

# JUMO flowTRANS DP P

## Staudrucksonde P01 bis P04

### Anwendungen

- zur Durchflussmessung von Flüssigkeiten, Gasen und Dampf (Sattdampf, überhitzer Dampf) in geschlossenen Rohrleitungen

### Kurzbeschreibung

Die auf dem Wirkdruckverfahren basierende Durchflussmessung mit der Staudrucksonde JUMO flowTRANS DP P kann in Flüssigkeiten, Gasen und Dampf in geschlossenen Rohrsystemen durchgeführt werden. Die unterschiedlichen Baureihen P01 bis P04 sind in einem großen Nennweiten-, Temperatur- und Druckbereich verwendbar.

Die Montage in die Rohrleitung erfolgt wahlweise je nach Anforderung über eine Einschweißverschraubung oder einen Montagestutzen mit Flanschanschluss.

Der Differenzdruckmessumformer JUMO dTRANS p02/p20 DELTA wird in der kompakten Bauform über eine Flanschplatte mit dem Sondenkopf verbunden. In der getrennten Bauform ist der Differenzdruckmessumformer über Wirkdruckleitungen an die Staudrucksonde angeschlossen.

#### Staudrucksonde P01 und P02

- Durchflussmessung von Flüssigkeiten und Gasen
- Temperaturen bis 1175 °C
- Nennweite bis DN 2000 (andere auf Anfrage)

#### Staudrucksonde P03 und P04

- Durchflussmessung von Sattdampf und überhitztem Dampf
- Temperaturen bis 450 °C bei 100 bar
- Nennweite bis DN 1000

### Kundennutzen

- Kostenvorteile gegenüber eingeflanschten Geräten bei großen Nennweiten
- Bidirektionale Durchflussmessung durch symmetrische Sondenprofile
- kurze Ein- und Auslaufstecken durch Messung und Mittelung des statischen und dynamischen Drucks an vier Messorten entlang des Sondenprofils
- Geringe Druckverluste durch strömungstechnisch optimierte Sondenprofile



