

Achtung

**☞ Niemals mit dem Mund in den Anzeiger
hineinblasen**

**☞ Stets mit der größten
Messbereichsdüse (0-40 m/s) beginnen,
um starke Überlastung zu vermeiden**



Paul Gothe-GmbH

seit 1924

Germany

Luft-Gas-Strömungsmesser

Betriebsdruck: + 1000 mbar bis – 300 mbar

Beschreibung:

Der Strömungsmesser ist ein Stauflügelmesser, geeignet für Messungen in Luft oder nicht aggressiven Gasen bis 600°C.

Ab ca. 300 - 400°C soll der Strömungsmesser nicht länger als 15 Minuten in die Strömung gehalten werden, um den Anzeiger vor Überhitzung zu schützen. Bei ortsfestem Einbau: Messungen nur in Temperaturen bis 130°C.

Alle Geräte werden mit Luft bei einer Dichte von 1,2 kg/m³ kalibriert. Eine Korrektur der abgelesenen Geschwindigkeit auf die vorhandene Betriebsdichte erfolgt mit der Tabelle im Anhang.

Keine Schlauch- oder Rohrverbindungen austauschen. Bei Wechsel der Schlauchverbindungen muss das Gerät neu kalibriert werden.

Für jeden Messbereich wird dem Gerät eine Messbereichsdüse beigegeben, die jeweils in den Ausgangsstutzen des Geräts eingeschraubt wird. Auf jeder Düse ist der Messbereich und die Nummer des Geräts angebracht.

Wartung:

- Messeinrichtung (Ein- und Austrittsöffnungen) freihalten von Verunreinigungen (Schmutz, Wasser und Öl) und gegen mechanische Beschädigungen schützen.
- Messungen in feuchter Luft nur kurzzeitig durchführen.
- Sollten sich die Tüllen schwer entfernen lassen (nach längerem Gebrauch), die Gerätestutzen mit etwas Talkum einreiben. Auf keinen Fall darf Talkum in das Gerät kommen. Bei Verschmutzung der Messbereichsdüse kann eine Fehlanzeige entstehen. Abhilfe: Die Düse aus dem Stutzen schrauben und mit einem weichen Holzspan ausputzen.

Einkerbungen an den Einströmöffnungen der Staurohre, entstanden durch zu hohe Temperaturen oder durch mechanische Beschädigungen, können zu Messfehlern führen.

Bei Beschädigungen des Geräts durch zu hohe Temperaturen kann keine Garantie übernommen werden.

Strömungsmessungen:

Für genaue Messungen ist zu beachten, dass die Rohrleitungen an der Messstelle möglichst glatte Innenwände haben, vor der Messstelle eine ungestörte gerade Einlaufstrecke der Länge von mindestens dreimal innerer Rohr-Durchmesser und eine gerade ungestörte Auslaufstrecke der Länge mindestens dreimal innerer Rohr-Durchmesser aufweist. Wir verweisen auf die VDI/VDE 2640, Blatt 3 (1983).

Die Bohrung zur Einführung sollte ohne Grad sein.

Anzeiger mit Gothe-Staurohr (Zylindersonde)

Das Gothe-Staurohr ist eine Zylindersonde mit je einer gegenüberliegenden Ein- und Austrittsöffnung (Messdruckentnahmeöffnung). Das Staurohr ist über diese Öffnung hinaus verlängert und zwar um 10 d (d: Staurohrdurchmesser) für Messungen in Rohrleitungsdurchmesser oder Kanaltiefe von größer 300 mm. Bei weniger als 300 mm Durchmesser oder Breite werden abschraubbare Verlängerungen geliefert, die so zu wählen sind, dass das Staurohrende an die der Einführungsstelle gegenüberliegende Rohrwand stößt, wenn die Entnahmeöffnung in Rohrleitungs- bzw. Kanalmitte stehen. Werden die 10 d unterschritten und das Staurohrende stößt nicht an eine Wand, entstehen Messfehler (statischer Druck wird fehlerhaft ermittelt).

Verwendung der Verlängerungen bei unterschiedlichen Rohrdurchmessern:

Staurohr Ø (mm)	80	100	125	150	175	200	250	≥ 300
10	2	1 & 2	3	1 & 3	2 & 3	alle	alle	alle
15	2	3	4	2 & 3	1 & 4	3 & 4	2, 3 & 4	alle

Anzeiger mit Prandtl-Staurohr

Das Prandtl-Staurohr wird an der Messstelle in die Rohrleitung so eingeführt, dass der freie Schenkel des Rohres entgegen der Strömungsrichtung zeigt.

