

# EL-FLOW®

THERMISCHE MASSEDURCHFLUSSMESSER UND -REGLER FÜR GASE



DURCHFLUSSBEREICHE (LUFT):

MIN. 0-1 ml<sub>n</sub>/min; MAX. 0-1250 l<sub>n</sub>/min

DRUCKSTUFEN BIS MAX. 400 BAR

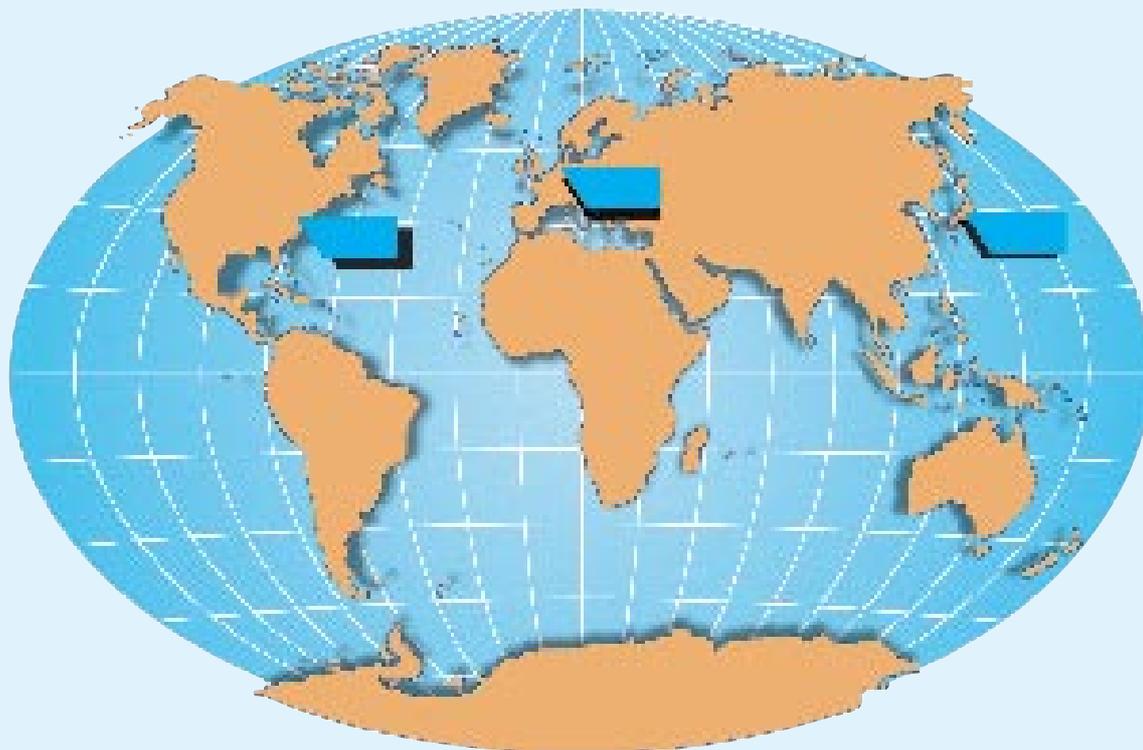
GENAUE 3F-KALIBRIERUNG

KEINE BEWEGLICHEN TEILE

KURZE ANSPRECHZEIT

MODULARE BAUWEISE

**BRONKHORST**  
**HI-TEC**



HIER WERDEN BHT-GERÄTE PRODUZIERT

Die Firma wurde 1981 gegründet und hat ihren Sitz seit 1983 in Ruurlo/NL. Heute bietet sie auf dem Gebiet der thermischen Masse-durchflussmessung und -regelung das marktweit umfangreichste Produktprogramm an.

Es gliedert sich in Ausführungen für den Laboreinsatz, allgemeine industrielle Anwendungen und solche unter Ex-Bedingungen. Zufriedene Kunden, marktgerechte Innovationen und eine hohe Produktqualität waren und sind die Basis des Erfolges von Bronkhorst High-Tech. 1987 errang die Firma den "König-Wilhelm I-Preis" für junge, erfolgreiche Unternehmen. 1992 qualifizierte sie sich nach ISO 9001 und in 1995 nach ISO 14001.

Vereinbarungen über technische Zusammenarbeit bestehen zwischen Bronkhorst High-Tech

und den Firmen Porter Instrument in der USA und Oval Techno Corporation in Japan. Sie stellen sicher, dass gleiche Produkte dort kundennah hergestellt werden und Reparaturen einschließlich Garantiarbeiten an den verschiedenen Produktionsstandorten möglich sind.

Die Verkaufs- und Service-Organisation in den deutschsprachigen Ländern ist rechts dargestellt. In den anderen europäischen Ländern hat Bronkhorst High-Tech ebenfalls ein Netz von Vertriebspartnern und Servicestationen aufgebaut, wie die Graphik auf Seite 3 zeigt.

Daneben ist die Firma vertreten in den folgenden Ländern: Australien, Neuseeland, Israel, Indien, Südafrika, Korea und Brasilien.



- VERKAUFVERTRETUNG
- VERTRIEBSPARTNER MIT SERVICE- UND KALIBRIERMÖGLICHKEITEN

**VERTRIEBSPARTNER IN DEUTSCHLAND:**  
(PLR = Postleiträume)

**NORD**

(PLR 06, 10-18, 20-29, 30-34, 37-39, 40-49, 50-53, 57-59):

- MÄTTIG MESS- UND REGELTECHNIK VERTRIEBS-GmbH  
Märkische Straße 9-11  
59423 Unna  
Telefon 02303-25057-0  
Telefax 02303-12644

- BÜRO HAMBURG  
Telefon 040-63664047  
Telefax 040-63664049

- BÜRO BERLIN  
Telefon 03362-500244  
Telefax 03362-599245

**Süd**

(PLR 01-05, 07-09, 35-36, 54-56, 60-69, 70-79, 80-89, 90-99):

- DIPL.-ING. WAGNER MESS- UND REGELTECHNIK GmbH  
Pirazzistraße 18,  
63067 Offenbach  
Telefon 069-8297760  
Telefax 069-82977610

- BÜRO MÜNCHEN  
Telefon 089-958357-81  
Telefax 089-958357-82

**VERTRIEBSPARTNER ÖSTERREICH:**

- HL HARALD HLAFKA  
MESS- UND REGELTECHNIK  
Franz-Martin-Straße 6a/11  
A-5020 Salzburg  
Telefon 0662-439484  
Telefax 0662-439223

**VERTRIEBSPARTNER SCHWEIZ:**

- BRONKHORST (SCHWEIZ) AG  
Nenzlingerweg 5  
CH-4153 Reinach  
Telefon 061-7159070  
Telefax 061-7159079

Dieser Katalog befasst sich mit den Geräten der Serie EL-FLOW. Das sind Massedurchflussmesser und -regler in modularem Aufbau, deren Elektronikgehäuse auf Laborbedingungen zugeschnitten ist. Daneben wird eingegangen auf die Baureihen LOW- $\Delta$ P-FLOW und COMBI-FLOW, beides Varianten für spezielle Bedingungen. Für Anwendungen außerhalb dieses Spektrums stehen andere Baureihen zur Verfügung (s. Seite 23 und Übersichtskatalog)

■ INHALTSVERZEICHNIS	SEITE
Produktionsstandorte, Service- und Vertriebs-Organisation	2 - 3
Kurzeinführung in den Katalog und Inhaltsverzeichnis	3
Einführung	4
Messprinzip	5
EL-FLOW Massedurchflussmesser für Gase	6
EL-FLOW Massedurchflussregler für Gase	7
Typenübersicht, Abmessungen und Gewichte	8
Technische Spezifikationen	9
Regelventile	10 - 11
Modellnummernschlüssel, Bestellangaben	12
EL-FLOW-Digital	13
LOW- $\Delta$ P-FLOW	14
COMBI-FLOW	15
Die besonderen Leistungen von Bronkhorst High-Tech	16 - 17
Auswertesysteme	18 - 20
Zubehör	21
Anwendungsschemata	22
Andere Produkte von Bronkhorst High-Tech	23

# EINFÜHRUNG

## ■ WAS HEISST MASSE? WAS HEISST $I_n$ ODER $mI_n$ ?

Stellen Sie sich einen Zylinder von 1 l Inhalt vor, der mit einem beweglichen (gewichtslosen) Kolben verschlossen ist. Darin ist 1 l Luft unter Umgebungsdruck, rund 1 bar. Das sind 1,293 g, das ist die Masse.

Bewegen wir den Kolben jetzt in Richtung Boden bis zur Mitte des Zylinders, so nimmt die eingeschlossene Luft nur noch das Volumen von  $\frac{1}{2}$  Liter ein, der Druck ist auf 2 bar gestiegen, aber *die Masse ist unverändert* 1,293 g. Es ist ja nichts hinzu- oder weggekommen.

Massedurchfluss sollte man eigentlich folgerichtig in Einheiten wie g/h, mg/s oder dergl. messen.

Die meisten Anwender denken und arbeiten aber in Volumeneinheiten. Kein Problem, aber man musste sich auf Normbedingungen einigen, unter denen Masse in Volumen umgerechnet wird. Man einigte sich auf 0°C und 1,013 bar. Die Kennzeichnung erfolgt durch den tiefgestellten Buchstaben n bei der betreffenden Volumeneinheit.

