sonderbauformen

T-Sonden und T-Sonden mit Konus zur Erreichung erhöhter Schräganströmungs-Unempfindlichkeit

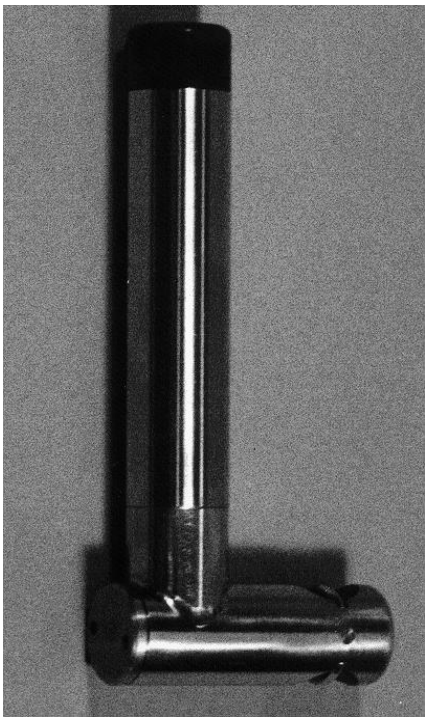


T-Sonde sehr geringer Baugröße, 16 mm lang, Schaft Ø 8 mm, ±Strömungsrichtungs erkennend

und andere, beispielsweise Zylindersonden mit angeschweißtem Festflansch sowie Losflansch Zylindersonden ZS25 oder ZS30 mit integrierten Messumformern



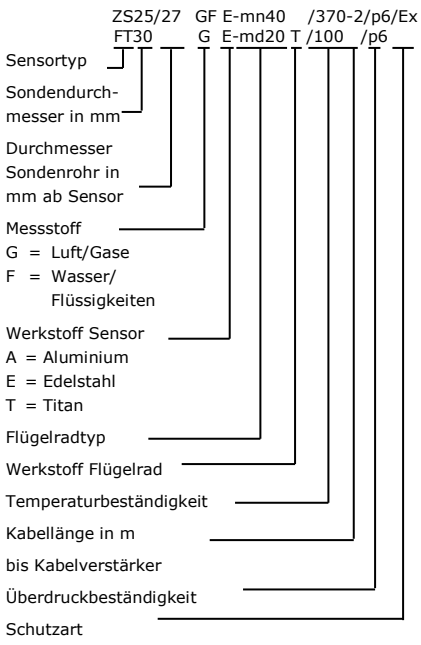
Zylindersonde mit Schutzgitter für Wassergeschwindigkeitsmessungen bis max. 1,5 m/s



Zylindersonde mit 90°·Krümmer

Zylindersonde fester Länge mit Anschlusskasten und integriertem Messumformer UFA mit Ausgang 4-20 mA

Typologie der zylinderischen Sonden



Sensorarten

ZS Zylindersonde, v-Sensor FA
ZSR Zylindersonde ±strömungsrichtungserkennend, v-Sensor FAR
FT Zylindersonde mit integriertem Temperaturfühler PT100, Flowthermsensor, vt-Sensor Anschlussleitungen t-Sensor PT 100, DIN IEC 751, Tol. Klasse B, in 4-Leiterschaltung