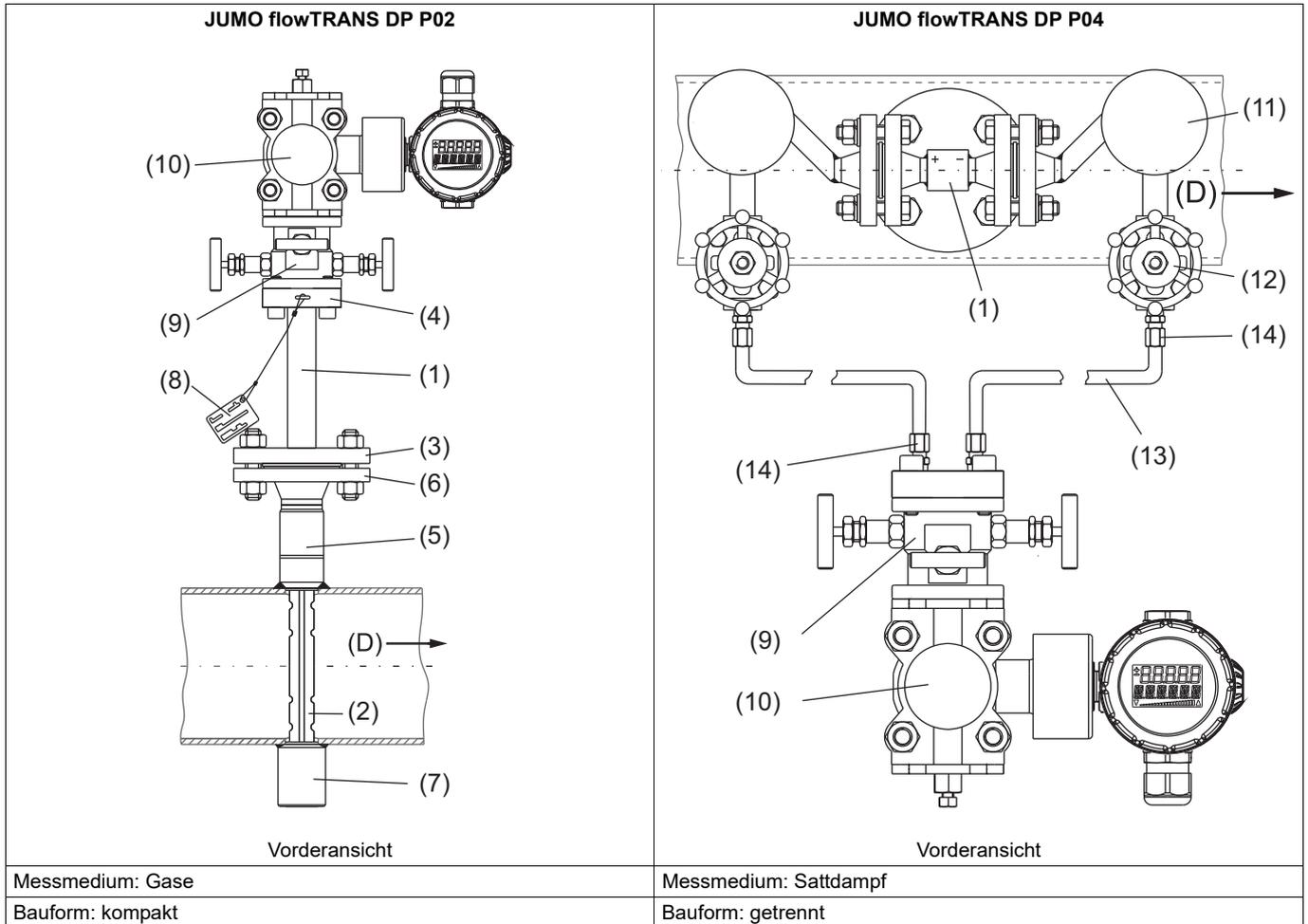
JUMO flowTRANS DP P01

### Besonderheiten

- strömungstechnisch optimiertes Sondenprofil
- hohe Zuverlässigkeit unter schwierigen Betriebsbedingungen

## Aufbau eines Durchflussmesssystems

Beispiele:



- |                                 |                           |  |
|---------------------------------|---------------------------|--|
| (1) Staudrucksonde              | (2) Sondenprofil          | (3) Sondenflansch                      |
| (4) Sondenkopf                  | (5) Montagestutzen        | (6) Montageflansch                     |
| (7) Gegenlager (bei Bedarf)     | (8) Typenschild           | (9) Ventilblock (3- oder 5-Wegeventil) |
| (10) Differenzdruckmessumformer | (11) Kondensatgefäß       | (12) Absperreinrichtung                |
| (13) Ermetorohr 12 × 15 mm      | (14) Ermeto-Verschraubung | (D) Durchflussrichtung (Medium)        |

Der Differenzdruckmessumformer JUMO dTRANS p02 DELTA oder JUMO dTRANS p20 DELTA ergänzt die Staudrucksonde JUMO flowTRANS DP P01, P02, P03 oder P04 zu einem Durchflussmesssystem.

# Messprinzip

## Wirkdruckverfahren

Das Messprinzip der Staudrucksonde nutzt die Druckdifferenz zwischen dem sich vor einem angeströmten Hindernis aufbauenden Staudruck und dem statischen Druck unmittelbar an der Sonderrückseite.

Gemäß des von Bernoulli abgeleiteten Kontinuitätsgesetzes und der Energiegleichung einer stationären, reibungsfreien Rohrströmung hat die Summe aus Druckenergie, potentieller und kinetischer Energie an jeder Stelle des Rohres und zu jedem Zeitpunkt den gleichen Wert.

**Gleichung 1:**

$$p_{stat} + p_{dyn} = const$$

Die Größe  $p_{stat}$  ist der gleichmäßig in alle Richtungen wirkende statische Druck. Die Größe  $p_{dyn}$  ist der in Strömungsrichtung wirkende dynamische Druck.

Für in horizontalen Rohrleitungen strömende Fluide, deren Strömungsgeschwindigkeiten klein gegenüber der Machzahl  $Ma < 1$  ist, berechnet sich  $p_{dyn}$  mit der Strömungsgeschwindigkeit  $v$ , der Dichte  $\rho$  und dem Widerstandsbeiwert  $\zeta$  gemäß **Gleichung 2:**

$$p_{dyn} = \zeta \frac{\rho}{2} v^2$$

Wenn in eine gleichförmige Strömung ein feststehender Körper eingebracht wird, so staut sich unmittelbar vor diesem die Strömung an und befindet sich im so genannten Staupunkt (siehe S2 in Abbildung 1) vollständig in Ruhe. An diesem Punkt gilt für den Gesamtdruck  $p_{s2}$