Die unmittelbare Massedurchflussmessung rechnet also immer auf diese Normbedingungen um, es sei denn, Sie wünschen es anders. So gibt es z.B. Standardbedingungen die auf 20°C statt 0°C bezogen sind. Wird der Unterschied nicht beachtet, ergibt sich ein Fehler von rund 7%!

## ■ MASSEDURCHFLUSSMESSUNG IST GENAUER.

Andere Verfahren messen Strömungsgeschwindigkeit, Volumenstrom oder Differenzdruck. Sie sind nur mittelbar - nämlich über Korrektur nach Druck und Temperatur - in der Lage, eine Aussage über den Massedurchfluss zu machen. Die unmittelbare Messung des Massedurchflusses ist also generell genauer. Hinzu kommt die hohe Messspanne von 1:50.

## ■ BRONKHORST HI-TEC MASSEDURCHFLUSSMESSER UND -REGLER SIND BESONDERS GENAU.

Aufgrund einiger patentierter Bauteile und besonderer Verfahren bei der Kalibrierung erreichen die Analog-Geräte Genauigkeiten und Wiederholgenauigkeiten, die andere Fabrikate nur mit Digitaltechnik erzielen (s. Seiten 9 und 16). Sprechen Sie mit Ihrem regionalen Anwendungsberater über die für Ihren Fall erforderliche Genauigkeit.

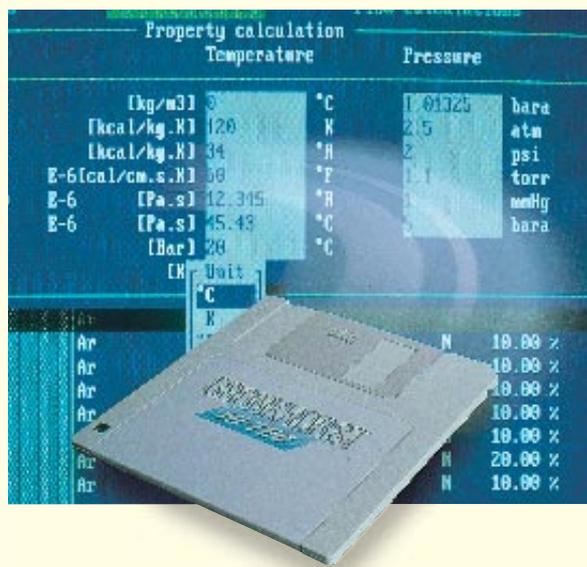
## ■ DIE ROLLE DES REGELVENTILS IST NICHT ZU UNTERSCHÄTZEN.

Nur Bronkhorst High-Tech stellt verschiedene Baureihen zur Verfügung, die nicht nur Drücke bis 400 bar (u. darüber hinaus) beherrschen, sondern auch mit hohen und besonders niedrigen Differenzdrücken fertig werden und mit großen Durchflüssen. Durch modularen Aufbau können die Ventile veränderten Betriebsbedingungen vor Ort angepasst werden (s. Seite 10/11).

## ■ FAKTORTABELLEN SIND OUT.

Erstmalig verzichten wir in dieser Druckschrift auf die bisher obligate Liste. Stattdessen profitieren die Hi-Tec-Anwender kostenlos von den sehr viel genaueren Umrechnungsfaktoren, die mit dem FLUIDAT-Programm (s. Seite 17) individuell ermittelt werden. Wer häufig die Gassorte oder die Gaszusammensetzung wechselt, für den lohnt sich der Erwerb der Software.

Registrieren Sie sich kostenlos unter [www.fluidat.com](http://www.fluidat.com).



## ■ SIE HABEN DIE WAHL,

ob Sie (z.B. als OEM) nur das Kompaktgerät kaufen, oder mitsamt der nach Ihren Anforderungen konfigurierten Peripherie (s. Seiten 18/20). Ihr Vertriebspartner berät Sie dabei.

Ergänzend zu diesen einführenden Informationen lesen Sie bitte auch das Kapitel auf Seite 16/17:

“Die besonderen Bronkhorst High-Tech-Leistungen.”

# DAS PRINZIP DER THERMISCHEN MASSEDURCHFLUSSMESSUNG UND -REGELUNG FÜR GASE

Zur Messung des Massedurchflusses kann man sich verschiedener Methoden bedienen. Deshalb möchten wir in diesem Kapitel denjenigen Antwort geben, die gerne über das von Bronkhorst High-Tech B.V. ausschließlich verwendete *thermische Messprinzip* etwas wissen möchten.

Der Anwender benötigt diese Kenntnisse keinesfalls, um Hi-TEC-Geräte erfolgreich einsetzen zu können. Wie so oft aber schaden sie nicht und machen sogar einige Dinge besser verständlich, was das Zeit- und Regelverhalten der Geräte betrifft.

## ARBEITSPRINZIP

Wie die Abbildung A erkennen lässt, fließt eine Teilmenge durch den *Sensor*. Dabei wird sie durch die Heizung  $R_H$  erwärmt. Dadurch driften die gemessenen Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  auseinander, wie es in Abbildung B zu erkennen ist. Aus den Gleichungen für  $\Delta T$  lässt sich erkennen, dass die Temperaturdifferenz dem Massedurchfluss direkt proportional ist.

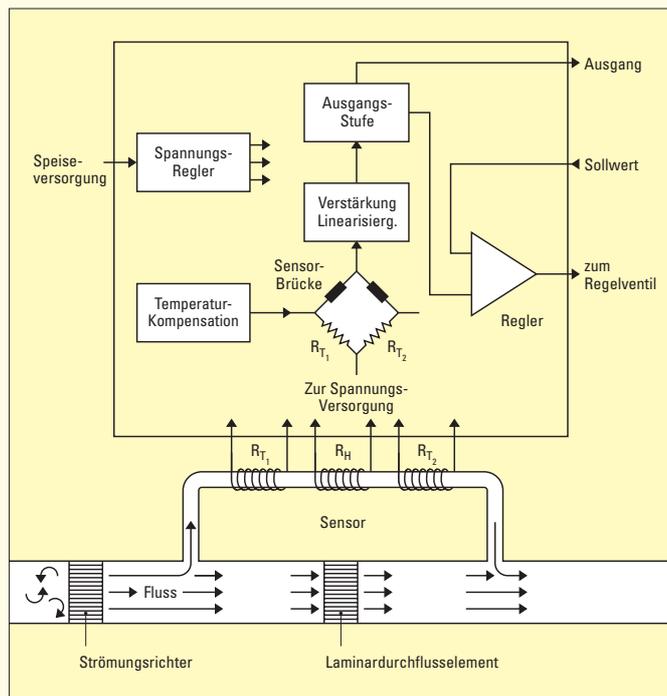


ABBILDUNG A

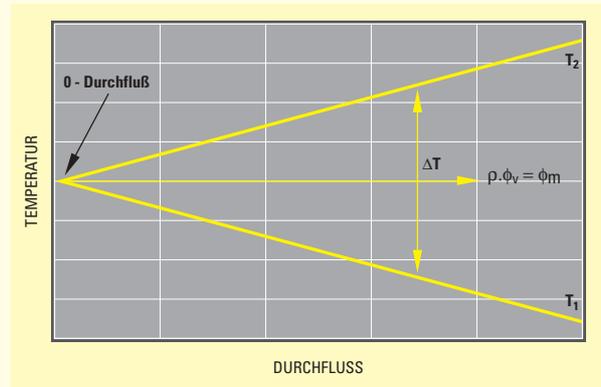


ABBILDUNG B

$$\Delta T = k \cdot C_p \cdot \rho \cdot \phi_v$$

oder

$$\Delta T = k \cdot C_p \cdot \phi_m$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 \text{ in Kelvin}$$

$$C_p = \text{Spezifische Wärme}$$

$$\rho = \text{Dichte}$$

$$\phi_v = \text{Volumendurchfluss}$$

$$\phi_m = \text{Massedurchfluss}$$

Elektrisch stellen sich die Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  als veränderliche Widerstände  $R_{T1}$  und  $R_{T2}$  dar. In nebenstehender Abbildung A ist dargestellt, wie die daran abgegriffenen Messwerte zu elektrischen Ausgangssignalen verarbeitet werden. Es ist zu erkennen, dass alle gängigen Ausgangssignale wahlweise verfügbar sind.

Bei angeschlossenen Reglern wird das Ausgangssignal ständig mit einem Sollwertsignal verglichen, das von einer Spannungsquelle geliefert wird. Weichen Sollwert und Istwert voneinander ab, wird die Ventilansteuerung geändert, bis beide Signale wieder übereinstimmen.

Soviel war an dieser Stelle zum Prinzip zu sagen, wie es in seiner grundlegenden Form in technologisch unterschiedlicher Ausprägung angewendet wird. Dieses Prinzip hat sich als fundiert und praktikabel erwiesen. Was Bronkhorst High-Tech B.V. Besonderes daraus gemacht hat, lesen Sie im Kapitel "Die besonderen Bronkhorst High-Tech-Leistungen" (Seiten 16 bis 17).

# EL-FLOW® MASSEDURCHFLUSSMESSER FÜR GASE

## ALLGEMEINES

Geräte der Serie EL-FLOW sind Massedurchflussmesser und -regler in modularem Aufbau, deren Elektronikgehäuse auf Laborbedingungen zugeschnitten ist. Um aus dem Massedurchflussmesser einen Regler zu machen, wird er mit einem Regelventil ausgestattet, das normalerweise integriert ist, (s. nächste Seite) aber auch separat montiert werden kann.

