

## Bedienungsanleitung Vakuumpumpen Instruction Manual Vacuum Pump

### Gasdichte Kohleschieber-Vakuumpumpen SB

Besonders wartungsarm, widerstandsfähig und leistungsstark, 230 V, mehr als 600 mbar Unterdruck, kann vor dem Gaszähler eingesetzt werden, da gasdicht (Falschlucht < 0,1 %). Ausstattung: Mit Regulierventil, lässt sich bis auf 200 l/h reduzieren. (Da die Gasmenge im Kreislauf geführt und nicht die Pumpenleistung gedrosselt wird, ist die Pumpe besonders langlebig), mit Unterdruckmanometer (-1 bis 0 bar). Ein-/Aus-Schalter, Schlauchanschluss-Schnellkupplung und eingebautem Sieb in der Schnellkupplung vom Eingang.

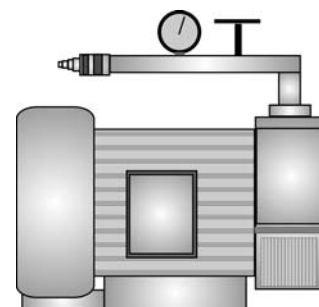
Die Saugseite ist der Anschluss mit dem Unterdruckmanometer. An die Druckseite wird der DämpfungsfILTER und der Durchflussmesser mit Gaszähler angeschlossen. Ohne Dämpfungsglied, jeweils mit Schlauch an der Ein- und Ausgangseite, würde der Durchflussmesser erhebliche Abweichung aufzeigen. Wir empfehlen immer eine zusätzliche Faktorbestimmung des Durchflussmessers für den Einsatz zur Regelung! Das Unterdruckmanometer kann zur Kontrolle für den Filter verwendet werden. Bei Filterriss ist deutlich weniger Unterdruck vorhanden. Für den einfachen Dichtigkeitstest, wird der Eingang der Pumpe oder Lanze verschlossen und die Pumpe auf den während der Probenahme zu erwartenden Unterdruck eingestellt. An dem am Ausgang der Pumpe angeschlossenen Gaszähler muss jetzt der Volumenstrom zum erliegen kommen oder kleiner 2 % sein. Pumpe nur mit trockenem, nicht korrosivem Gas betreiben. Bei Betrieb mit Gasfeuchte unbedingt nachträglich die Pumpe mit trockener Luft weiterlaufen lassen, bevor die Pumpe gelagert wird, damit der Pumpenkopf trocken ist.

**Leistung: 6 m<sup>3</sup>/h**, 0 mbar (3,8 m<sup>3</sup>/h bei -300 mbar)

Gewicht ~ 12 kg, 220V, 2,2 A Best.-Nr.: 17.03

**Leistung: 10 m<sup>3</sup>/h**, 0 mbar (5,7 m<sup>3</sup>/h bei -300 mbar)

Gewicht ~ 15 kg, 220V, 3,3A Best.-Nr.: 17.04



### Gas-Tight Dry Running Rotary Vane Vacuum Pumps SB

Particularly little maintenance requirements, resistant and highly efficient, 230 V, more than 600 mbar vacuum, can be installed in front of the gas meter because the pump is gas-tight (no wrong air < 0,1%) with flow control valve, can be reduced down to 200 l/h (since the mass of gas is led within the cycle and the pump performance is not slowed down, the pump is particularly durable), with vacuum manometer (-1 to 0 bar). On/off switch, quick release hose connector and integrated sieve filter in the hose connector at the entry.