**Gleichung 3:**

$$p_{s2} = p_{stat} + p_{dyn}$$

An den Öffnungen auf der strömungsabgewandten Seite einer Staudrucksonde kann nur der richtungsunabhängige Druck  $p_{stat}$  wirken. Die Differenz der beiden Drücke, der Differenzdruck (Wirkdruck)  $\Delta p$ , ist ein Maß für die Geschwindigkeit, mit der der Körper angeströmt wird (siehe Abbildung 2) **Gleichung 4:**

$$\Delta p = p_{s2} - p_{s1}$$

Durch Einsetzen der **Gleichungen 2** und **Gleichung 3** in **Gleichung 4** folgt **Gleichung 5:**

$$\Delta p = \zeta \frac{\rho}{2} v^2$$

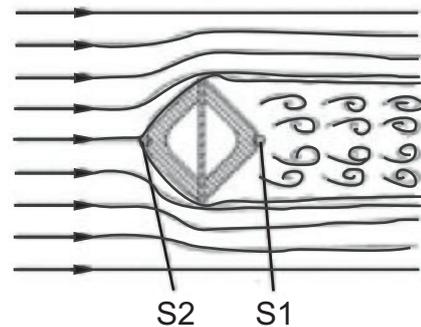


Abbildung 1: Schematische Darstellung des Strömungsfeldes am Profil der Staudrucksonde

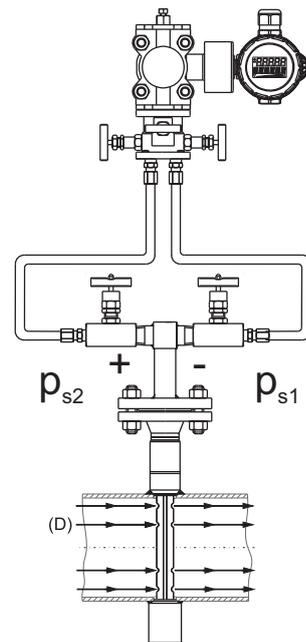


Abbildung 2: Schematische Darstellung zur Entstehung des Differenzdruckes

## Auswahlkriterien

### Vorauswahl der Baureihe

Zunächst wird über das zu messende Medium eine Baureihen-Vorauswahl getroffen:

| Messmedium                           | Baureihe              |
|--------------------------------------|-----------------------|
| Flüssigkeiten und Gase               | JUMO flowTRANS DP P01 |
|                                      | JUMO flowTRANS DP P02 |
| Dampf (Satttdampf, überhitzer Dampf) | JUMO flowTRANS DP P03 |
|                                      | JUMO flowTRANS DP P04 |

### Festlegung der Baureihe

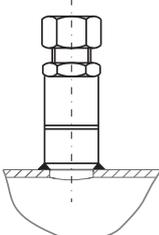
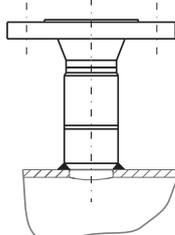
Der Einsatzbereich (Betriebsdruck und -temperatur der Anlage) beeinflusst die Auswahl des Sondenwerkstoffes und die Art der Montage in der Rohrleitung. Mithilfe dieser Kriterien erfolgt die Festlegung der Baureihe:

#### Staudrucksonde für Flüssigkeiten und Gase:

| Einsatzbereich          | Werkstoff Sonde            | Montageart              | Baureihe              |
|-------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| bis 200 °C (bei 25 bar) | 1.4571                     | Einschweißverschraubung | JUMO flowTRANS DP P01 |
| bis 1175 °C             | z. B. 1.4462 (Duplex), ... | Montagestutzen          | JUMO flowTRANS DP P02 |

#### Staudrucksonde für Dampf:

| Einsatzbereich           | Werkstoff Sonde            | Montageart              | Baureihe              |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------|-----------------------|
| bis 200 °C (bei 16 bar)  | 1.4571                     | Einschweißverschraubung | JUMO flowTRANS DP P03 |
| bis 450 °C (bei 100 bar) | z. B. 1.4462 (Duplex), ... | Montagestutzen          | JUMO flowTRANS DP P04 |

| Einschweißverschraubung (JUMO flowTRANS DP P01/P03)                                 | Montagestutzen mit Flansch (JUMO flowTRANS DP P02/P04)                                |
|---|---|
|  |  |

### Werkstoff der Montageteile

Der Werkstoff der Montageteile ist abhängig vom Werkstoff der Rohrleitung, in die die Staudrucksonde eingebaut werden soll (Schweißbarkeit).

### Auswahl der Bauform

Die Mediumstemperatur, der Einbauort und die dort vorhandene Umgebung beeinflussen die Auswahl der Bauform. Die JUMO flowTRANS DP P Staudrucksonden sind in kompakter und getrennter Bauform lieferbar:

| Umgebungseinflüsse   | Bauform             |
|--|---------------------|
| Mediumstemperatur, Umgebungstemperatur, Platzverhältnisse, Ablesmöglichkeiten etc. | kompakt<br>getrennt |

Aufgrund von zusätzlich anfallenden Montage- und Materialkosten bei Auswahl der getrennten Bauform ist die kompakte Bauform die kostengünstigere Variante.

