



**Paul Gothe**

**Strömungs- und  
Staubmeßtechnik**

**Bedienungsanleitung Gas-Probennehmer  
Manual for the Gas Sampler  
Best.-Nr.: 26.03**

**Paul Gothe Bochum**

**Fabrik Staub-, Gas- und strömungstechnische Meßgeräte**

44789 Bochum, Wittener Straße 82

44709 Postfach 908

[www.paulgothe.de](http://www.paulgothe.de)

**Fax: (0234) 30 82 17, Tel.: (0234) 33 51 80**

# Kompakter und robuster Gas-Probennehmer

für Gasprobenahme bis 2,4 m<sup>3</sup>/h.

In einem Traggestell aus Edelstahl-Vierkantrohr 15 x 15 mm mit Tragevorrichtung sind montiert:

- Trockenturm (Material: Klar-PVC),
- Schwebekörperdurchflußmesser mit Ventil, Meßbereich: 0,2-2,4 m<sup>3</sup>/h,
- Drehschieberpumpe (Vakuumeistung: 800 mbar Unterdruck; Fördervolumen: 3 m<sup>3</sup>/h; 230 V/1 A)
- eine Gasuhr mit Thermometer (BK 4, 0,04 m<sup>3</sup>/h - 6m<sup>3</sup>/h)

Maße: ca. 340 x 340, Höhe: ca. 450, Gewicht ca. 14 kg.

Vor der Inbetriebnahme ist der ordnungsgemäße Zustand des Gerätes zu überprüfen. Bei Beschädigungen des Gehäuses sollte das Gerät nicht an die Stromversorgung angeschlossen, sondern an den Hersteller zur Überprüfung der Sicherheit geschickt werden.

Netzversorgung anschließen; dabei sind unbedingt die Schutzmaßnahmen nach den örtlichen Bestimmungen zu treffen.

**ACHTUNG**  
vor dem Öffnen des Gehäuses  
Netzstecker ziehen

## Compact and robust gas-sampler

for gas sampling up to 2.4 m<sup>3</sup>/h.

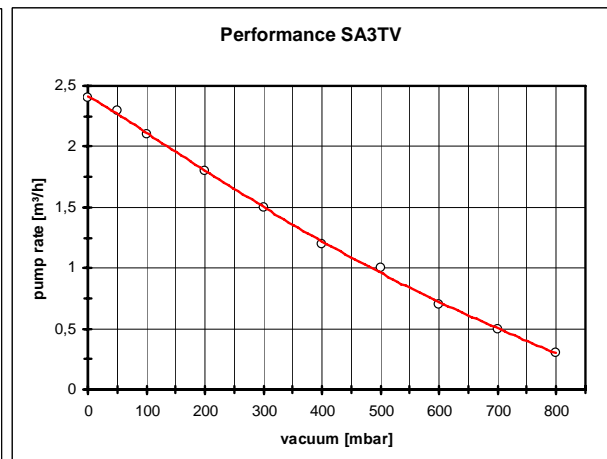
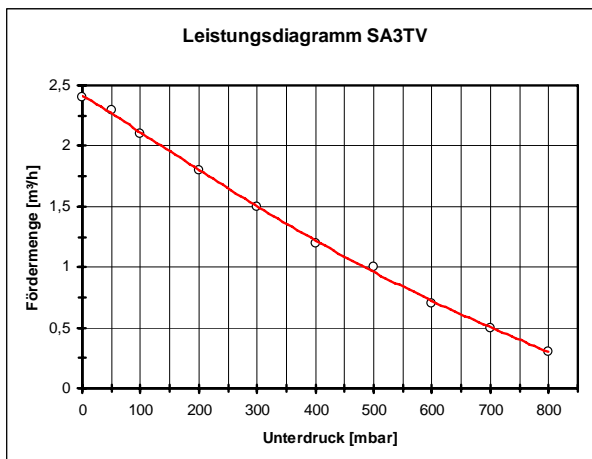
In a carrying rack material stainless-steel-square-tube 15 x 15 mm is installed:

- Drying-tower (material: PVC),
- flow meter with valve, range: 0,2-2.4 m<sup>3</sup>/h,
- rotary vane pump (vacuum: 800 mbar; performance: 3 m<sup>3</sup>/h; 230 V/1 A)
- Gas meter with thermometer (BK 4, 0,04 m<sup>3</sup>/h - 6m<sup>3</sup>/h)

Dimensions: approximately 340 x 340, high: 450, weight approximately 14 kg.