Berechnung der Durchflussmenge

Für eine grobe Abschätzung genügt bei beiden Staurohrarten eine Messung in Rohrmitte. Es wird dabei die maximale Geschwindigkeit gemessen. Zur Bestimmung der Durchflussmenge kann über die gemessene maximale Geschwindigkeit die mittlere Geschwindigkeit für die Berechnung der Durchflussmenge nach folgendem Erfahrungswert abgeschätzt werden:

$$v_{\text{mittel}} = v_{\text{max}} \cdot 0,84 [m/s]$$

Grundsätzlich sollte aber die Strömungsmessung nach VDI/VDE 2640, Blatt 3 über sogenannte Netzmessung erfolgen. Das heißt, es werden an mehreren Stellen (siehe Anhang) des Rohrleitungsdurchmessers die Geschwindigkeiten gemessen. Das arithmetische Mittel der gemessenen Werte ergibt die mittlere Geschwindigkeit (v_{mittel}). Zu beachten ist der Einfluss der Messpunkte in Wandnähe (Randzonenkorrektur siehe VDI/VDE 2640, Blatt 1). Wandabstand größer zweimal Staurohrdurchmesser.

Die Durchflussmenge errechnet sich nach:

$$Q = v_{\text{mittel}} \cdot \text{Flächenquerschnitt}(m^2) \cdot 3600 [m^3/h]$$

Berechnung der Dichte eines Gases:

$$d_B = d_N \cdot \frac{(b \pm p) \cdot T}{p_N \cdot (T + t)}$$

mit: δ_B : Dichte im Betriebszustand [kg/m³]
 δ_N : Dichte im Normzustand [kg/m³]
 b: Barometerdruck [mbar]
 p: Betriebsdruck [mbar]
 p_N : Normdruck (1013 mbar)
 T: Normtemperatur (273 K)
 t: Betriebstemperatur [°C]

Wahl der Messpunkte

Wir verweisen auf die Richtlinie VDI 2066 + VDI/VDE 2640, Blatt 1.

Für die Messung teilt man den Messquerschnitt in gleich große Teilflächen ein, deren Flächenschwerpunkte als Messpunkte verwendet werden (Netzmessung).

Bei rechteckigen Querschnitten sollten die Teilflächen der Gesamtfläche ähnlich sein.

Bei einem kreisförmigen Querschnitt wird die Messebene in flächengleiche Ringe aufgeteilt. Die Messpunkte liegen jeweils auf den Schnittpunkten der Messlinien dieser Ringe mit der im Messquerschnitt liegenden Messachse. Mindestens 2 Messlinien senkrecht zueinander sollten gewählt werden.

Tabelle 1: Anzahl der Messpunkte

Querschnittsfläche	Anzahl der Messpunkte
0,3 – 1 m ²	4
> 1 m ²	4/m ²

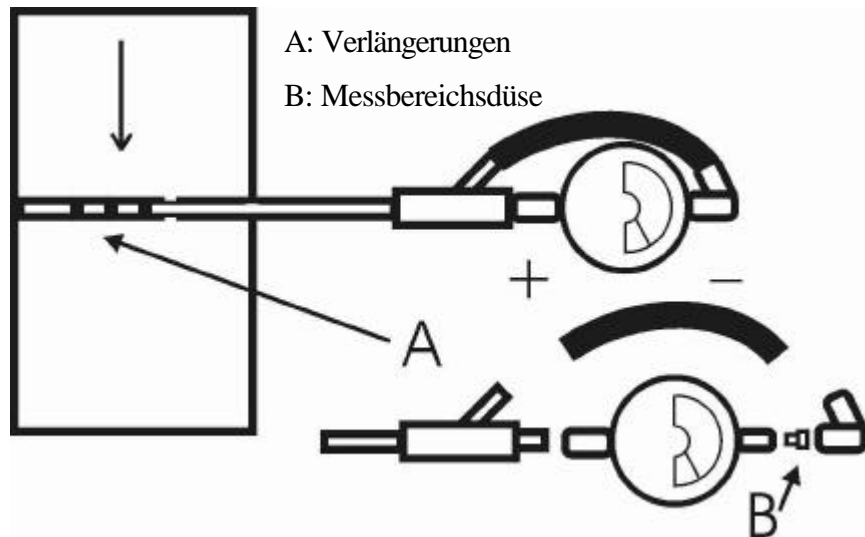
Berechnung der Messpunkte:

$$\text{Formel 1: } a = D \cdot \frac{1}{2} \cdot \left(1 \pm \sqrt{\frac{2i - 2n + 1}{2i}} \right)$$

D: Kanaldurchmesser a: Abstand Messpunkt – Kanalwand, i: Anzahl der Teilflächen, n: Ordnungszahl

Tabelle 2: Werte für die Berechnung der Abstände

Anzahl der Messpunkte	1. Punkt	2. Punkt	3. Punkt	4. Punkt	5. Punkt	6. Punkt
(n = 1) 2	D · 0,146	D · 0,854				
(n = 2) 4	D · 0,067	D · 0,250	D · 0,750	D · 0,956		
(n = 3) 6	D · 0,044	D · 0,147	D · 0,296	D · 0,704	D · 0,854	D · 0,956