Sondendurchmesser

Ø14/15, Ø16, Ø18, Ø25 oder Ø30 mm

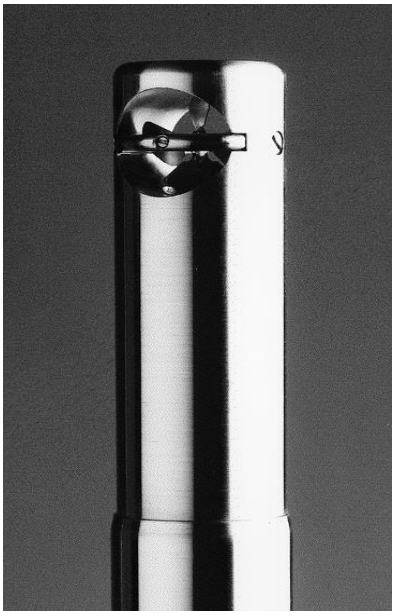
Durchmesser Sondenrohr

ab Sensor in mm. Eine konische Aufweitung am Handgriff oder am direkt an den Sensor angeschraubten Sondenrohr findet ihre Beschreibung in der Sensorbezeichnung (z. B. ZS25/27 ...), Handgriffbezeichnung HG (z. B. ZS25G... + HG25/27...) oder Sondenrohrbezeichnung SR (z. B. ZS16G... + SR16/18E...). Die konische Aufweitung schützt den Sensor beim Durchführen durch die Bohrung eines Sondenführungsteils; außerdem kann erhöhten Anforderungen an Dichtheit und Druckbeständigkeit entsprochen werden. Fehlt eine Angabe zur konische Aufweitung haben Sondenverlängerung und Sensor den selben Durchmesser.

Messstoff

G Luft/Gase
GF Wasser/Flüssigkeiten und Luft/Gase

Flügelrad-Strömungssensoren FA sind primär für Messungen in einphasigen Strömungen bestimmt. Messstoffverunreinigungen in geringem Umfang, insbesondere der übliche Staubgehalt in Luft, bewirken keine Beeinträchtigung der Dauerstandfestigkeit. Bei Messungen in feststoffbefrachteten Gasen ist aber je nach Art und Gehalt des Feststoffes mit einer Verringerung der Dauerstandfestigkeit der Flügelradachsspitzen zu rechnen. Auch Feuchtigkeit in Messgasen führt zu keinerlei Nachteilen, solange keine Kondensation am Messkopf eintritt. Bei geringem Kondensatbefall kann mit einem Selbstreinigungseffekt gerechnet werden, sofern die Geschwindigkeiten größer sind als 10 % des Messbereichsendwertes. Tropfen dürfen das Flügelrad nicht treffen.
Höntzsch Flügelrad-Strömungssensoren werden grundsätzlich in Luft kalibriert. Mit in Luft kalibrierten Sensoren GF kann aber auch in Flüssigkeiten gemessen werden. Grundlagenuntersuchungen haben gezeigt, dass sich bei Messungen in Wasser die als Gerade hinterlegte Sensor-Kennlinie lediglich parallel verschiebt. GF-umschaltbare Auswerteeinheiten berücksichtigen die jeweils zugehörige Kennlinie.


Sonde ZS25/27

Bei Messung in Flüssigkeiten mit einer Viskosität größer als 10 cSt oder kleiner als 1 cSt ist mit Messunsicherheiten zu rechnen, die nicht mehr durch die standardmäßige Angabe zur Messunsicherheit abgedeckt sind. Dennoch gibt es erfolgreiche Anwendungen beispielsweise bei Messungen mit Kraftstoffen. In allen Fällen dürfen die Messstoffe keine Fasern enthalten.

Werkstoff Sensor

A Aluminium
E Edelstahl, rost- und säurebeständig
T Titan

Der für einen Sensor namen-gebende Werkstoff ist jeweils der hauptsächlich verwendete Werkstoff.

Werkstoff Flügelrad

In der Regel ist das Flügelrad aus dem gleichen Werkstoff wie der für einen Sensor namengebende Werkstoff. Nur bei davon abweichender Werkstoffverwendung wird der Flügelradwerkstoff in der Sensorbezeichnung eigens genannt. Die Flügelräder sind spitzengelagert. Die Werkstoffe von Flügelradachse und Lagersteinen gewährleisten höchste Qualität hinsichtlich Dauerstandfestigkeit, Temperatur- und Aggressionsbeständigkeit.
Achse: gesintertes Hartmetall
Steine: synthetischer Saphir

Flügelradtyp / Messbereich

Die Flügelräder unterscheiden sich nach Größe:
mikro = mc, mini = mn,
midi = md und vorgesehenem Messbereich bis 20, 40, 80 oder 120 m/s bei Messungen in Luft/Gasen (G) bzw. bis 7,5 oder 10 m/s bei Messungen in Wasser/Flüssigkeiten (F).