## EIGENSCHAFTEN DER EL-FLOW MASSEDURCHFLUSSMESSER

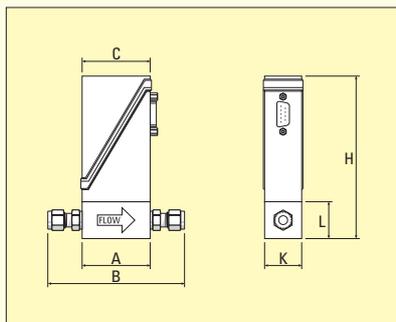
- Keine beweglichen Teile.
- Alle Metalloberflächen elektrochemisch poliert.
- Kurze Ansprechzeit.
- Durchflusscomputer unnötig.
- Temperaturmessung unnötig.
- Druckmessung unnötig.
- Geringer Druckverlust.
- Betriebsdrücke bis 400 bar, (höher auf Anfrage).
- Geringe Lageempfindlichkeit.

Diese Serie umfasst Gasdurchflüsse zwischen dem Kleinstbereich 0,02...1 ml<sub>n</sub>/min und dem Größtbereich 25...1250 l<sub>n</sub>/min.

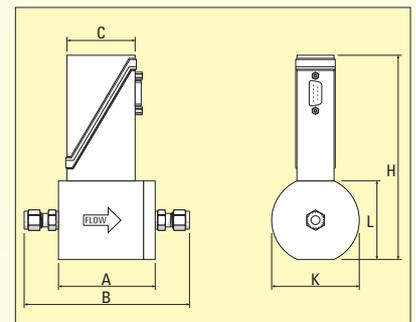
Sie zeichnet sich aus durch einen geringen Druckverlust von max. 35 mbar beim Skalenendwert für Baureihen F-110C/F-111C und 70 mbar für Baureihen F-112AC/F-113AC. Wo auch das noch zu hoch ist, kann auf die Baureihe LOW-ΔP-FLOW (s. Seite 14) zurückgegriffen werden.

## ANWENDUNGSBEISPIELE

- Analysen- und Umwelttechnik.
- Gasdurchflussüberwachung in der Lebensmittel-Technik, in der Chemie und Petrochemie.
- Gasverbrauchsmessung zur internen Kostenkontrolle in Versorgungsnetzen (Zählung).
- Messung der Gasentwicklung an Accumulatoren.
- Permeatmessung an Filtern und Membranen.
- Durchsatzmessung an Düsen.
- Messung der H<sub>2</sub>-Aufnahme bei Hydrierung.
- Dichtigkeitsprüfungen.



EL-FLOW F-111C



Modell	Abmessungen (mm)						Gew. (kg)
	A	B	C	H	K	L	
F-110C/F-111C	47	97	46	111	25	25	0,4

Abmessungen und Gewichte von anderen Modellen auf Anfrage.

Modell	Abmessungen (mm)						Gew. (kg)
	A	B	C	H	K	L	
F-112AC	65	115	47	139	59	53	1,3
F-113AC	112	181	47	153	74	67	3,0

## DURCHFLUSSMESSBEREICHE (AUF BASIS LUFT)

Messbereich	Druckstufe				
	minimal	maximal	100 bar	200 bar	400 bar
0,02.....1 ml <sub>n</sub> /min	0,2.....10 ml <sub>n</sub> /min	F-110C			
0,2.....10 ml <sub>n</sub> /min	0,3.....15 ml <sub>n</sub> /min	F-111C	F-120M	F-130M	
0,3.....15 ml <sub>n</sub> /min	0,3.....15 l <sub>n</sub> /min	F-111C	F-121M	F-131M	
0,2.....10 l <sub>n</sub> /min	5.....250 l <sub>n</sub> /min	F-112AC	F-122M	F-132M	
2.....100 l <sub>n</sub> /min	25.....1250 l <sub>n</sub> /min	F-113AC	F-123M	F-133M	

# EL-FLOW® MASSEDURCHFLUSSREGLER FÜR GASE

## ALLGEMEINES

EL-FLOW Massedurchflussregler sind die einzigen am Markt, die Durchflussbereiche zwischen 0...1 ml<sub>n</sub>/min und 0...1250 l<sub>n</sub>/min und Betriebsdrücke zwischen Vacuum und 400 bar mit einer einzigen Geräteserie abdecken. Die zu dieser Serie gehörenden Baureihen sind auf Seite 8 aufgeführt. Alle Geräte einer Baureihe haben gleiche Abmessungen.



EL-FLOW F-201C

Bronkhorst Hi-Tec-Geräte der Serie EL-FLOW bieten Besonderes hinsichtlich:

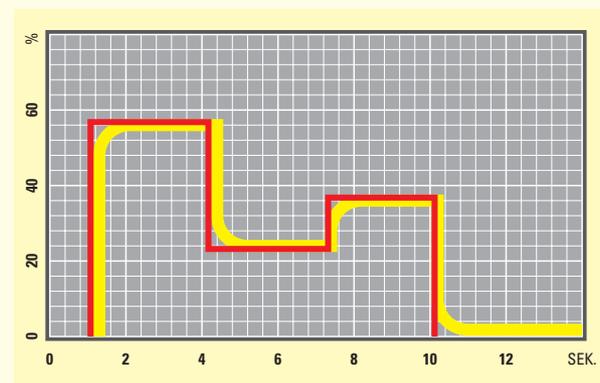
- Genauigkeit,
- Stabilität,
- Wartungsfreundlichkeit,
- Qualität.

Das wird erreicht durch die Anwendung neuester Technologien sowohl im mechanischen als auch im elektronischen Bereich:

- modularer Aufbau,
- elektrochemisch Polieren,
- SMT,
- Störunterdrückung,
- automatische Temperaturkompensation,
- interne Spannungsregelung.

Das Regelventil zeichnet sich dadurch aus, dass es ebenfalls modular aufgebaut ist und vom Anwender im Feld ohne jede Justage ausgewechselt werden kann. Die Standard-Bauart ist stromlos geschlossen und lässt  $K_v$ -Werte bis 1,5 zu. Stromlos offene Ventile sind ebenfalls lieferbar. Patentierte Konstruktionen machen es möglich, mit dem EL-FLOW-Programm auch hohe Durchflüsse und/oder Drücke zu beherrschen bei Differenzdrücken bis 400 bar.

## KURZE ANSPRECHZEIT



Kurze Ansprechzeit, überschwingungsfreie Regelung, selbst bei großen Sollwertsprüngen, Ausgangssignal und Durchflusssignal stimmen überein.

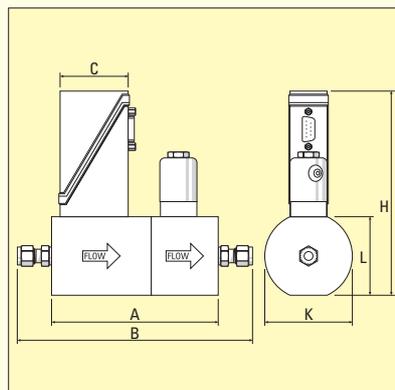
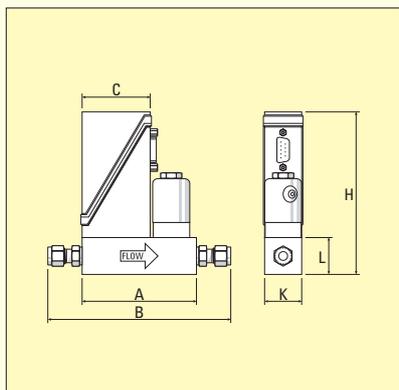
## ANWENDUNGSBEISPIELE

- Pilotanlagen im Forschungsbereich,
- Prozesskontrolle in der Lebensmittelindustrie, in der Chemie und Petrochemie,
- Fermentation und Biotechnologie,
- Qualitätskontrolle und Dichtigkeitsprüfungen,
- Herstellung definierter Gasgemische, z.B. als Kalibriergase in der Umweltanalytik,
- Abgasoptimierung an Verbrennungsmotoren,
- Verbrennungsregelung,
- Halbleiter-Produktion,
- Plasma-Oberflächentechnik,
- Permeabilitätsuntersuchungen,
- Katalysator-Optimierung und -Prüfung.

# TYPENÜBERSICHT, ABMESSUNGEN UND GEWICHTE MASSEDURCHFLUSSREGLER (MFC)

	Messbereiche (auf Basis Luft) <sup>1)</sup>		Druckstufe		
	minimal	maximal	64 bar	100 bar	400 bar
Mit integriertem, direkt gesteuertem, Ventil für übliche Betriebsbedingungen	0,02 ..... 1 ml <sub>n</sub> /min	0,2 ..... 10 ml <sub>n</sub> /min	F-200CV	F-210CV	
	0,2 ..... 10 ml <sub>n</sub> /min	0,3 ..... 15 l <sub>n</sub> /min	F-201C	F-211C	
	0,2 ..... 10 l <sub>n</sub> /min (für H <sub>2</sub> /He)	1,4 ..... 70 l <sub>n</sub> /min 2 ..... 100 l <sub>n</sub> /min	F-201AC	F-211AC	
Für Low-ΔP Anwendungen <sup>1)</sup>	0,2 ..... 10 ml <sub>n</sub> /min	0,3 ..... 15 ml <sub>n</sub> /min	F-200DV		
	0,3 ..... 15 ml <sub>n</sub> /min	0,03 ..... 1,5 l <sub>n</sub> /min	F-201D		
	0,03 ..... 1,5 l <sub>n</sub> /min	0,2 ..... 10 l <sub>n</sub> /min	F-201E		
	0,1 ..... 5 l <sub>n</sub> /min	0,6 ..... 30 l <sub>n</sub> /min	F-202D		
	0,6 ..... 30 l <sub>n</sub> /min	1 ..... 50 l <sub>n</sub> /min	F-202E		
Für Hochdruck-Hoch-ΔP Anwendungen mit Vary-P-Ventil	0,2 ..... 10 ml <sub>n</sub> /min	10 ..... 500 ml <sub>n</sub> /min			F-230M
	10 ..... 500 ml <sub>n</sub> /min	0,2 ..... 10 l <sub>n</sub> /min			F-231M
	0,2 ..... 10 l <sub>n</sub> /min	2 ..... 100 l <sub>n</sub> /min			F-232M
Für größere Durchflusskapazitäten mit Pilot-Ventil <sup>2)</sup>	0,5 ..... 25 l <sub>n</sub> /min	5 ..... 250 l <sub>n</sub> /min	F-202AC	F-212AC	
	2 ..... 100 l <sub>n</sub> /min	25 ..... 1250 l <sub>n</sub> /min	F-203AC	F-213AC	

<sup>1)</sup> Zwischenwerte sind möglich.  
<sup>2)</sup> bis 200 m<sup>3</sup>/h und 500 m<sup>3</sup>/h in Industriebauform.