## Baureihen

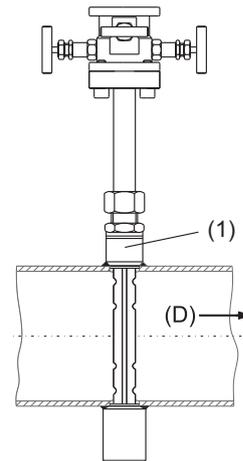
### Staudrucksonden für Flüssigkeiten und Gase

#### JUMO flowTRANS DP P01

Die Montage zwischen den Baugruppen Rohrleitung und Staudrucksonde erfolgt mit einer Einschweißverschraubung (1) und bietet ein sehr gutes Preis-/Leistungsverhältnis für Anwendungsfälle ohne besonders hohe Anforderungen an den Betriebsdruck oder die Betriebstemperatur.

Als Sondenwerkstoff ist 1.4571 verfügbar.

Die Ausführung der Sonde ermöglicht die Montage eines 3- bzw. 5-Wege-Ventilblockes zum direkten Anbau des Druckdifferenz-Messwertumformers.



Vorderansicht

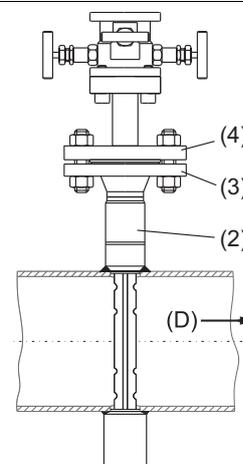
#### JUMO flowTRANS DP P02

Der Sondenflansch (4) wird mit dem Montageflansch (3) des Montagestutzens (2) verschraubt. Dadurch kann diese Ausführung bis PN 400 eingesetzt werden.

Die max. Druckstufe ist nur von der Flanschdruckstufe abhängig.

Die Sonde wird standardmäßig in Werkstoff 1.4571 gefertigt.

Weiterhin können folgende Werkstoffe geliefert werden: 1.4462 (Duplex), 1.4539, Hastelloy C4, Incoloy 800, Inconel, Monel.



Vorderansicht

### Sondenköpfe

Die Staudrucksonden JUMO flowTRANS DP P01/P02 sind mit folgenden Sondenköpfen lieferbar:



Sondenkopf mit 1/4" und 1/2" NPT Außengewinde



Sondenkopf mit Flanschplatte zum Aufbau von 3- und 5-Wege-Ventilblöcken

## Staudrucksonden für Dampf

### JUMO flowTRANS DP P03

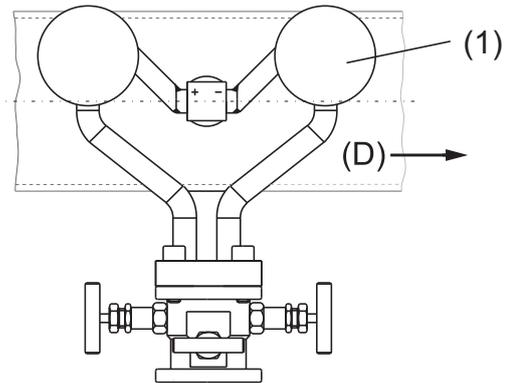
Die Montage zwischen den Baugruppen Rohrleitung und Staudrucksonde erfolgt mit einer Einschweißverschraubung.

Aus sicherheitstechnischen Gründen ist auf Dichtheit der Verschraubung zu achten, daher ist ein Festziehen der Druckmutter erforderlich.

Als Sondenwerkstoff ist 1.4571 verfügbar.

Die Kondensatgefäße sind für die Messung des Durchflusses für Dampf unverzichtbar:

- die Wasservorlage in den Kondensatgefäßen dient als Temperaturschutz für den angeschlossenen Messwertumformer
- die Wassersäulen der Kondensatgefäße müssen als völlig identische hydrostatische Höhen über dem Differenzdruckmessumformer stehen



Vorderansicht

### JUMO flowTRANS DP P04

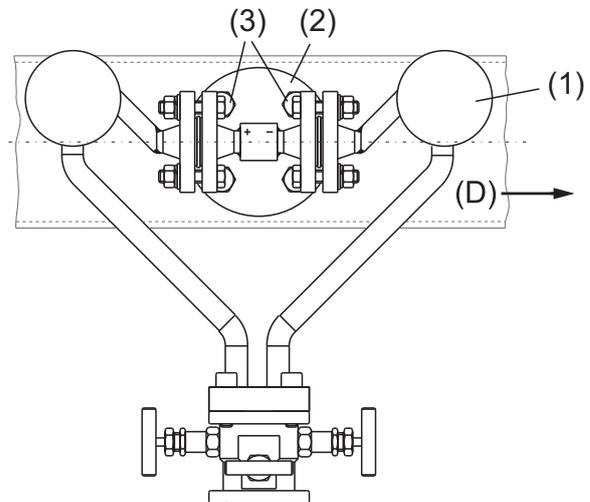
Der Sondenflansch (2) wird mit dem Montageflansch des Montagestutzens verschraubt (3).