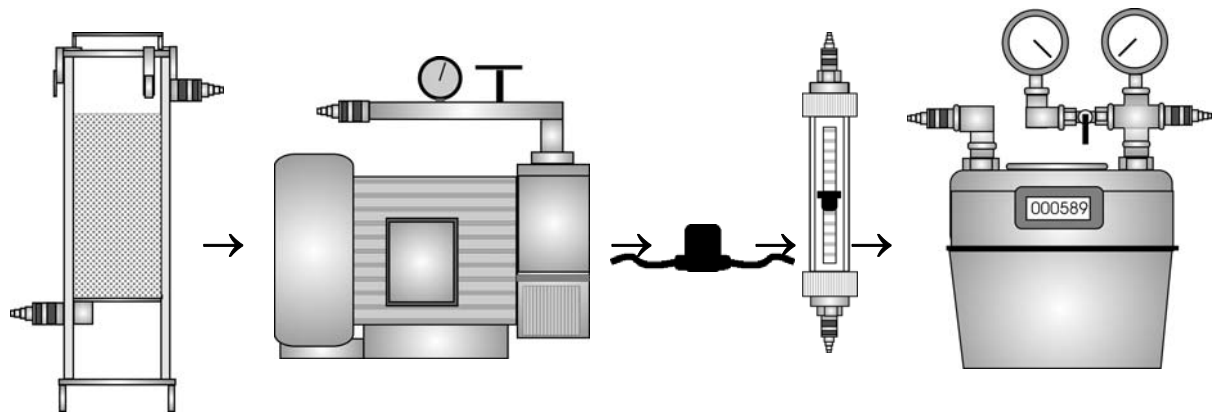
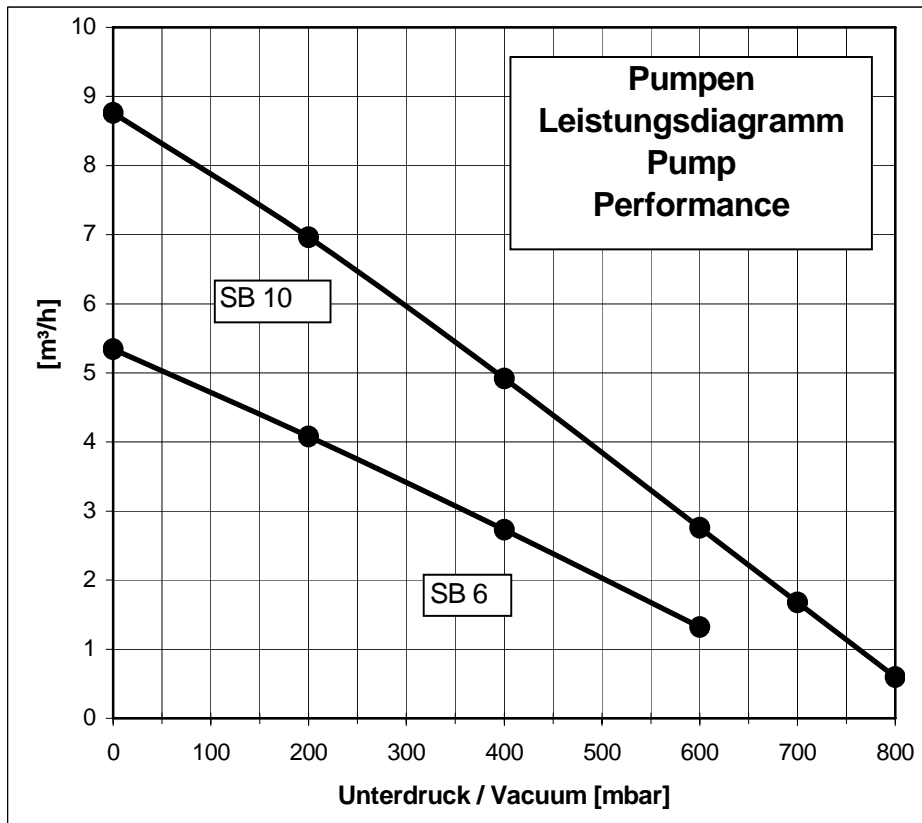
The entrance (vacuum) is the connection with the vacuum-pressure gauge. The exit must be connected with the pulsation damper, flowmeter and gas meter. The flowmeter shows incorrect values if the damper (both sides with hoses) is not used. To use the flowmeter for the regulation, the factor should be determinate. The vacuum-pressure gauge can use to control the filter. In case of a filter-rip, you can see at the gauge that the vacuum decrease. The simplest control for a leak test is to lock the entrance of the pump or probe and set the pump on the vacuum that will be during the sampling. The gas flow trough the gas meter which is set at the exit of the pump must be lower than 2 %. Use pump only with dry and not corrosive gases. If using sticky gas, it is necessary to run the pump after it with dry air to drying the pump head.