Modell	Abmessungen (mm)						Gew. (kg)
	A	B	C	H	K	L	
F-200CV/F-210CV	77	127	47	111	25	25	0,6
F-201C/F-211C	77	127	47	111	25	25	0,6
F-200DV/F-201D	77	127	47	111	25	25	0,6
F-201AC/F-211AC	77	131	47	123	25	37	0,7

Modell	Abmessungen (mm)						Gew. (kg)
	A	B	C	H	K	L	
F-202AC/F-212AC	112	162	47	139	59	53	2,1
F-203AC/F-213AC	171	240	47	153	74	67	4,9
F-230M/F-231M	115	165	47	162	69	55	3,4
F-232M	115	165	47	162	69	55	3,4

Änderung der Angaben vorbehalten. Verbindliche Zeichnungen sind auf Anfrage erhältlich.

Abmessungen und Gewichte von anderen Modellen auf Anfrage.

# TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN EL-FLOW®

## MESSSYSTEM

GENAUIGKEIT (BEI KALIBRIERUNG UNTER BETRIEBSBEDINGUNGEN)	3F-Kalibrierung $\pm 0,8\%$ v. Messwert zzgl. $\pm 0,2\%$ v. Endwert Polynomkalibrierung $\pm 0,5\%$ v. Messwert zzgl. $\pm 0,1\%$ v. Endwert
REPRODUZIERBARKEIT	$< 0,1\%$ v. Endwert
WIEDERHOLGENAUIGKEIT	$< 0,2\%$ v. Messwert
ZEITKONSTANTE	1 - 2 s.
REGELSTABILITÄT	$< \pm 0,1\%$ v. Endwert (typisch für 1 l <sub>n</sub> /min N <sub>2</sub> )
DRUCKEMPFINDLICHKEIT	0,1%/bar typ. N <sub>2</sub> 0,01%/bar typ. H <sub>2</sub>
LAGEEMPFINDLICHKEIT	max. Fehler 0,015% bei 1 bar N <sub>2</sub> u. 90° Änderung
VIBRATIONSEMPFINDLICHKEIT	zu vernachlässigen
TEMPERATUREMPFINDLICHKEIT (GEMÄß SEMI E 18-91)	Nullpunkt: ca. 0,05% v. Endwert/°C Messbereich: ca. 0,05% v. Messwert/°C
EINFLUSS D. VERSORGUNGSSPANNUNG	Null bei Einhaltung der Toleranzen (s. elektr. Daten)
VENTIL	schließt automatisch, wenn Sollwert unter 1% fällt
DICHTIGKEIT (GEMÄß SEMI E 16-90)	Jede Einheit wird auf $< 2 \times 10^{-9}$ mbar l/s He getestet. Zusätzlich Drucktest bei 1,5-fachem Betriebsdruck
EMV	gemäß CE

## MECHANISCHER TEIL

PROZESSANSCHLÜSSE	s. Modellnummernschlüssel, andere auf Anfrage
VERWENDETE MATERIALIEN	rostfreier Stahl SS 316 oder gleichwertig
DICHTUNGEN	Viton, EPDM, elast. PTFE, andere auf Anfrage
OBERFLÄCHENGÜTE	Ra 0,2...0,6 µm

## BETRIEBSGRENZEN

MESSSPANNE	2%...100%
GASARTEN	alle Gase oder Gasgemische, verträglich mit SS 316
BETRIEBSTEMPERATUR	-10°C bis +70°C
AUFWÄRMZEIT NACH	30 min. für höchste Genauigkeit,
NETZUNTERBRECHUNG	2 min. für Genauigkeit $\pm 2\%$ v. Endwert

## ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN

SPANNUNGSVERSORGUNG	Durchflussmesser +15...24 V, 50 mA Durchflussregler +15 V, 250 mA -15 V, 30 mA Durchflussregler +15 V, 250 mA Durchflussregler +24 V, 190 mA
AUSGANGSSIGNAL (KURZSCHLUSSFEST)	0...5 V, 0...10 V, Lastwiderstand $> 2$ kOhm, 0 (4)...20 mA, Bürde $< 375$ Ohm.
EINGANGSSIGNAL (SOLLWERTSIGNAL)	0 (1)...5 V, 0...10 V, Eingangswiderstand 1 MOhm 0 (4)...20 mA, Eingangswiderstand 250 Ohm
REFERENZSIGNAL	5 V (10 V), Lastwiderstand $> 2$ kOhm
FEHLERDIAGNOSE	durch Messung der Ventilspannung möglich
ELEKTRISCHER ANSCHLUSS	9-pol. Sub-D-Stecker, Kabellängen-unabhängig bei $\pm 15$ V Speisung

## KALIBRIERUNG

### Referenzen

Die Kalibrierung erfolgt mit Geräten, die von der niederländischen Eichbehörde (NMI) beglaubigt sind. Sie entspricht europäischen und den wichtigsten außereuropäischen Regeln.

### System

Präzisionsglasrohre mit Quecksilberdichtung, für größere Bereiche Volumenzähler, temperatur- und druckkompensiert.

### Gase

Wenn möglich, wird jedes Messgerät bei Betriebsbedingungen kalibriert. Eine Anzahl von Standardgasen ist verfügbar.

### Gasdaten

Eine große Datenbank, mit der die Berechnung der Größen wie Dichte, Viskosität und spez. Wärmekapazität bei Betriebsbedingungen durchgeführt werden kann, steht zur Verfügung. Alle dieser Daten sind äußerst wichtig für die Berechnung des Umrechnungsfaktors. Diese Berechnungen werden vollautomatisch im Kalibrierprogramm durchgeführt.

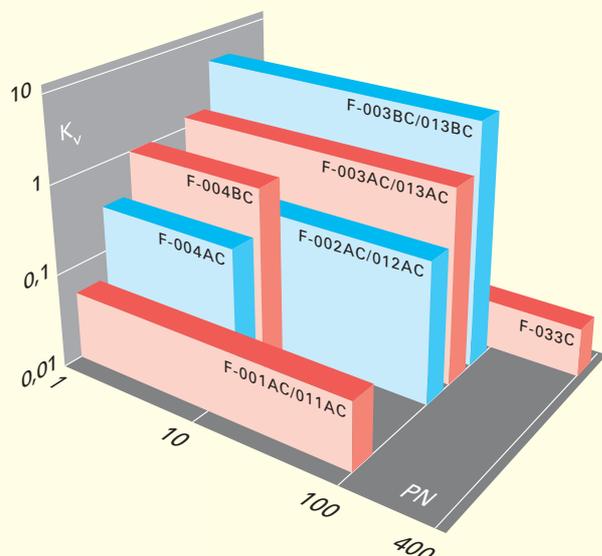


# REGELVENTILE

Das Regelventil ist entweder als integrierte oder separate Komponente der EL-FLOW Massedurchflussmesser lieferbar. Es handelt sich um ein stetiges elektromagnetisches Regelventil, das eine extrem schnelle und gleichmäßige Durchflussregelung sicherstellt.

Im Hinblick auf die spezifischen Anwendungsbereiche gibt es unterschiedliche Ausführungen des Bronkhorst Hi-Tec-Ventils. Die optimale Auswahl trifft Ihr Vertriebspartner nach Kenntnis Ihrer Bedingungen und Anforderungen. Aber für diejenigen, die auf Detail-Informationen Wert legen, ist hier das Wichtigste zu den verschiedenen Ausführungen zusammengefasst; siehe auch die unterstehende Graphik.

## GRAFISCHE DARSTELLUNG DER VENTILDATEN



## DAS WIRKPRINZIP

In spannungslosem Zustand wird ein Düsen-Prallplatten-System durch Federkraft und Druckdifferenz geschlossen. Liefert der Regler eine Ventilspannung, so hebt die von der Spule erzeugte Magnetkraft die Prallplatte an, bis die Kräfte im Gleichgewicht sind, weil die eingestellte Menge fließt. Dieses Ventil ist also stromlos geschlossen. Bei der stromlos offenen Version wird das Düsen-Prallplatten-System durch  $\Delta P$  und Magnetkraft geschlossen.