Before use check proper condition of the appliance. If any damages don't connect to the power supply, sent it to the manufacturer for your safety.

power supply; use protection according to your local regulations.



These products is according to / Dieses Produkt entspricht den EG-Richtlinien 89/336/EWG (Elektromagnetische Verträglichkeit, 23/73/EWG (Niederspannungsrichtlinie)

# Korrekturfaktor für Schwebekörperdurchflußmesser

Während eine Gasuhr bis zu einem bestimmten Druck (Über- oder Unterdruck) immer die tatsächliche, in einer bestimmten Zeit, durchgeleitete Gasmenge in m<sup>3</sup> anzeigt, ist dieses bei einem Schwebekörperdurchflußmesser nicht der Fall. Der Schwebekörperdurchflußmesser ist nur auf einen bestimmten Zustand kalibriert (auf der Anzeige angegeben). Die Gothe-Schwebekörperdurchflußmesser wurden bei einem absoluten Druck von 1000 mbar, einer Temperatur von 20°C und mit Luft (Normdichte 1,293 kg/m<sup>3</sup> bei 20°C und 1013 mbar) kalibriert. Die Anzeige vom Durchflußmesser bezieht sich auf den Normzustand (1013 mbar, 273 K). Zum Berechnen des tatsächlichen Volumenstroms, muß auf den jeweiligen Gaszustand korrigiert werden.

Zur Berechnung der tatsächlichen Durchflußmenge (entspricht der Durchflußmenge über eine Gasuhr):

$$\text{tatsächliche Durchflußmenge} = \text{Anzeige}(\text{Durchflußmesser}) \cdot \Sigma K$$

Soll eine definierte Menge durch den Schwebekörperdurchflußmesser hindurch strömen, so wird der Faktor wie folgt verwendet:

$$\text{Anzeige}(\text{Durchflußmesser}) = \frac{\text{gewünschte Durchflußmenge}}{\Sigma K}$$

## Berechnungsformel für die Korrekturfaktoren:

$$K_\delta = \sqrt{\frac{\delta_E}{\delta_B}}; K_t = \sqrt{\frac{293}{(273+t)}}; K_p = \sqrt{\frac{p}{1000}}$$

mit:  $\delta_B$ : Gasdichte i. N. [kg/m<sup>3</sup>]  
 $\delta_E$ : Eichgasdichte i. N. [kg/m<sup>3</sup>]  
 b: Umgebungsdruck [mbar]  
 p: Betriebsdruck [mbar]  
 $p_N$ : Normdruck (1013 mbar)  
 T: Normtemperatur (273 K)  
 t: Betriebstemperatur [°C]

## Berechnungsformel für die Änderung der Dichte eines Mediums:

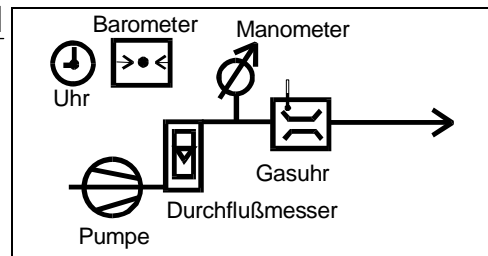
$$\delta_{E,B} = \delta_N \cdot \frac{(b \pm p) \cdot T}{p_N \cdot (T + t)}$$

$$\delta_N = \delta_{\text{Betrieb}} \cdot \frac{p_N \cdot (T + t)}{T \cdot (b \pm p)}$$

## Beispiel 1: Berechnung der einzustellenden Durchflußmenge am Schwebekörperdurchflußmesser

$$\text{Anzeige Durchflußmesser} = \frac{\text{gewünschte Menge [m}^3/\text{h]}}{\Sigma K}$$

In der Regel wird der Schwebekörperdurchflußmesser zum schnellen Einstellen des Volumenstromes bei der Probenahme verwendet. Die Gasuhr und **der Schwebekörperdurchflußmesser** befinden sich dann **hinter der Pumpe** zur Erfassung der abgesaugten Gasmenge. Soll am Schwebekörperdurchflußmesser der Gasvolumenstrom abgelesen werden, der für eine isokinetische Probenentnahme notwendig ist, wird über die Kenndaten des Gases der Korrekturfaktor berechnet. Ist die Normdichte des zu beprobenden Gases nicht bekannt, so kann sie über die stoffliche Zusammensetzung berechnet werden. Anschließend wird die Dichte im Betriebszustand und damit der Korrekturfaktor berechnet. Dafür ein Beispiel.