Dadurch kann diese Ausführung bei Betriebsdrücken bis 100 bar bei 450 °C eingesetzt werden.

Die Sonde wird standardmäßig in Werkstoff 1.4571 gefertigt.

Die Kondensatgefäße sind für die Messung des Durchflusses für Dampf unverzichtbar:

- die Wasservorlage in den Kondensatgefäßen dient als Temperaturschutz für den angeschlossenen Messwertumformer
- die Wassersäulen der Kondensatgefäße müssen als völlig identische hydrostatische Höhen über dem Differenzdruckmessumformer stehen



Vorderansicht



## Technische Daten

### Mechanische Eigenschaften

|  | Flüssigkeiten, Gase         |                             | Dampf                       |                             |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|  | JUMO<br>flowTRANS DP<br>P01 | JUMO<br>flowTRANS DP<br>P02 | JUMO<br>flowTRANS DP<br>P03 | JUMO<br>flowTRANS DP<br>P04 |
| <b>Einsatzgebiet</b>   |                             |                             |                             |                             |
| bis 200 °C (16 bar)  | x                           | x                           | x                           | x                           |
| bis 200 °C (25 bar)  | x                           | x                           |                             | x                           |
| bis 450 °C (100 bar) bei 1.4571  |                             | x                           |                             | x <sup>a</sup>              |
| bis 1175 °C  |                             | x <sup>a</sup>              |                             |                             |
| <b>Nennweite</b>   |                             |                             |                             |                             |
| DN 25 bis DN 2000 (1" bis 80")   | x                           |                             |                             |                             |
| DN 40 bis DN 800 (1 1/2" bis 32")  |                             |                             | x                           |                             |
| DN 40 bis DN 1000 (1 1/2" bis 40")   |                             |                             |                             | x                           |
| DN 40 bis DN 2000 (1 1/2" bis 80")   |                             | x                           |                             |                             |
| <b>Werkstoff Sonde</b>   |                             |                             |                             |                             |
| 1.4571   | x                           | x                           | x                           | x                           |
| 1.4462 (Duplex), Inconel, Monel, 1.4539, Hastelloy C4, Incoloy 800, PVDF         |                             | x                           |                             |                             |
| <b>Werkstoff Montageteile</b>  |                             |                             |                             |                             |
| C-Stahl, 1.4571  | x                           | x                           | x                           | x                           |
| 1.4462 (Duplex), Inconel, Monel, 1.4539, Hastelloy C4, Incoloy 800, PVDF         |                             | x                           |                             |                             |
| A335 Grad P1, A335 Grad P11, A335 Grad P22, A335 Grad P91                        |                             |                             |                             | x                           |
| <b>Rohrleitungsverbindung</b>  |                             |                             |                             |                             |
| Einschweißverschraubung ( Schraubverbindung mit Einschweißmuffe und Druckmutter) | x                           |                             | x                           |                             |
| Montagestützen (Flanschverbindung zur Montage der Sonde)                         |                             | x                           |                             | x                           |
| <b>Ein- und Ausbau</b>   |                             |                             |                             |                             |
| Betriebsunterbrechung erforderlich   | x                           | x                           |                             |                             |
| Entleerung der Rohrleitung erforderlich  |                             |                             | x                           | x                           |

<sup>a</sup> abhängig von der Verwendung der Werkstoffe

### Umwelteinflüsse

#### Messunsicherheit

Die Messunsicherheit für die Staudrucksonden JUMO flowTRANS DP P beträgt ±1 %

#### Druckverlust

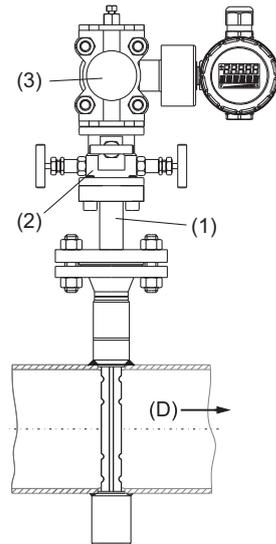
Geringe Druckverluste durch strömungstechnisch optimierte Sondenprofile.

## Bauform

Die Staudrucksonden aller Baureihen für Flüssigkeiten, Gase und Dampf sind in kompakter und getrennter Bauform erhältlich. Die kompakte bzw. die getrennte Bauform bezeichnen die Art der Montage der Komponenten Staudrucksonde, Ventilblock und Messwertumformer.