## ÜBERSICHTSTABELLE

Ausführung	Modell	K, max.	$\Delta P$ min.	$\Delta P$ max.	PN
direkt	F-001AC, F-011AC	$6,6 \times 10^{-2}$	-	3,6...50 bar *	100
Vary-P	F-033C	$5,1 \times 10^{-2}$	6 bar	400 bar	400
Pilot	F-002AC, F-012AC	0,4	1,3 bar	20 bar	100
	F-003AC, F-013AC	1,5	1,6 bar	20 bar	100
	F-003BC, F-013BC	6,0	1,6 bar	20 bar	100
Balgen	F-004AC	0,3	-	5 bar	10
	F-004BC	1,0	-	5 bar	10

\*) abhängig vom  $K_v$ -Wert.

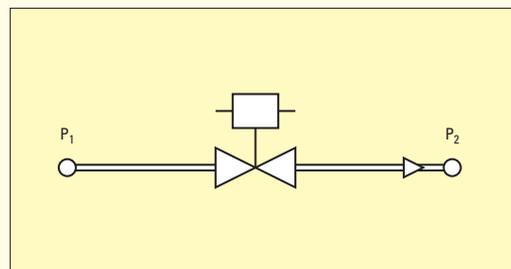
## VORTEILE

- modular,
- kompakt,
- einfach,
- elektrochemisch poliert,
- austauschbar ohne Justierung.



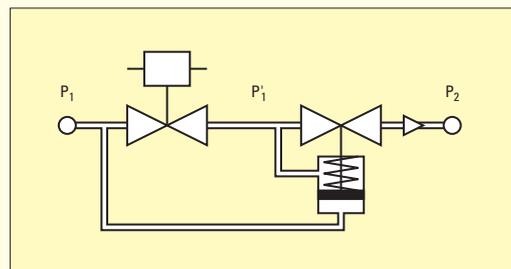
### ■ DIREKT GESTEUERTE VENTILE F-001AC

Sie bestehen aus einem Ventilmodul, das in einen Grundkörper montiert wird. Das kann entweder ein separates Ventil F-001AC sein, oder ein MFC (F-200C, F-201C, F-201AC). Auch als Pilotventil in größeren Ventilen/ Reglern wird dieses Ventilmodul verwendet.



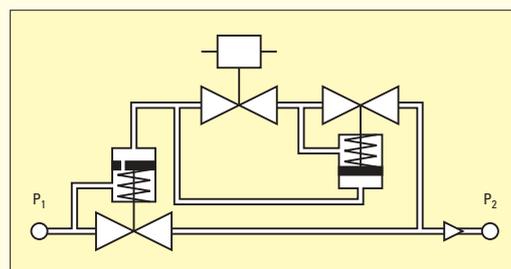
### ■ VARY-P-VENTIL F-033C

Hierbei handelt es sich um ein patentiertes Zwei-stufen-Regelventil. Das Durchflussregelventil arbeitet wie das oben beschriebene Ventilmodul. Die zweite Stufe ist ein Druckkompensationsventil. Es hält das  $\Delta P$  über die erste Stufe ( $P_1 - P_1'$ ) konstant auf 4 bar. Somit kann sich sowohl der Eingangsdruck  $P_1$  als auch der Ausgangsdruck  $P_2$  ändern, ohne dass dadurch die Funktion des Vary-P-Ventils beeinträchtigt wird.



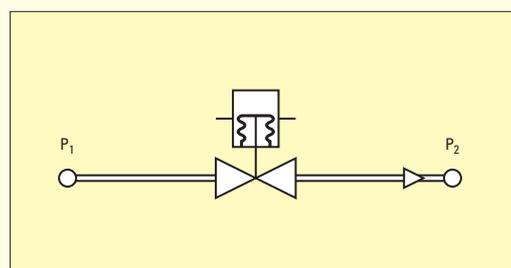
### ■ PILOTVENTILE F-002AC, F-003AC UND F-003BC

sind patentierte indirekt funktionierende Ventile, die ihrerseits ein komplettes Vary-P-Ventil, wie oben beschrieben, als Pilot verwenden. Damit sind sie auch druckkompensiert wie diese. Der Pilot regelt den Druck auf der Rückseite eines federbelasteten Kolbens, dessen Vorderseite mit dem Eingangsdruck des Hauptventils beaufschlagt ist. Dieser Kolben liefert die Stellkraft für das Hauptventil. Wird der Druckunterschied größer als die Federkraft, öffnet sich das Hauptventil.

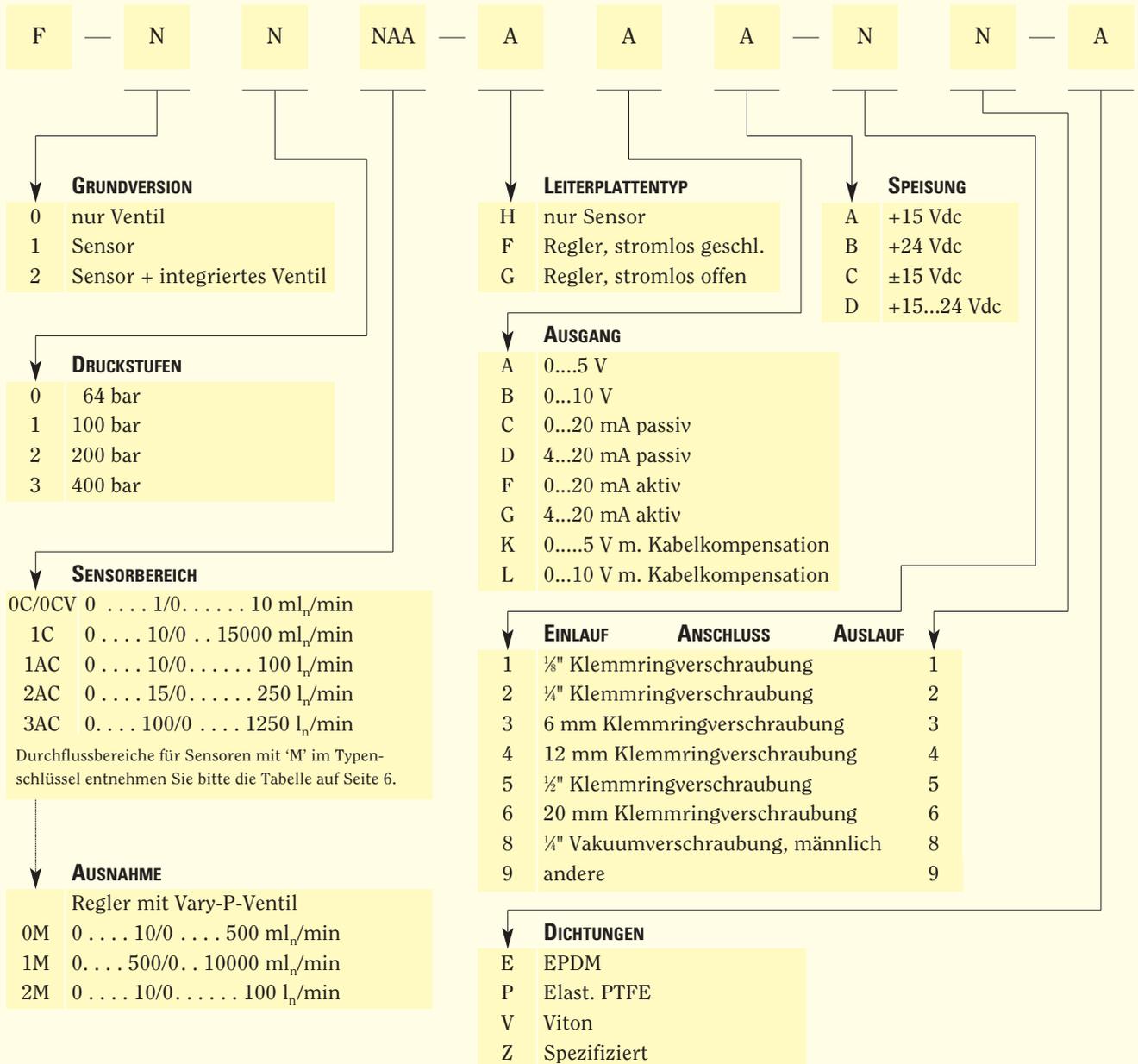


### ■ DRUCKKOMPENSIERTE BALGENVENTILE F-004AC/F-004BC

sind direkt angesteuerte Ventile wie das oben beschriebene Modell F-001AC. Sie werden ebenfalls durch Federkraft geschlossen. Durch einen Balgen wird aber die auf die Prallplatte wirkende Schließkraft soweit kompensiert, dass nur noch eine geringe Magnetkraft erforderlich ist, um auch große Düsen zu öffnen. Dadurch lassen sich verhältnismäßig große Durchflüsse bei sehr geringen Drücken feinfühlig regeln.



# MODELLNUMMERNSCHLÜSSEL EL-FLOW®



Der Modellnummernschlüssel dient in erster Linie dazu, vorhandene Geräte zu identifizieren.

Bei der Anfrage nach oder der Bestellung von neuen Geräten bestimmen wir das richtige Modell nach Maßgabe der folgenden

## ■ Anfrage- und Bestellhinweise.

Damit wir das optimale Gerät für Ihre Anwendung bestimmen können, geben Sie bitte an: Gasart, Durchflussbereich, Betriebstemperatur und Betriebsdruck (Bei Reglern Druck vor und hinter dem Gerät), elektrischer Anschluss, gewünschtes Ausgangssignal, Art der Gasanschlüsse und Dichtungen.