## Berechnung des Korrekturfaktors K:

### 1. Berechnung der Normdichte eines Mediums in Abhängigkeit seiner stofflichen Zusammensetzung:

Die Normdichte eines bekannten Vielstoffgemisches berechnet sich aus den Normdichten der einzelnen Komponenten jeweils in Abhängigkeit zum jeweiligen prozentualen Volumenanteil.

Enthält zum Beispiel ein Medium 20 Vol-% Kohlendioxid, 72 Vol-% Stickstoff, 6,5 Vol-% Sauerstoff und 1,5 Vol-% Kohlenmonoxid, berechnet sich die Normdichte wie folgt:

Verbindung	%-Anteil	Normdichte [kg/m <sup>3</sup> ] bei 100 %	Faktor (%-Anteil/100)	Ant. Normdichte
CO <sub>2</sub>	20	1,9770	0,2	0,3954
N <sub>2</sub>	72	1,2505	0,72	0,9004
O <sub>2</sub>	6,5	1,4290	0,065	0,0929
CO	1,5	1,2505	0,015	0,0188

Normdichte des Mediums in kg/m<sup>3</sup> (Summe): **1,4075**

Die Normdichte des Mediums im Beispiel beträgt demzufolge bei 1013 mbar und 273 K (trocken): 1,4075 kg/m<sup>3</sup>.

### Beispiel für die Berechnung:

<b>2. Parameter bei der Probenahme:</b>	Temperatur an der Gasuhr:	30°C
	stat. Druck an der Gasuhr (Überdruck):	+3 mbar
	Barometrischer Luftdruck:	1000 mbar
	Normdichte des Mediums:	1,4075 kg/m <sup>3</sup>
	Gewünschter Durchfluss:	5 m <sup>3</sup> /h

### 3. Berechnung der Dichte des o.g. Gasmisches im Betriebszustand und des Korrekturfaktors:

$$\text{Anzeige}(\text{Durchflußmesser}) = \frac{\text{gewünschte Menge}[\text{m}^3/\text{h}]}{\Sigma K}$$

$$K_{\delta} = \sqrt{\frac{\delta_E}{\delta_B}} = \sqrt{\frac{1,293}{1,4075}} = 0,959 \quad K_t = \sqrt{\frac{t_{cal}}{(T+t)}} = \sqrt{\frac{293}{303}} = 0,983 \quad K_p = \sqrt{\frac{p}{1000}} = \sqrt{\frac{1003}{1000}} = 1,002$$

$$V_{\text{Anzeige}} = V_{\text{gewünscht}} \cdot \frac{(b \pm p) \cdot T}{p_N \cdot (T+t)} \cdot \frac{1}{K_{\delta}} \cdot \frac{1}{K_t} \cdot \frac{1}{K_p} = 5 \cdot \frac{(1000+3) \cdot 273}{1013 \cdot (273+30)} \cdot 1,059 = 4,72 \text{ m}^3/\text{h}$$

Daraus folgt: Es müssen an der Anzeige des Schwebekörperdurchflussmessers 4,72 m<sup>3</sup>/h eingestellt werden, damit im Betriebszustand 5 m<sup>3</sup>/h durch das System strömt.

Oder:

$$\text{Durchflußmenge}(\text{Gasuhr}) = \text{Anzeige}(\text{Durchflußmesser}) \cdot \Sigma K$$

$$V_{\text{tatsächlich}} = V_{\text{Anzeige}} \cdot \frac{p_N \cdot (T+t)}{(b \pm p) \cdot T} \cdot K_{\delta} \cdot K_t \cdot K_p = 4,72 \cdot \frac{1013 \cdot (273+30)}{(1000+3) \cdot 273} \cdot 0,945 = 5,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

Im Beispiel: 5 m<sup>3</sup>/h strömen tatsächlich durch den Durchflussmesser, wenn der Schwebekörper bei 4,72 m<sup>3</sup>/h steht.