### JUMO flowTRANS DP P - Kompakte Bauform

In der kompakten Bauform sind Staudrucksonde (1), ein separater 3- oder 5-Wege-Ventilblock (2) und der Messumformer (3) zu einer kompakten Einheit verschraubt.



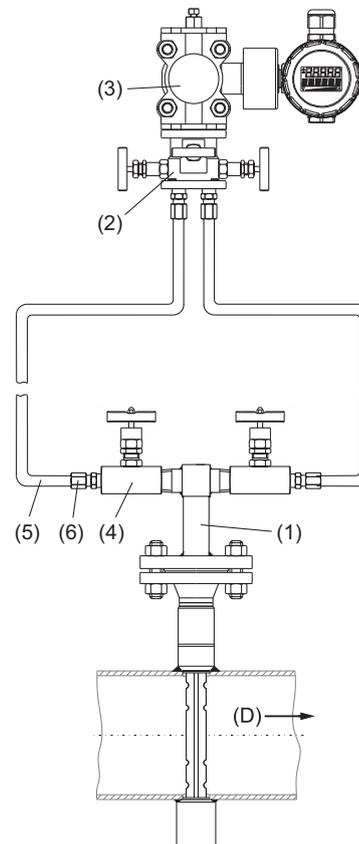
### JUMO flowTRANS DP P - Getrennte Bauform

In der getrennten Bauform sind Staudrucksonde (1) und Messumformer (3) voneinander getrennt.

Zusätzlich zum separaten 3- oder 5-Wege-Ventilblock (2) werden zwei Absperreinrichtungen (4), zwei Ermetorohre  $12 \times 1$  mm (5) und die entsprechenden Ermeto-Verschraubungen (6) an der Absperreinrichtung und dem Ventilblock benötigt.

Hinzu kommen gegebenenfalls weitere Montagewinkel für den Messumformer.

Der Montageaufwand ist höher gegenüber der kompakten Bauform.



## Montage

### Einbaulage (Flüssigkeiten)

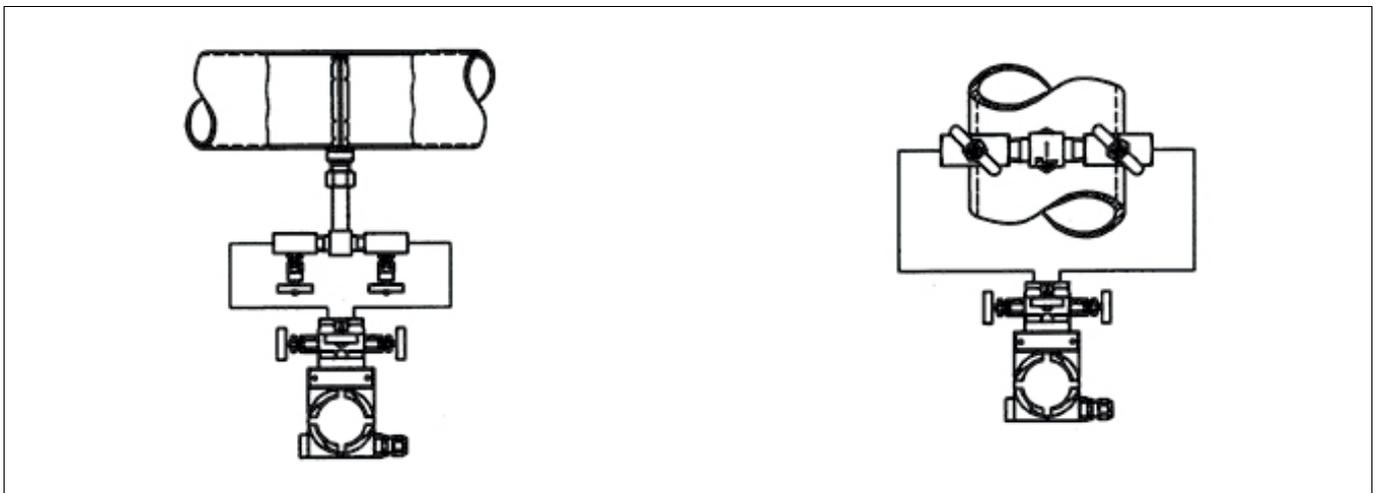


**HINWEIS!**

Staudrucksonde niemals von oben in die Rohrleitung montieren! Aufsteigende Luftblasen können das Messergebnis verfälschen!