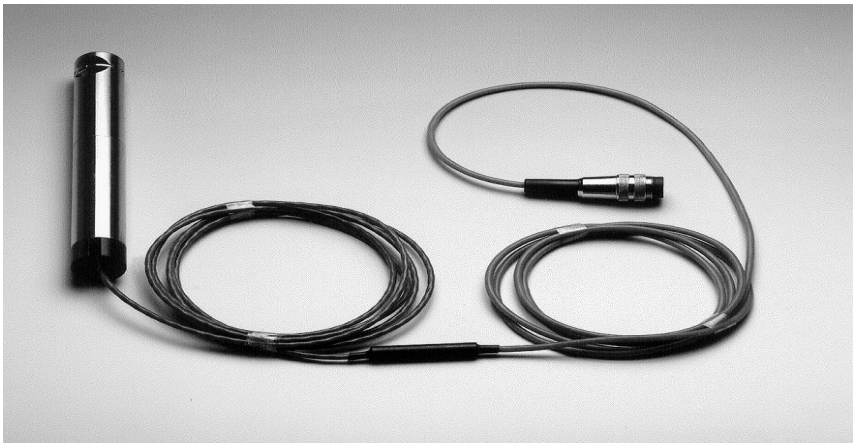
Messbereichsanfangswert, Dichteeinfluss

Der in unseren Unterlagen für Messungen in Luft/Gasen spezifizierte Messbereichsanfangswert ergibt sich bei einer Messstoffdichte $\rho \cong 1{,}2$ kg/m³. Der Messbereichsanfangswert v_0 erhöht/erniedrigt sich auch bei erheblich anderer Messstoffdichte als 1,2 kg/m³ nur geringfügig und folgt in guter Näherung der Beziehung

$$v_{0,\,real} \cong v_{0,\,spezif} \sqrt{\frac{1{,}2\ kg/m^3}{\rho_{real}}}$$

Die Kennlinie verschiebt sich um die Differenz $v_{0,\,spezif} - v_{0,\,real} = \Delta v$.
Ausgegebene Messwerte sind bei Messung in Messgasen einer Messstoffdichte $\rho_{real} > 1{,}2$ kg/m³ um den Betrag Δv zu groß, bei Messung in Messgasen einer Messstoffdichte $\rho_{real} < 1{,}2$ kg/m³ um den Betrag Δv zu klein. Δv ist zum jeweiligen Ausgabewert zu addieren bzw. zu subtrahieren.
Mit Sensoren FA lässt sich eine hohe Dauerstandfestigkeit erzielen, indem man den Sensor mit höherem Messbereichsendwert auswählt, ihn aber nur im Bereich bis zu 25 % des Endwertes einsetzt. Für solche Fälle empfehlen wir, den Aufnehmer bis 25 % v. E. optimal kalibrieren zu lassen oder die Kennlinien-Linearisierung.

Fallbeispiel:
Sensor mit Flügelrad mn80A, Luft bei +20 °C, Strömungsgeschwindigkeiten 5 ... 15 m/s. Unter diesen Bedingungen kann eine Dauerstandsfestigkeit von 5 Jahren erwartet werden. Der sich dabei ergebende erhöhte Messbereichsanfangswert muss akzeptabel sein. Den Messbetrieb nur bis 25 % des Endwertes sollte man bei Dauerbetrieb auch dann bevorzugen, wenn die Messstoff-temperatur fortgesetzt 300 °C übersteigt. Sonden mit midi-Flügelrad sollten für Dauerbetrieb nur dann eingesetzt werden, wenn die Geschwindigkeiten im Bereich bis 20 % des Messbereichs liegen.



Sensor ZS25GE mit Temperaturbeständigkeit bis max. +260 °C mit Kabelverstärker

Temperaturbeständigkeit

100	-20 °C ... +100 °C D auch
	-30 °C ... +100 °C D
140	-20 °C ... +125 °C D
	-25 °C ... +140 °C K
240	-20 °C ... +240 °C D
	-25 °C ... +240 °C K
260	-40 °C ... +260 °C D
	-40 °C ... +300 °C K auch
260	0 °C ... +260 °C D
	0 °C ... +300 °C K
350	-40 °C ... +350 °C D
	-40 °C ... +400 °C K
370	-40 °C ... +370 °C D
	-40 °C ... +400 °C K
450	-40 °C ... +450 °C D
500	-40 °C ... +500 °C D
	-40 °C ... +550 °C K

D = Dauer-, K = Kurzzeitbetrieb

Die jeweilige Sensor-Temperaturbeständigkeit ist insbesondere durch die Verbindungstechnik, die Werkstoffe, den Näherungsinitiator, das Kabel sowie die Dichtungen bestimmt.