**Achtung: Störungen in der Anzeige (Fehlanzeige) können durch vorgeschaltete Pumpen (Kohleschieber- und Membranpumpen) entstehen. Zur Vermeidung muss ein Pulsationsdämpfer vor den Durchflussmesser gesetzt werden! Durchflussmesser mit der Gasuhr einkalibrieren.**

## Correction Factor for the Rotameter

While a gas volume meter up to a certain pressure (over - or vacuum) always indicate the actual flowing volume, is this not the case by a rotameter. The rotameter is calibrated only at one certain condition (on the ad declared). The Gothe-rotameter was calibrated at a barometric pressure of 1000 mbar, temperature of 293 K and with air (standard condition density 1,293 kg/m<sup>3</sup>). The add show the volume flow at standard condition. To calculate the actual gas flow through the rotameter you must use a correction factor and the correction to operating condition.

The scale of the rotameter is for air (density NPT: 1.293 kg/m<sup>3</sup>) at 273K. Correction factors (K) must be used if the temperature and/or pressure and/or the density change:

To calculate the density: Formula 1+2

$$\delta_{\text{operating}} = \delta_N \cdot \frac{(b \pm p) \cdot T}{p_N \cdot (T+t)}$$

$$\delta_N = \delta_{\text{operating}} \cdot \frac{p_N \cdot (T+t)}{T \cdot (b \pm p)}$$

$\delta_B$ : gas density NPT [kg/m<sup>3</sup>]  
 $\delta_E$ : calibrate density NPT [kg/m<sup>3</sup>]  
b: atmospheric pressure [mbar]  
p: operating pressure [mbar]  
 $p_N$ : NPT-pressure (1013 mbar)  
T: NPT temperature (273 K)  
t: operating temperature [°C]

**Formula 3: to calculate the calibration factor**

$$K_{\delta} = \sqrt{\frac{\delta_E}{\delta_B}}, \quad K_t = \sqrt{\frac{293}{(273+t)}}, \quad K_p = \sqrt{\frac{p}{1000}}$$

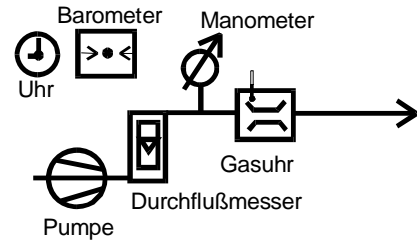
How to use the correction factor:

**Formula 4:**

$$\text{Volume}(\text{gasmeter}) = \text{scale}(\text{rotameter}) \cdot \Sigma K$$

**Formula 5:**

$$\text{scale}(\text{rotameter}) = \frac{\text{volume}(\text{gasmeter})}{\Sigma K}$$



**Example 1:**

Gas compounds: 20 Vol-% CO<sub>2</sub>, 72 Vol-% N<sub>2</sub>, 6,5 Vol-% O<sub>2</sub>, 1,5 Vol-% CO

Temperature at the gas meter: 30°C,

stat. pressure at gas meter: +3 mbar, barometric pressure: 1000 mbar,

NPT-density: 1,4074 kg/m<sup>3</sup>, wished gas flow: 5 m<sup>3</sup>/h

calculate the density (NPT):

	%-Volume	NPT-density [kg/m <sup>3</sup> ] at 100 %	(%-Vol/100)	%-density
CO <sub>2</sub>	20	1,9770	0,15	0,3954
N <sub>2</sub>	72	1,2505	0,80	0,9004
O <sub>2</sub>	6,5	1,4290	0,035	0,0929
CO	1,5	1,2505	0,015	0,0188
			Density (NPT):	<b><u>1,4074</u></b>

In standard situations, the flowmeter is in front of the gas meter and behind the gas tight pump. What must indicate the flowmeter if 5 m<sup>3</sup>/h should flow through the gas meter for isokinetic sampling:

$$\text{scale}(\text{rotameter}) = \frac{\text{volume}(\text{gasmeter})}{\Sigma K}$$

$$K_{\delta} = \sqrt{\frac{\delta_E}{\delta_B}} = \sqrt{\frac{1,293}{1,4075}} = 0,959, \quad K_t = \sqrt{\frac{t_{cal}}{(T+t)}} = \sqrt{\frac{293}{303}} = 0,983, \quad K_p = \sqrt{\frac{p}{1000}} = \sqrt{\frac{1003}{1000}} = 1,002$$

$$V_{indicated} = V_{desired} \cdot \frac{(b \pm p) \cdot T}{p_N \cdot (T+t)} \cdot \frac{1}{K_{\delta}} \cdot \frac{1}{K_t} \cdot \frac{1}{K_p} = 5 \cdot \frac{(1000+3) \cdot 273}{1013 \cdot (273+30)} \cdot 1,059 = 4,72 \text{ m}^3 / \text{h}$$

In this example: At the scale of the rotameter must indicate 4,72 m<sup>3</sup>/h. , if 5 m<sup>3</sup>/h on operating condition should flow through the gas meter.