**performance: 6 m<sup>3</sup>/h**, 0 mbar (3,8 m<sup>3</sup>/h at -400 mbar)

Weight ~ 12 kg, 220V, 2,2 A Order-No.: 17.03

**performance: 10 m<sup>3</sup>/h**, 0 mbar (5,7 m<sup>3</sup>/h at -400 mbar)

Weight ~ 15 kg, 220V, 3,3A Order-No.: 17.04



Reihenfolge:

Düse – Filter – Krümmer – Absaugrohr – Trockenturm – Pumpe – Pulsationsdämpfer –  
Durchflussmesser – Gasuhr

Construction Sequence

Nozzle – Filter – Bent – Suction Tube – Drying Tower – Pump – pulsation damper –  
Flowmeter – Gas Meter

## 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):

$$\text{tatsächliche Durchflußmenge} = \text{Anzeige(Durchflußmesser)} \cdot K_\delta \cdot K_t \cdot K_p$$

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

$$\text{Anzeige(Durchflußmesser)} = \frac{\text{gewünschte Durchflußmenge}}{K_\delta \cdot K_t \cdot K_p}$$

### 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<sub>N</sub>: Normdruck (1013 mbar)  
 T: Normtemperatur (273 K)  
 t: Betriebstemperatur [°C]

### Berechnungsformel für die Änderung der Dichte eines Mediums:

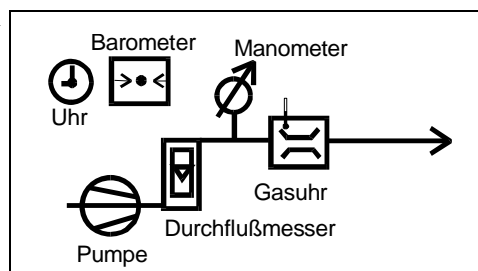
$$\delta_{E,B} = \delta_N \cdot \frac{(b \pm p) \cdot T}{p_N \cdot (T + t)}$$

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

### Beispiel 1: Berechnung der einzustellenden Durchflußmenge am Schwebekörperdurchflußmesser

$$\text{Anzeige Durchflußmesser} = \frac{\text{gewünschte Menge [m}^3\text{/h]}}{K_\delta \cdot K_t \cdot K_p}$$

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. Gasgemisches im Betriebszustand und des Korrekturfaktors:**

$$\text{Anzeige}(\text{Durchflußmesser}) = \frac{\text{gewünschte Menge [m}^3/\text{h]}}{K_\delta \cdot K_t \cdot K_p}$$

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

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

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:

$$\text{Durchflußmenge}(\text{Gasuhr}) = \text{Anzeige}(\text{Durchflußmesser}) \cdot K_\delta \cdot K_t \cdot K_p$$

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

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**

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

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

**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:

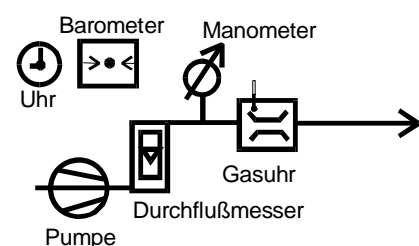
**Formula 4:**

$$\text{Volume}(\text{gasmeter}) = \text{scale}(\text{rotameter}) \cdot K_\delta \cdot K_t \cdot K_p$$

**Formula 5:**

$$\text{scale}(\text{rotameter}) = \frac{\text{volume}(\text{gasmeter})}{K_\delta \cdot K_t \cdot K_p}$$

$\delta_B$ : 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]



**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>1,4074</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:

$$scale(rotameter) = \frac{volume(gasmeter)}{K_{\delta} \cdot K_t \cdot K_p}$$

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

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

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:

$$Volume(gasmeter) = scale(rotameter) \cdot K$$

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

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

## Gas meter

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

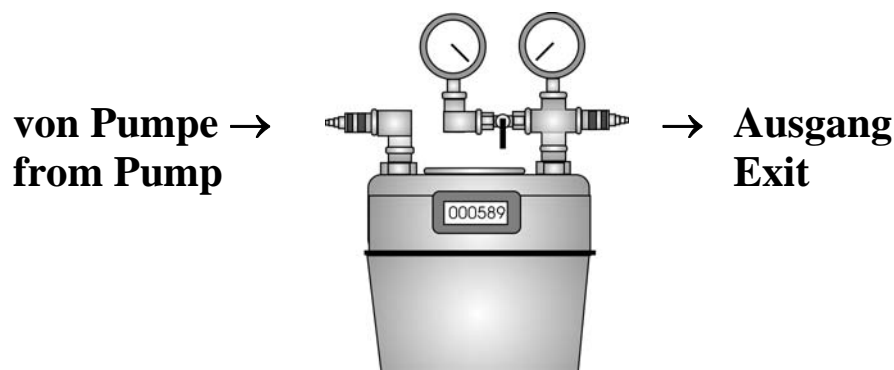
without vacuum gauge -400 to 0 mbar, with thermometer 0-60°C

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



**Anhang: Zeichnung Pumpe und Werkprüfprotokoll Gaszähler**  
**Enclosed: Drawing Pump and Calibration Certificate Gas meter**