Aufgrund dieser Daten machen wir für Sie die folgenden Prüfungen und Berechnungen:

- Bestimmung des zu messenden oder zu regelnden Durchflussbereiches.
- Durchflussbereich bezogen auf Stickstoff berechnen, d.h. Dividieren des Bereichswertes des vorgesehenen Gases durch den mit FLUIDAT errechneten Umrechnungsfaktor.
- Nur für Regler: Überprüfen, ob die Druckdifferenz ( $\Delta P$ ) innerhalb der maximalen Werte liegt.
- Nur für Regler: Überprüfen, ob der von FLUIDAT berechnete  $K_v$ -Wert innerhalb der realisierbaren Werte liegt.

# EL-FLOW<sup>®</sup> DIGITALE MASSEDURCHFLUSSMESSER UND -REGLER

## ■ ALLGEMEINES

Massedurchflussmesser und -regler für der Baureihe EL-FLOW stehen auch in digitaler Ausführung zur Verfügung. Vielfach werden Massedurchflussmesser in (analoger) Standardausführung mit einem AD/DA-Wandler ausgestattet und dann als digitale Geräte angepriesen. Nicht so bei Bronkhorst High-Tech.

EL-FLOW<sup>®</sup>-digital basiert auf einer digitalen Platine, auf der das Messsignal des Sensors unmittelbar einem Mikroprozessor zugeführt wird. Damit wird eine optimale Signalstabilität und Genauigkeit erreicht. Eine integrierte Alarmfunktion prüft ständig den Unterschied zwischen Sollwert und gemessenem Wert. Wenn z.B. der Betriebsdruck eines Massedurchflussreglers sinkt und deshalb der Durchfluss nicht mehr geregelt werden kann, gibt das Gerät ein Warnsignal. Zusätzlich wird ein Selbstdiagnoseprogramm durchlaufen.

Die Geräte sind sowohl mit digitalem Ein- und Ausgang verfügbar, als auch mit den herkömmlichen Soll- und Istwerten (0...5 (10) Vdc oder 0 (4)...20 mA). Daher sind die digitalen Geräte austauschbar gegen analoge Geräte in bereits verwendeten Anlagen.



EL-FLOW DIGITALE MFC

## ■ FELDBUSSYSTEME

Bronkhorst High-Tech B.V. entwickelte die neueste Ausführung der Digitalinstrumente nach dem 'Multi-bus'-Prinzip. Die Grundplatine beinhaltet alle generellen Funktionen, welche grundsätzlich zum Messen und Regeln des Masseflusses notwendig sind. Es stehen die üblichen analogen Ein- und Ausgangssignale sowie eine RS-232-Schnittstelle zur Verfügung. Ergänzend zur Standard-Digitalplatine ist es möglich, Zusatzschnittstellen mit PROFIBUS-DP, DeviceNet<sup>™</sup> oder FLOW-BUS Protokollen zu integrieren.

Zur Unterstützung der Prozesssteuerung über einen PC hat Bronkhorst High-Tech verschiedene Softwareprogramme entwickelt, z.B. einen DDE-Server zum Parameternaustausch mit Anwenderprogrammen unter MS-WINDOWS<sup>®</sup>. Daneben bietet Bronkhorst High-Tech Schnittstellen zu RS-232 und PROFIBUS-DP<sup>®</sup> als Bestandteil der Auswertesysteme der Baureihe E-7000.

## ■ EIGENSCHAFTEN

Massedurchflussmesser/-regler

- Eingang/Ausgang digital RS-485 (FLOW-BUS, PROFIBUS-DP, oder DeviceNet<sup>™</sup> Protokoll).
- Austauschbar mit Analoggeräten.
- Genauigkeit:  $\pm 0,5\%$  v. Messwert plus  $\pm 0,1\%$  v. Endwert möglich.
- Speicherung von bis zu 8 Kalibrierkurven.
- Selbstdiagnose im Betrieb.
- Alarm- und Zählfunktionen.
- Schnelles (einstellbares) Regelverhalten.
- Einseitige Versorgung +15 oder +24 Vdc.

Flow-Bus

- Feldbus für 120 Kanäle.
- Max. Buslänge 2,5 km.
- Baudrate 187,5 kBaud.
- Digitale Auswertesysteme der Baureihe E-7000.
- Schnittstellen zu RS-232 und PROFIBUS-DP<sup>®</sup>.

Softwareunterstützung

- DDE-Server für Parameternaustausch zwischen FLOW-BUS oder RS-232 und Prozesssteuerungs- und Visualisierungs-Software unter MS-WINDOWS<sup>®</sup> (z.B. SCADA-Pakete wie Intouch, Labview, Genesis, Windmill).
- Bibliothek mit FLOW-BUS-Routinen für MS-WINDOWS<sup>®</sup>, FLOW-BUSS.DLL.
- GSD-Files (PROFIBUS) und EDS-Files (DeviceNet) für Steuerungseinbindung.
- Anwendungssoftware (auf Anfrage).

# LOW- $\Delta$ P-FLOW MASSEDURCHFLUSSMESSER UND -REGLER

LOW- $\Delta$ P-FLOW Massedurchflussmesser und -regler wurden aus der Baureihe EL-FLOW heraus entwickelt. Eine spezielle Ausführung sowohl der Sensorik als auch der Aktorik machen die LOW- $\Delta$ P-FLOW-Version besonders geeignet für Anwendungen, bei denen nur ein extrem geringer Druckabfall zulässig ist. Der Sensor braucht nur ca. 0,25...2,5 mbar.

Erreicht wird das durch einen anderen Messbereichs-Einsatz, der einen Ringspalt zur Herstellung der laminaren Strömung freilässt. Der so vergrößerte und obstruktionsfreie Durchflusskanal vermindert über den



Druckabfall hinaus auch die Gefahr der Ablagerung, Kondensation oder Verstopfung und erleichtert Spülung und Reinigung der Geräte.

Deren Verwendung ist also auch dort angezeigt, wo es sich um besonders aggressive Medien handelt, auch wenn der Druckverlust eigentlich keine Rolle spielt.

Für die Regelung von großen Durchflüssen bei geringem Differenzdruck hat Bronkhorst High-Tech außerdem die auf Seite 11 beschriebenen direktwirkenden Ventile mit Druckausgleichsbalg Modell F-004AC und F-004BC entwickelt.

Für die LOW- $\Delta$ P-FLOW-Geräte steht eine spezielle Druckschrift zur Verfügung. Bei Bedarf bitte anfordern.

## ■ DURCHFLUSSBEREICHE (AUF BASIS LUFT)

Massedurchflussmesser			Massedurchflussregler		
Baureihe F-100D	min.	0,2.....10 ml <sub>n</sub> /min	Baureihe F-200DV	min.	0,2 .....10 ml <sub>n</sub> /min
	max.	0,3.....15 ml <sub>n</sub> /min		max.	0,3 .....15 ml <sub>n</sub> /min
Baureihe F-101D	min.	0,3.....15 ml <sub>n</sub> /min	Baureihe F-201D	min.	0,3 .....15 ml <sub>n</sub> /min
	max.	0,03.....1,5 l <sub>n</sub> /min		max.	0,03 .....1,5 l <sub>n</sub> /min
Baureihe F-101E	min.	0,03.....1,5 l <sub>n</sub> /min	Baureihe F-201E	min.	0,03 .....1,5 l <sub>n</sub> /min
	max.	0,2.....10 l <sub>n</sub> /min		max.	0,2 .....10 l <sub>n</sub> /min
Baureihe F-102D	min.	0,1.....5 l <sub>n</sub> /min	Baureihe F-202D	min.	0,1 .....5 l <sub>n</sub> /min
	max.	0,6.....30 l <sub>n</sub> /min		max.	0,6 .....30 l <sub>n</sub> /min
Baureihe F-102E	min.	0,6.....30 l <sub>n</sub> /min	Baureihe F-202E	min.	0,6 .....30 l <sub>n</sub> /min
	max.	1,0.....50 l <sub>n</sub> /min		max.	1,0 .....50 l <sub>n</sub> /min
Baureihe F-103D	min.	0,4.....20 l <sub>n</sub> /min			
	max.	2,0.....100 l <sub>n</sub> /min			
Baureihe F-103E	min.	2,0.....100 l <sub>n</sub> /min			
	max.	4,0.....200 l <sub>n</sub> /min			
Baureihe F-106Z	min.	0,2.....10 m <sup>3</sup> <sub>n</sub> /h			
	max.	20.....1000* m <sup>3</sup> <sub>n</sub> /h			

\*) höher auf Anfrage.

# COMBI-FLOW-GERÄTE MIT METALLISCHER DICHTUNG

Die Geräte der COMBI-FLOW-Serie haben als besonderes Merkmal pro Modul nur eine einzige Dichtstelle Metall auf Metall mit hervorragender Wiederverwendbarkeit. Sie zeichnen sich u.a. aus durch eine besonders hohe Oberflächengüte. Sie entsprechen damit besonders den Anforderungen der Halbleiter-Industrie und anderer Reinstgas-Anwendungen. Die Grundkörper der Module sind für jede Funktion (außer Auf-Zu-Ventil) identisch und können entweder mit Vakuumverschraubungen oder durch geschweißte Verbindungen aneinandergereiht werden, wie in der Abbildung an einigen Beispielen dargestellt.