**Empfohlene Einbaulage:**

- Staudrucksonde seitlich oder von unten in die Rohrleitung einbauen
- Differenzdruckmessumformer unterhalb der Wirkdruckentnahme montieren



### Einbaulage (Gase)

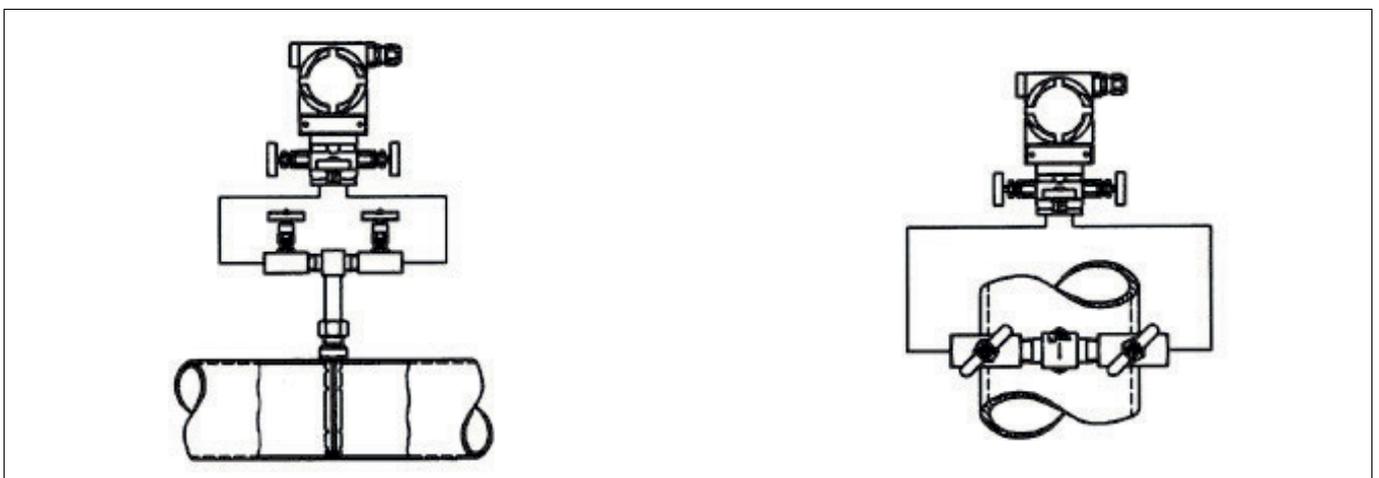


**HINWEIS!**

Staudrucksonde niemals von unten in die Rohrleitung montieren! In Gasen mitgeführte Flüssigkeit können zu einem Anstieg der Flüssigkeitssäule führen und das Messergebnis verfälschen!

**Empfohlene Einbaulage:**

- Staudrucksonde seitlich oder von oben in die Rohrleitung einbauen
- Differenzdruckmessumformer oberhalb der Wirkdruckentnahme montieren



## Einbaulage (Dampf)

**HINWEIS!**

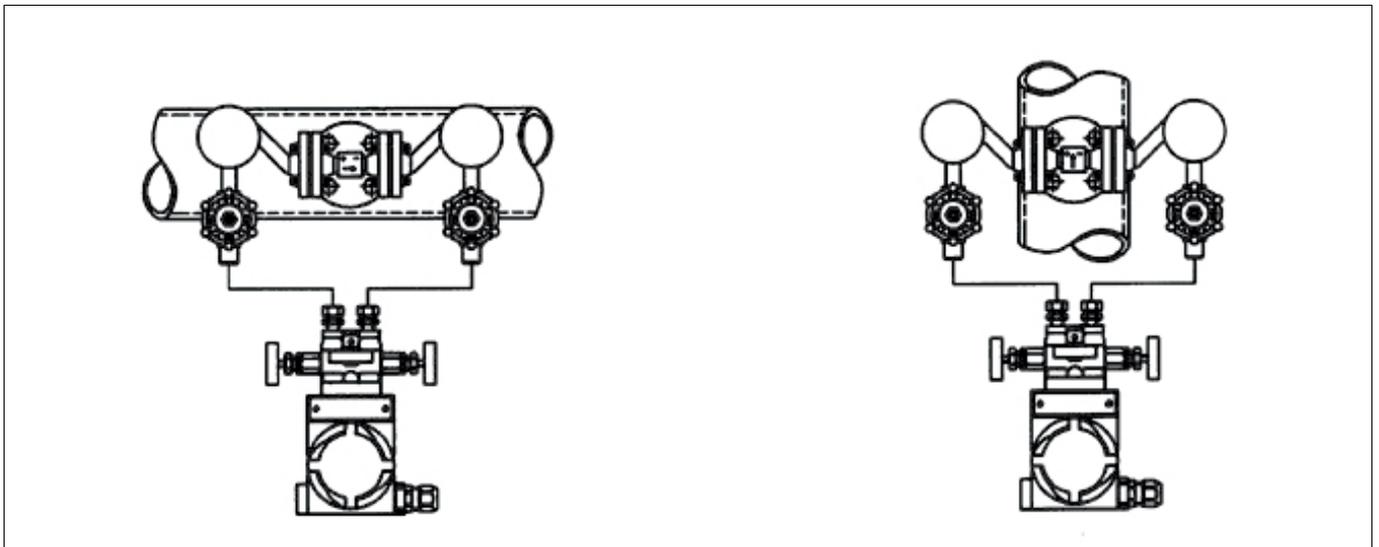
Staudrucksonde niemals von oben in die Rohrleitung montieren! Der Austausch zwischen den Aggregatzuständen Dampf-Wasser muss störungsfrei ablaufen können!