Or:

At the scale at the rotameter is shown 4,72:

$$\text{Volume}(\text{gasmeter}) = \text{scale}(\text{rotameter}) \cdot K$$

$$V_{real} = V_{indication} \cdot \frac{p_N \cdot (T+t)}{(b \pm p) \cdot T} \cdot K_{\delta} \cdot K_t \cdot K_p = 4,72 \cdot \frac{1013 \cdot (273+30)}{(1000+3) \cdot 273} \cdot 0,945 = 5,0 \text{ m}^3 / \text{h}$$

On operating condition flow through the rotameter 5 m<sup>3</sup>/h if the scale show 4,72 m<sup>3</sup>/h.

**Respect: Disturbances in the ad (dead loss) can happen through pumps in front of the flowmeter (rotary vane- and membrane-pumps). To avoid this, use a pulsation dumper in front of the flowmeter! Calibrate the flowmeter with the gas meter.**

## Gaszähler

Widerstandsfähige und robuste Ausführung (Innenteile aus Kunststoff). Unsere Empfehlung: Den Trockenturm vor den Gaszähler setzen, damit trockene Luft strömt. Nach der Messung Gaszähler und Vakuumpumpe mit ~ 500 l trockener und sauberer Luft durchströmen lassen. Betriebstemperatur: -20 bis 60°C, Eichfehlergrenzen: ab 0,2  $Q_{\max}$ : 1,5 %, komplett mit Rohrbögen und Schlauchanschluss-Schnellkupplungen

Mit Unterdruckmesser -400 bis 0 mbar und Thermometer 0-60°C

Durchflussbereich (Q): 0,04 m<sup>3</sup>/h bis 6,0 m<sup>3</sup>/h

Best.-Nr.: 21.02

Durchflussbereich (Q): 0,06 m<sup>3</sup>/h bis 10,0 m<sup>3</sup>/h

Best.-Nr.: 21.01

Ohne Unterdruckmesser -400 bis 0 mbar, mit Thermometer 0-60°C

Durchflussbereich (Q): 0,04 m<sup>3</sup>/h bis 6,0 m<sup>3</sup>/h

Best.-Nr.: 21.04

Durchflussbereich (Q): 0,06 m<sup>3</sup>/h bis 10,0 m<sup>3</sup>/h

Best.-Nr.: 21.03

## Gasmeter

resistant and durable finish (interior parts out of plastic). Our recommendation: Place the drying tower in front of the gas meter so that dry air flows in. Let ~ 500 l of dry and clean air flow through the gas meter and vacuum pump after the measurement. Operating temperature: -20 to 60°C, limits of calibration errors: from 0,2  $Q_{\max}$ : 1.5 %, complete with tube bends and quick release hose connector;

with vacuum gauge -400 to 0 mbar and thermometer 0-60°C;

flow range (Q): 0.04 m<sup>3</sup>/h to 6.0 m<sup>3</sup>/h

Order-No.: 21.02

flow range (Q): 0.06 m<sup>3</sup>/h to 10.0 m<sup>3</sup>/h

Order-No.: 21.01

without vacuum gauge -400 to 0 mbar, with thermometer 0-60°C

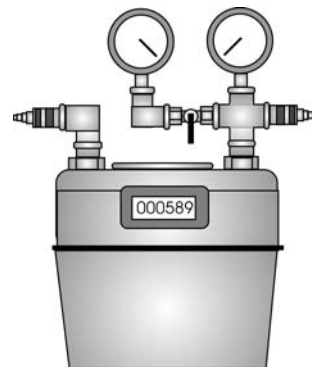
flow range (Q): 0.04 m<sup>3</sup>/h to 6.0 m<sup>3</sup>/h

Order-No.: 21.04

flow range (Q): 0.06 m<sup>3</sup>/h to 10.0 m<sup>3</sup>/h

Order-No.: 21.03

**von Pumpe →**  
**from Pump**



**→ Ausgang**  
**Exit**