## ■ VERFÜGBARE MODULE

**Massedurchflussmesser**  
für Durchflüsse zwischen  
0,2...10 ml<sub>n</sub>/min und  
2...100 l<sub>n</sub>/min.

**Druckaufnehmer**  
mit piezoresistivem Druck-  
sensor für Druckbereiche  
zwischen 2...100 mbar und  
0,2...10 bar absolut oder relativ.

**Filter**  
als ultrareines PVDF-Feinfilter  
0,05 µm oder gesintertes Edel-  
stahlfilter 0,5, 2, 7 oder 15 µm.

**Regelventil**  
stromlos geschlossen oder  
offen, für Durchfluss oder  
Druck mit  $K_v$  max.  $4,9 \times 10^{-2}$ .  
Maximale Temperatur 70°C.

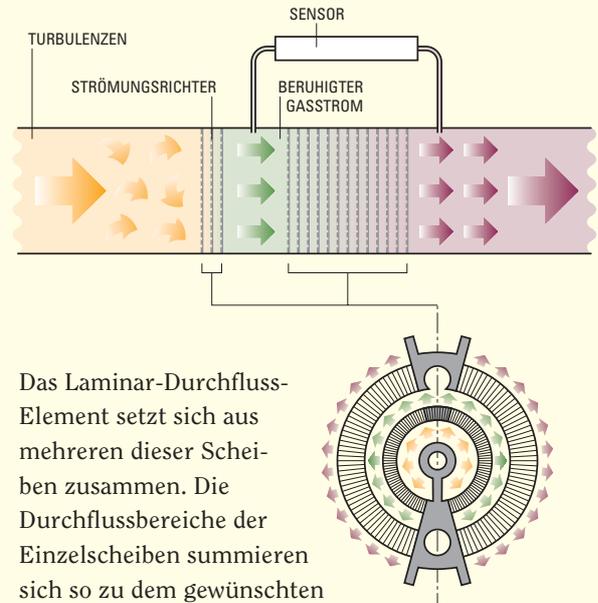
**Absperrventil**  
druckluftgesteuert, drucklos  
offen/geschlossen oder offen.

Für die COMBI-FLOW-Geräte steht eine spezielle Druckschrift zur Verfügung. Bei Bedarf bitte anfordern.



# DIE BESONDEREN BRONKHORST HIGH-TECH-LEISTUNGEN

Das heutige technische Niveau der Bronkhorst Hi-Tec-Produkte resultiert aus einer Reihe von grundlegenden Patenten und einem erheblichen Forschungs- und Entwicklungsaufwand, für den seit einem Jahrzehnt ca. 17% des Budgets investiert werden. Hinzu kommt die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen und Großforschungseinrichtungen auf dem Gebiet der physikalischen Grundlagen und nicht zuletzt mit innovativen Anwendern, an deren steigenden Anforderungen sich die Entwicklung orientiert. Bedeutend ist ferner die Zusammenarbeit mit leistungsfähigen Zulieferern, die auf ihrem Spezialgebiet Spitzenleistungen bieten. Darüber hinaus hat Bronkhorst High-Tech immer Wert gelegt auf eine hohe Qualifikation der Vertriebspartner.



Das Laminar-Durchflusselement setzt sich aus mehreren dieser Scheiben zusammen. Die Durchflussbereiche der Einzelscheiben summieren sich so zu dem gewünschten Messbereich. Die Scheiben werden außerdem so kombiniert, dass über den gesamten Messbereich ein identischer Druckverlust beim Endwert des Messbereiches entsteht. Dadurch sind die Messbereichseinsätze austauschbar und der Messbereich eines Gerätes kann in weiten Grenzen verändert werden, wenn es erforderlich wird (s. Kapazitätstabellen).

Die Qualifizierung nach ISO 9001 im Jahre 1992 war nur die logische Konsequenz des von Anfang an hohen Stellenwertes der Qualitätssicherung und Dokumentation in der Fertigung. Auf der gleichen Linie liegt die Erfüllung der Anforderungen der EMV, der CE-Qualifizierung und die Zertifizierung der Umweltverträglichkeit nach ISO-14001.

## ■ LAMINAR-DURCHFLUSS-ELEMENT

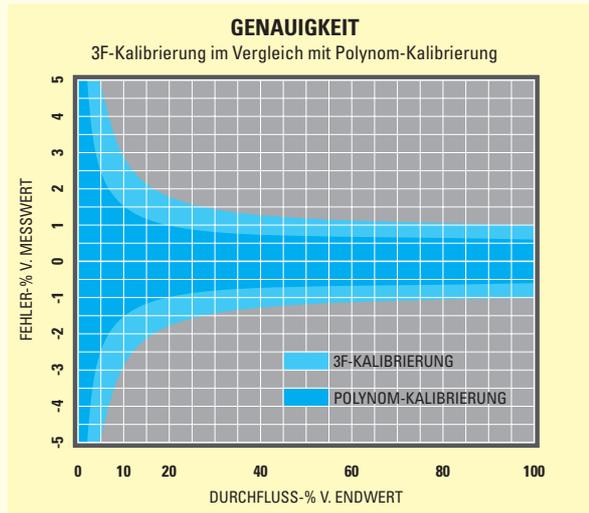
Die am Markt befindlichen thermischen Massedurchflussmesser unterscheiden sich nicht im Prinzip (s. Seite 5), wohl aber darin, wie die messnotwendige laminare Strömung hergestellt wird. Gemessen wird immer nur der Teilstrom durch die Kapillare (siehe Abbildung). Dort ist die Strömung aufgrund der Dimensionierung ohnehin laminar. Die Qualität der Messung hängt ganz wesentlich davon ab, wie perfekt es gelingt, auch den Hauptstrom laminar zu machen. In diesem Punkt liegt eine der besonderen Bronkhorst High-Tech Leistungen: Der patentierte Laminarströmungsteiler besteht aus Edelstahlscheiben mit präzise eingätzten Durchflusskanälen. Jeder Durchflusskanal entspricht strömungstechnisch der Sensorkapillare, jede Scheibe entspricht einem festgelegten Durchflussbereich.

## ■ KALIBRIERUNG UND GENAUIGKEIT

Jedes Gerät wird unter den tatsächlichen Einsatzbedingungen kalibriert, wenn es nur eben möglich ist. Eine Reihe von Standard-Gasen steht dafür zur Verfügung. Sonst bedient man sich der FLUIDAT-Datenbank. Dank der perfekten Teilung zwischen Neben- und Hauptstrom und der Kenntnisse über das Wärmeprofil der Sensorik und des Einflusses der Viskosität sind mit FLUIDAT sehr viel genauere Aussagen zum Umrechnungsfaktor möglich. Für diese präzise Kalibrieremethode prägte Bronkhorst High-Tech den Begriff "3F-Kalibrierung" (3F steht für "FLUIDAT FINE FIT"). Sie steht der Kalibrierung mit dem tatsächlichen Messmedium kaum nach.

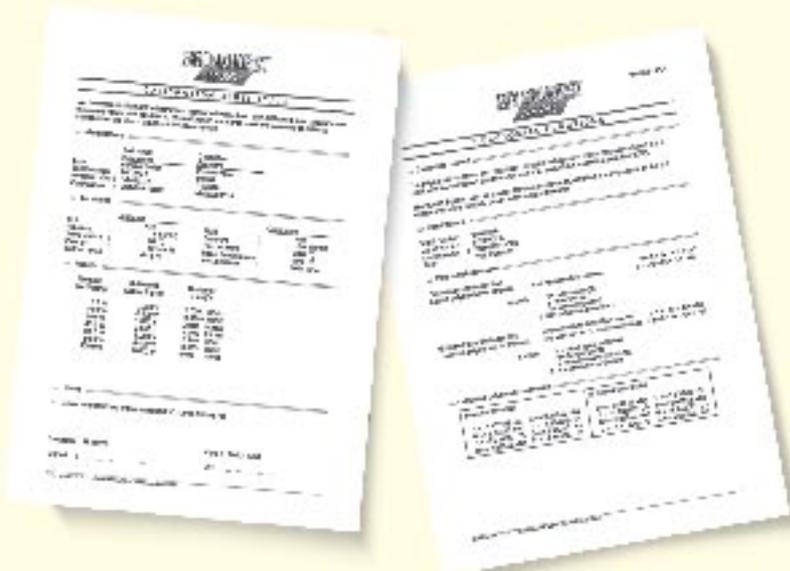
Hervorzuheben sind die hohe Wiederholgenauigkeit und Reproduzierbarkeit des Ausgangssignals. Erfahrungsgemäß waren diese Werte bisher in der Mehrzahl aller Anwendungen wichtiger, als die absolute Genauigkeit. Allerdings wächst im Rahmen der Qualifizierung der Anwender nach ISO 9000 der Bedarf an Geräten mit höherer absoluter Genauigkeit.

Für Anwendungen, bei denen es auf die absolute Genauigkeit besonders ankommt, hat Bronkhorst High-Tech die "Polynom-Kalibrierung" eingeführt. Diese macht es möglich, die Genauigkeit auf  $\pm 0,5\%$  vom Momentanwert zuzüglich  $\pm 0,1\%$  vom Endwert zu verbessern bei Kalibrierung unter Betriebsbedingungen.



Sinnvoll ist sie aber nur, wenn die Peripherie digital arbeitet (E-7000, SPS, Rechner o.ä.), so dass das Polynom dort hinterlegt werden kann.