Temperaturtestanlagen für Höntzsch Näherungsinitiatoren

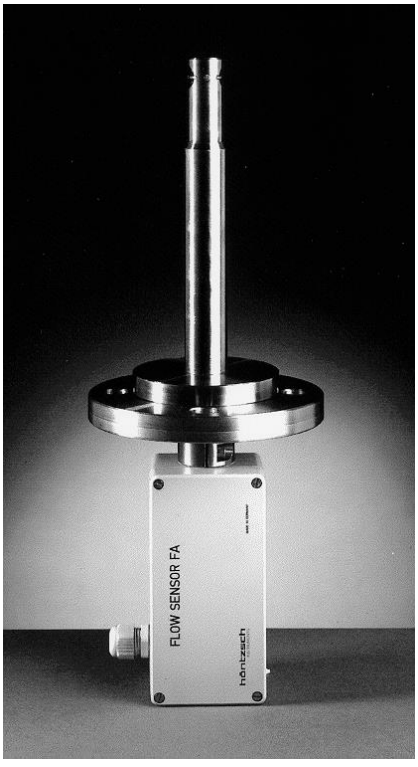
Messungen bei Temperaturen, für die nur kurzzeitiger Betrieb spezifiziert ist, sollten nur wenige Minuten lang dauern. Bei Einhaltung dieser Empfehlung ist eine Beschädigung des Sensors nicht zu befürchten.

Bei vt-Sensoren entspricht die Temperaturbeständigkeitsangabe dem Temperaturmessbereich.

Kabelverstärker

Dauertemperaturbeständigkeit bei Temperaturen höher als +125 °C bzw. niedriger als -30 °C wird u. a. dadurch erzielt, dass die aktiven elektronischen Bauteile des Näherungsinitiators = Kabelverstärker auf Distanz zu Bereichen mit hohen/tiefen Temperaturen gebracht werden. Der Kabelverstärker kann sich in einer Hülse am Sensor-Anschlusskabel oder im Anschlussgehäuse befinden.

Zulässige Temperaturen am Kabelverstärker: -30 ... +125 °C. Zur Einhaltung dieser Bedingung sind im Einzelfall Umgebungstemperatur, der Wärmefluss über das Sensor-Anschlusskabel oder Sondenrohr bis zum Anschlussgehäuse sowie etwaige Wärmestrahlung zu beachten. Eine Kabellänge von 0,5 m genügt zwischen der Stelle, an der ein Sensor-Anschlusskabel aus einer Zone von beispielsweise 350 °C austritt bis zur Hülse mit Kabelverstärker, wenn sich der Kabelverstärker in einer Umgebung mit Temperaturen von nicht mehr als +40 °C befindet.



Sensor ZS25/30 mit Festflansch-/ Losflansch-Kombination

In den Kabelverstärker darf keine Flüssigkeit oder aggressives Messgas eindringen!

Kabellänge bis Kabelverstärker
Standardmäßig ist diese Kabellänge 2 m. In der Sensorbezeichnung bedeutet beispielsweise 260-2, dass der Sensor bis 260 °C beständig ist und dass die Kabellänge zwischen Sensor und Hülse mit Kabelverstärker 2 m beträgt.

Kabelart bis Kabelverstärker
Dieses Anschlusskabel ist für 260 °C-Sensoren TEFLON® ummantelt. Das Anschlusskabel der Sensoren für 350 °C ... 450 °C ist bis 450 °C temperaturbeständig. Dieses Kabel widersteht Witterungseinflüssen; es ist beständig gegen fast alle chemischen Wirkstoffe sowie gegen Korrosion. Das Anschlusskabel der Sensoren für 500 °C ist bis 600 °C temperaturbeständig. Dieses Kabel hat keinen Schutz gegen Feuchtigkeit.