**HINWEIS!**

Kondensatgefäße nicht einisolieren!

**Empfohlene Einbaulage:**

- Staudrucksonde seitlich in die Rohrleitung einbauen
- Differenzdruckmessumformer unterhalb der Wirkdruckentnahme montieren  
Die Wassersäulen der Kondensatgefäße müssen als völlig identische hydrostatische Höhen über dem Differenzdruckmessumformer stehen.



## Ein- und Auslaufstrecke

Da die Genauigkeit des Messergebnisses der Staudrucksonde von der Ausbildung eines möglichst ungestörten Strömungsprofils abhängig ist, hat die Auswahl eines geeigneten Einbauortes eine nicht zu unterschätzende Bedeutung.

Generell sollten Regelventile, Drosselklappen und Absperrschieber hinter der Staudrucksonde installiert werden. Falls die angegebenen Werte nicht einzuhalten sind, kann die Staudrucksonde auch nach einem Kniestück bzw. in kurzen Ein- und Auslaufstrecken montiert werden. Hierunter leidet natürlich die Genauigkeit. Diese kann bei ungünstigen Strömungsverhältnissen ca. 3 % betragen.

**HINWEIS!**

Wo die empfohlenen geraden Strecken für Ein- und Auslauf nicht zur Verfügung stehen, kann die Messwertgenauigkeit durch eine Vergleichsmessung (z. B. Pitotrohr, Einzelpunktmessung) an die Bedingungen der Messstrecke angepasst werden.

Die Einzelpunktmessung gewährleistet, dass der Differenzdruck der wahren Geschwindigkeit entspricht, so dass die angegebene Genauigkeit erreicht wird.

Einzelheiten auf Anfrage beim Hersteller.

Folgende notwendige Ein- und Auslaufstrecken haben sich in der Praxis bestätigt und bewährt und dienen der Auswahl eines geeigneten Einbaues:

|         |        |                                  |
|---------|--------|----------------------------------|
| (A)     | (B)    |                                  |
| 7 × DN  | 3 × DN |                                  |
| 9 × DN  | 3 × DN |                                  |
| 17 × DN | 4 × DN |                                  |
| 18 × DN | 4 × DN |                                  |
| 7 × DN  | 3 × DN | Einschnürung der Rohrleitung<br> |
| 7 × DN  | 3 × DN | Erweiterung der Rohrleitung<br>  |
| 24 × DN | 4 × DN | Regelorgan<br>                   |

(A) Einlaufstrecke

(B) Auslaufstrecke

DN Nennweite (Rohrdurchmesser)

## Lieferumfang

### Beispiele

| JUMO flowTRANS DP P02                            | JUMO flowTRANS DP P04                            |
|--|--|
| <p style="text-align: center;">Vorderansicht</p> | <p style="text-align: center;">Vorderansicht</p> |
| Messmedium: Gase                                 | Messmedium: Satteldampf                          |
| Bauform: kompakt                                 | Bauform: getrennt                                |

- |                             |                    |                    |
|-----------------------------|--------------------|--------------------|
| (1) Staudrucksonde          | (2) Sondenprofil   | (3) Sondenflansch  |
| (4) Sondenkopf              | (5) Montagestutzen | (6) Montageflansch |
| (7) Gegenlager (bei Bedarf) | (8) Typenschild    | (9) Kondensatgefäß |
| (10) Absperrvorrichtung     |                    |                    |

## Zubehör

- |   |                                 |                            |
|---|---------------------------------|----------------------------|
| (11) Ventilblock (3- oder 5-Wegeventil) | (12) Differenzdruckmessumformer | (13) Ermetorohr 12 × 15 mm |
| (14) Ermeto-Verschraubung               |                                 |                            |

Der Differenzdruckmessumformer JUMO dTRANS p02 DELTA oder JUMO dTRANS p20 DELTA ergänzt die Staudrucksonde JUMO flowTRANS DP P01, P02, P03 oder P04 zu einem Durchflussmesssystem.

Weitere Zubehörteile auf Anfrage lieferbar.