Faktor für Dichte 0,3 bis 1,79 kg/m³
factor for the density 0,3 to 1,79 kg/m³

Dichte density	Korr. + % corr + %	Dichte density	Korr. + % corr + %	Dichte density	Korr. + % corr + %
0,30	100,00	0,80	22,40	1,30	-3,80
0,31	97,00	0,81	21,60	1,31	-4,20
0,32	94,00	0,82	20,80	1,32	-4,50
0,33	91,00	0,83	20,00	1,33	-4,80
0,34	88,00	0,84	19,40	1,34	-5,20
0,35	85,50	0,85	18,70	1,35	-5,50
0,36	83,00	0,86	18,00	1,36	-5,90
0,37	80,50	0,87	17,40	1,37	-6,30
0,38	78,00	0,88	16,70	1,38	-6,60
0,39	75,50	0,89	16,10	1,39	-6,90
0,40	73,00	0,90	15,50	1,40	-7,30
0,41	71,00	0,91	14,80	1,41	-7,60
0,42	69,00	0,92	14,20	1,42	-7,90
0,43	67,00	0,93	13,60	1,43	-8,30
0,44	65,00	0,94	13,00	1,44	-8,60
0,45	63,50	0,95	12,40	1,45	-8,90
0,46	61,50	0,96	11,80	1,46	-9,30
0,47	60,00	0,97	11,20	1,47	-9,60
0,48	58,00	0,98	10,70	1,48	-9,90
0,49	56,50	0,99	10,20	1,49	-10,20
0,50	55,00	1,00	9,70	1,50	-10,50
0,51	53,50	1,01	9,10	1,51	-10,80
0,52	52,00	1,02	8,50	1,52	-11,10
0,53	50,50	1,03	8,00	1,53	-11,40
0,54	49,00	1,04	7,50	1,54	-11,70
0,55	47,50	1,05	7,00	1,55	-12,00
0,56	46,50	1,06	6,50	1,56	-12,30
0,57	45,00	1,07	6,00	1,57	-12,60
0,58	43,50	1,08	5,50	1,58	-12,90
0,59	42,50	1,09	5,00	1,59	-13,20
0,60	41,50	1,10	4,50	1,60	-13,50
0,61	40,00	1,11	4,00	1,61	-13,70
0,62	39,00	1,12	3,60	1,62	-13,90
0,63	38,00	1,13	3,20	1,63	-14,20
0,64	37,00	1,14	2,70	1,64	-14,50
0,65	36,00	1,15	2,20	1,65	-14,70
0,66	35,00	1,16	1,70	1,66	-14,90
0,67	34,00	1,17	1,30	1,67	-15,20
0,68	33,00	1,18	0,90	1,68	-15,50
0,69	32,00	1,19	0,50	1,69	-15,70
0,70	31,00	1,20	0,00	1,70	-16,00
0,71	30,00	1,21	-0,40	1,71	-16,30
0,72	29,00	1,22	-0,80	1,72	-16,50
0,73	28,00	1,23	-1,20	1,73	-16,70
0,74	27,30	1,24	-1,60	1,74	-17,00
0,75	26,50	1,25	-2,00	1,75	-17,20
0,76	25,70	1,26	-2,40	1,76	-17,40
0,77	24,80	1,27	-2,80	1,77	-17,70
0,78	23,90	1,28	-3,10	1,78	-17,90
0,79	23,20	1,29	-3,40	1,79	-18,10

Rechenbeispiel

Gemessen:

5,2 m/s bei einer Dichte von 0,54 kg/m³

Korrektur: + 49 %

Ergebnis:

 $5,2 + 49 \% = 5,2 + 2,548 = 7,748 = 7,7 \text{ m/s}$ **Example:**

measurement:

5,2 m/s at density 0,54 kg/m³

correction: + 49 %

result:

 $5,2 + 49 \% = 5,2 + 2,548 = 7,748 = 7,7 \text{ m/s}$

Faktor für Temperaturkorrektur (Druck: 1013 mbar)
factor for the temperature correction (p: 1013 mbar)

STRL

T °C temp	Korr. + % corr + %
140	18,70
136	18,00
131	17,40
126	16,70
122	16,10
118	15,50
113	14,80
109	14,20
105	13,60
101	13,00
97	12,40
93	11,80
90	11,20
86	10,70
82	10,20
79	9,70
75	9,10
72	8,50
69	8,00
65	7,50
62	7,00
59	6,50
56	6,00
53	5,50
50	5,00
47	4,50
44	4,00
41	3,60
38	3,20
36	2,70
33	2,20
31	1,70
28	1,30
25	0,90
23	0,50
20	0,00
18	-0,40
16	-0,80
13	-1,20
11	-1,60
9	-2,00
7	-2,40
4	-2,80
2	-3,10
0	-3,40
-2	-3,80
-4	-4,20
-6	-4,50
-8	-4,80
-10	-5,20

Rechenbeispiel

Gemessen:

5,2 m/s bei einer Temperatur von 49°C

Korrektur: + 4,5 %

Ergebnis:

 $5,2 + 4,5 \% = 5,2 + 0,23 = 5,4 \text{ m/s}$ **Example:**

measurement:

5,2 m/s at a temperature of 49°C

correction: + 4,5 %

result:

 $5,2 + 4,5 \% = 5,2 + 0,23 = 5,4 \text{ m/s}$