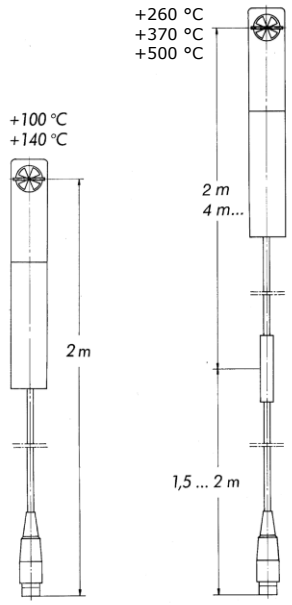
Warnung: Alle Kabel für ≥ 350 °C wenig häufig bewegen, nicht knicken, große Biegeradien einhalten.

Kabel nach Kabelverstärker
Dieses Kabel ist standardmäßig 1,5 ... 2 m lang, SILIKON-ummantelt und temperaturbeständig bis +125 °C. Auch Sensoren für +100 °C und +140 °C haben standardmäßig ein 2 m langes SILIKON-ummanteltes Anschlusskabel für max. +125 °C.

Bei Bestellung bitten wir die zugehörige Auswerteeinheit zu benennen, so dass der Anschlussstecker / die Anschlusskennzeichnung passend vorgesehen werden kann. Wasserdichte Steckverbindungen auf Wunsch.

Druckbeständigkeit

p0 Sensor ist nicht druckbeständig, nicht dicht
p... Sensor ist konstruktiv ausgelegt für Überdruck bis ... bar (1bar = 100 kPa). Bei Bedarf ist eine Dichtheitsprüfung vorzunehmen.



Dichtungswerkstoffe

sind je nach Sensor VITON®, PTFE / TEFLON®, Reingraphit. KALREZ® oder SILIKON auf Anfrage.
Temperaturbeständigkeit der Dichtungswerkstoffe:

VITON®	-20 °C ... +240 °C D
	-25 °C ... +240 °C K
KALREZ®	0 °C ... +300 °C D
PTFE / TEFLON®	-40 °C ... +260 °C D
	-40 °C ... +300 °C K
Reingraphit	-200 °C ...+600 °C D

D = Dauer-, K = Kurzzeitbetrieb
® Warenzeichen von DuPont

Schutzart

Explosionsschutz
v-Sensoren FA und FAR sind auch in Ex-Ausführung Ex ia IIC T6, vt-Sensoren FT für HFA-Ex auch in Ex-Ausführung Ex ia IIC T4 lieferbar.

Schutz gegen Messstoffe
In den Sensor darf von der Kabelanschlussseite her weder Flüssigkeit noch aggressives Messgas eindringen. In dieser Hinsicht geschützte Sensoren, beispielsweise für die Anwendung unter Wasser, bitte anfragen.

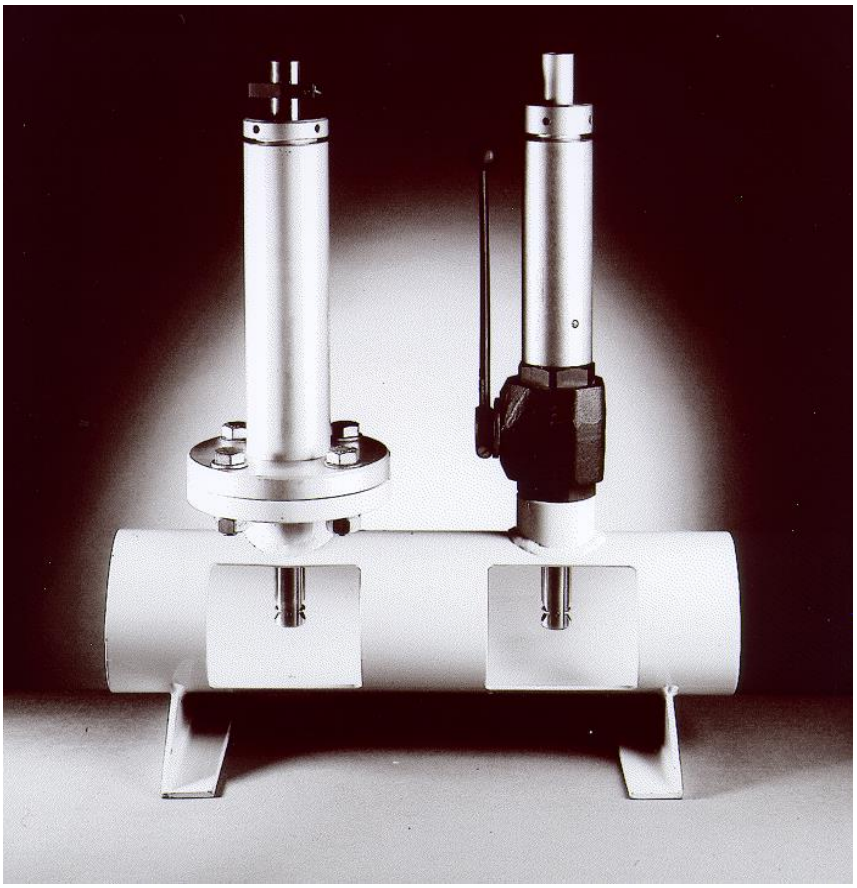
Sondenverlängerungen
dienen zum tieferen Eintauchen von Sensoren in Messstoffe, wenn die Standardsondenlänge für die gewünschte Eintauchtiefe nicht ausreicht. Verlängerbare Zylindersonden haben zu diesem Zweck ein Anschlussgewinde, an das Verlängerungsrohre angeschraubt werden können, die sich zur Durchführung von Sensor-Anschlusskabel, ggf. Hülse mit Kabelverstärker und Anschlussstecker eignen. Sie schützen ausserdem gegen Messstoffe - Wasser oder aggressive Messgase - die von der Kabelanschlussseite eindringen könnten. Sondenrohre eignen sich zur Verwendung mit Sondenführungsteilen, auch in aggressiven Messstoffen oder bei hohen Temperaturen und bieten eine mechanisch stabile Sondenhalterung.

Sondenrohre aus Titan können nur bei geschlossener Lieferung mit durchgängig gleichem Durchmesser gefertigt werden. Der Durchmesser dieser Rohre kann geringfügig von der jeweiligen Nennweite abweichen. Sondenführungsteile müssen passend zu diesen Sondenrohren gefertigt werden.

Die mechanische Belastbarkeit der Rohre an den Anschlussgewinden (Belastungen durch das Gewicht von Sensor und Verlängerungsrohr sowie durch die Kräfte des strömenden Mediums) setzt der Anzahl vonVerlängerungsrohren, die zusammengeschraubt eingesetzt werden können, eine Grenze. Ausserdem darf sich am Sensor keine Vibration ergeben. Als einen Anhaltspunkt für die meisten Fälle empfehlen wir, nicht mehr als 4 Verlängerungsrohre mit Länge 350 mm oder 400 mm bzw. nicht mehr als 2 Verlängerungsrohre mit Länge 1000 mm ohne zusätzliche Abstützung zusammenzuschrauben.

Sondenführungsteile SF
dienen zum Ein- und Ausfahren von Sonden in Rohrleitungen und Kanäle. Die Arretierung des Sondenrohrs ist angepasst an die Temperatur- und Druck-Einsatzbedingungen auszuwählen.

Dichtungswerkstoffe
an den Verschraubgewinden von Verlängerungsrohren. Die Rohrwandungen der Verlängerungsrohre sind jeweils so dünn wie möglich gewählt worden. Dies hat zur Folge, dass die Dichtfunktion der standardmäßig verwendeten VITON® O-Ringe bei höheren Temperaturen nur eingeschränkt gewährleistet ist. Verlängerungsrohre mit Reingraphit Dichtungsteilen genügen hohen Anforderungen an Dichtheit und Aggressionsbeständigkeit. Außerdem sind sie im Bereich von -200 °C ... +600 °C temperaturbeständig.
PTFE / TEFLON® und KALREZ® O-Ringe auf Anfrage: PTFE-O-Ringe sind nur zu empfehlen, wenn die Aggressionsbeständigkeit von VITON nicht ausreichend sein sollte und die Temperaturen nicht zu hoch sind. KALREZ®–O-Ringe sind für bestimmte Messstoffe laut DuPont im Bereich 0 °C ... +300 °C temperaturbeständig.



Sondenführungsteile mit Spannverschraubung

Messunsicherheit
Flügelradsonden in den Bauformen ZS, TS bzw. ZSR und TSR sind mit einer Messunsicherheit von < 1,5 % v. M. + 0,5 % v. E spezifiziert.

Diese Messunsicherheitsangabe gilt nur eingeschränkt für Sensoren der Bauform FT und für Sensoren mit einem Messbereichsendwert größer 60 m/s.

Zur Erzielung der kleinstmöglichen Messunsicherheit ist bei diesen Sensoren eine Kennlinienlinearisierung mit Wertepaaren erforderlich. Eine Verwendung mit der Standardkennlinie (in jedem Auswertegerät mit FA-Eingang verfügbar) ist möglich, hat aber eine Messunsicherheit von < 5% v. M. + 2 % v. E. zur Folge.

Profilfaktor PF
Im größeren Freistrahl sowie in größeren Kanälen oder Messrohren ergibt sich mit dem Profilfaktor PF = 1,000 die örtliche/punktuelle Geschwindigkeit. PF dient auch der Umrechnung der örtlichen/ punktuellen Geschwindigkeit v_p auf die mittlere Geschwindigkeit v_m in einem Messquerschnitt:

$$v_m = v_p \cdot PF$$

Bei Messung mit Zylindesonden in kreisförmingen Messquerschnitten mit Innendurchmesser Di sind bei

- rohrmittiger Positionierung des Sensors
- drallfreier Strömung
- ausgebildetem Strömungsprofil (Messquerschnitt so gewählt, dass sich 20 Di gerade, ungestörte Einlaufstrecke, 10 Di gerade, ungestörte Auslaufstrecke ergeben)

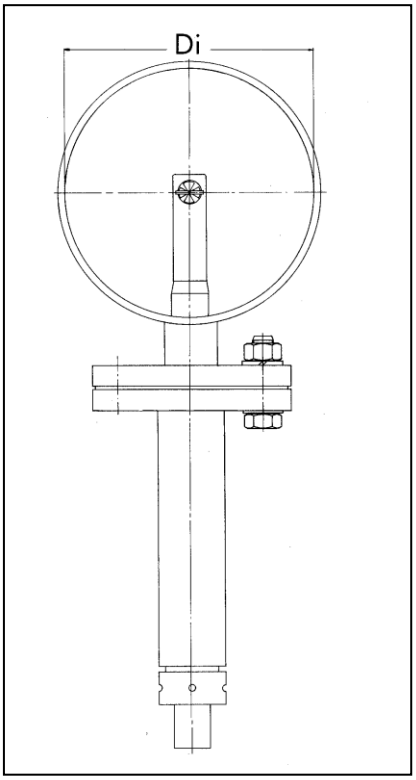
folgende Profilfaktoren zu Grunde zu legen:

Di	PF (ZS16)	PF (ZS18)
40	0,914	0,898
50	0,933	0,916
60	0,950	0,932
70	0,964	0,948
80	0,976	0,962
90	0,987	0,975
100	0,994	0,986
120	1,004	1,004
170	1,008	1,021
180	1,008	1,021
220	1,008	1,021
...	1,008	1,021

Di	PF (ZS25, ZS30)
50	0,735
60	0,760
70	0,784
80	0,807
90	0,829
100	0,849
120	0,882
170	0,935
180	0,945
220	0,955
...	0,955

Sind die Bedingungen für die Anwendung der genannten Profilfaktoren nicht gegeben, so ist in größeren Messquerschnitten mit PF = 1,000 eine Strömungsvorabuntersuchung durchzuführen. Als Ergebnis dieser Untersuchung ist ein optimaler Messpunkt festzulegen und der zugehörige Beiwert zu Grunde zu legen.

Begleitinformationen s. z. B. VDI/VDE 2640, Blatt 3 "Netzmessungen in Strömungsquerschnitten".



Entwicklung,
Herstellung, Vertrieb

Strömung · Durchfluss
auch kombiniert mit
Temperatur · Druck

Höntzsch GmbH & Co. KG
Gottlieb-Daimler-Straße 37
D-71334 Waiblingen (Hegnach)
Telefon +49 7151 / 17 16-0
Telefax +49 7151 / 5 84 02
E-Mail info@hoentzsch.com
Internet www.hoentzsch.com

Änderungen auch technischer Art vorbehalten