Jedem Massedurchflussmesser und -regler wird von Bronkhorst High-Tech ein Kalibrierprotokoll beigelegt, wie hier in verkleinerter Form abgebildet. Der Anwender kann sich somit überzeugen, dass die angegebenen Toleranzen eingehalten wurden. Und er kann nach einiger Betriebszeit prüfen, ob die Ursprungswerte noch erreicht werden, oder eine Rekalibrierung sinnvoll ist.



BEISPIEL EINES KALIBRIERPROTOKOLLS MIT ANLAGE FÜR POLYNOMFUNKTIONEN

#### SOFTWARE FLUIDAT®

Die FLUIDAT-Software von Bronkhorst High-Tech besteht aus einer Datenbank mit den Daten von mehr als 600 Stoffen und zwei Anwender-Programmen: Flow Calculations und Physical Properties. Registrieren Sie sich kostenlos unter [www.fluidat.com](http://www.fluidat.com).

#### FLOW CALCULATIONS

Dieses Programm bietet die Möglichkeit, verschiedene Berechnungen anzustellen, die im Hinblick auf Bronkhorst Hi-Tec-Geräte wichtig sind, z.B.

- Berechnung des  $K_v$ -Wertes und der Düsenbohrung von Regelventilen,
- Umrechnungsfaktoren,
- Druckverlust an Vorschaltfiltern.

Diese Berechnungen können für Gase oder Gasgemische bei jedem Druck und jeder Temperatur gemacht werden, die im Bereich der Bronkhorst Hi-Tec-Geräte liegen. Das Programm liefert auch Dampfdruckkurven.

#### PHYSICAL PROPERTIES

Dieses Programm ist nicht notwendigerweise auf Anwender von Bronkhorst Hi-Tec-Geräten beschränkt. Folgende physikalischen Daten können ermittelt werden:

- Dichte,
- Viskosität, kinematisch und dynamisch,
- Spezifische Wärme bei konstantem Druck ( $C_p$ ),
- Spezifische Wärme bei konstantem Volumen ( $C_v$ ),
- Wärmeleitfähigkeit,
- Siedepunkt,
- Dampfdruck-Kurven.

#### DER SERVICE ALS BESONDERE GEMEINSCHAFTSLEISTUNG

von Bronkhorst High-Tech und deren Vertriebspartnern endet nicht mit der Lösung Ihrer Aufgabenstellung.

Wir bieten:

- Bei Bedarf Unterstützung bei der Inbetriebnahme.
- Schulungen und Seminare.
- Auf Wunsch Vorschläge für einen Wartungsplan und die Ersatzteilhaltung.
- Überprüfung, Reparatur, Umbau und Kalibrierung in unseren Service-Labors.
- Kurze Reparaturzeit.
- Service-Arbeiten in Ihrem Hause (einschl. Kalibrierung).
- Werksbesichtigungen.

# AUSWERTESYSTEME MIT INTEGRIERTER STROMVERSORGUNG

## ■ DIE GROBE AUSWAHL AN AUSWERTESYSTEMEN

ist eine weitere besondere Leistung von Bronkhorst High-Tech. Nirgendwo sonst gibt es so viele Alternativen. Dadurch ist immer eine maßgeschneiderte Gesamtlösung möglich.

Diese Auswertesysteme ermöglichen weit mehr, als die Vorgabe von Sollwerten für den Durchfluss an einem Regler oder einer Vielzahl von Reglern, z.B. zur Herstellung definierter Gasgemische. Vielmehr kann die durch den Durchfluss beeinflusste Regelgröße auch eine ganz andere sein, wie z.B. Temperatur, Prozessdruck, pH-Wert, deren Sollwert unmittelbar eingegeben werden kann. In Verbindung mit Rechnern oder SPS können Rampen oder sonstige Verläufe der Regelgröße vorgegeben werden. Somit ist die vollständige Einbindung in Prozessleitsysteme möglich.

Es würde den Rahmen der vorliegenden Druckschrift sprengen, hier die Vielzahl solcher Verknüpfungsmöglichkeiten darzustellen. Das muss der Besprechung Ihrer Gesamtaufgabe vorbehalten bleiben, für die Ihnen die Vertriebspartner von Bronkhorst High-Tech zur Verfügung stehen.

## ■ FLOW-BUS EINKANAL-MODUL

### Baureihe E-7000

Zu den von Bronkhorst High-Tech B.V. hergestellten Mess- und Regelsystemen wurde das digitale Einkanal-Steuermodul entwickelt. Es kann aber nicht nur für die thermischen Massedurchflussregler und Druckregler von Bronkhorst High-Tech verwendet werden, sondern auch für andere Transmitter und Transducer oder, wie in Master/Slave-Regelsystemen, in Kombination damit.

Die Bronkhorst Hi-Tec FLOW-BUS-Serie E-7000 bietet dem Anwender durch das Menü-Format die Möglichkeit, wahlweise Massedurchflussmesser/-regler, Druckmessumformer/-regler oder andere Geräte zu definieren und zu betreiben.

Das Einkanal-Modul auf Mikroprozessorbasis bietet hohen Komfort durch die Möglichkeit, die Positions- oder Messstellenummer, die Fluidbezeichnung und Zählheiten neben dem Ist- und Sollwert in Prozent oder tatsächlichen Einheiten anzeigen zu lassen.

Außerdem kann die Polynomfunktion der Kalibrierkurve gespeichert und dadurch eine Genauigkeit von  $\pm 0,5\%$  v. Messwert plus  $\pm 0,1\%$  v. Endwert erreicht werden.



1-KANAL-MODUL E-7000

### Besonderheiten:

Ein benutzerfreundliches Anzeige-/Steuerungs-/ Alarm-/ Zählmodul mit Menüsteuerung über 5 Tasten für:

- Betrieb mit digitalen oder analogen Geräten,
- Messwertangabe auf 2-zeiligem, 16-stelligem Display in Prozent oder direkter Anzeige, kombiniert mit Gesamtmenge oder Vorwahlmenge,
- interne/externe Sollwerteingabe,
- Master/Slave-Regelung (Verhältnisregelung),
- Zähl- oder Vorwahlfunktion,
- eine programmierbare Alarmfunktion,
- ein NO/NC-Relais,
- Speicherung der Polynomkalibrierfunktion.

### ■ FLOW-BUS MEHRKANAL-AUSFÜHRUNGEN

Aus den Einkanal-Modulen lassen sich auf einfache Weise Mehrkanal-Ausführungen zusammenstellen. So passen 3 Kanäle in ein ½ 19"-Gehäuse und 6 Kanäle in ein 19"-Tisch- oder Rackgehäuse.

#### Spezifikationen

Gehäuse:

- Kassette für Tafelbau (1-Kanal) 96 x 144 mm.
- Tischgehäuse (1-Kanal) 76 x 134 x 260 mm.
- Tisch- oder Rackgehäuse (max. 3 Kanäle)  
3 HE ½ 19".
- Tisch- oder Rackgehäuse (max. 6 Kanäle)  
3 HE 19".

#### Elektrische Daten

- Speisespannung 100...240 V Ws, 24 V Gs, 24 V Ws.
- Ausgangssignale/Sollwertsignale 0...5 (10) V Gs, 0(4)...20 mA,
- Sub-D-Anschlussbuchse für Geräteanschluss,
- Sub-D-Anschlussbuchse für analoge I/O-Funktionen,
- Sub-D-Stecker für den Anschluss an FLOW-BUS (RS-485 Schnittstelle),
- Stromversorgungskapazität +15 V Gs, 1,5 A, -15 V Gs, 150 mA.

### ■ FLOW-BUS DIGITALES AUSWERTESYSTEM

#### Baureihe E-7002

Diese Baureihe umfasst modulare Auswertesysteme, die eine Kombination aus Modulen der Baureihen E-7000 und E-5700 darstellen. Auch Sonderausführungen werden zu dieser Baureihe gerechnet.



3-KANAL-AUSFÜHRUNG E-7100

# AUSWERTESYSTEME MIT INTEGRIERTER STROMVERSORGUNG

## ANALOGE STANDARD-AUSWERTESYSTEME

### Baureihe E-5700

Diese Baureihe umfasst standardisierte Typen für die Arbeit mit analogen Massedurchflussmessern und -reglern, mit denen die meisten der üblichen Anforderungen erfüllt werden. Wer noch nicht digital arbeitet, findet hier die Nachfolgergeräte der Baureihen E-5512, E-5513 und E-5514, die sich zu Tausenden und Aber-tausenden im Einsatz bewährt haben:

- E-5752: 2-Kanal-System, Tischmodell,
- E-5762: 2-Kanal-System, für Tafleinbau (96 x 144 cm),
- E-5712: 2-Kanal-System, ½ 19", Tischmodell,
- E-5732: 2-Kanal-System, ½ 19", für Baugruppenträger,
- E-5714: 4-Kanal-System, ½ 19", Tischmodell,
- E-5734: 4-Kanal-System, ½ 19", für Baugruppenträger,
- E-5716: 6-Kanal-System, ½ 19", Tischmodell,
- E-5736: 6-Kanal-System, ½ 19", für Baugruppenträger.

### Funktionen:

- 1 Anzeige pro 2 Kanäle, mit Kanal-Wahlschalter.
- 1 Sollwert-Potentiometer pro Kanal.
- Schalter für Sollwert Intern/Extern.



2-KANAL-SYSTEM E-5752

### Elektrische Daten:

- Speisespannung 100...240 VWs;
- Geeignet für Anschluss von Geräten mit 0...5 V oder 0...10 V Ausgangssignal;
- Ext. Ausgangs- und/oder Sollwertsignale: 0...5 (10) VGs ; 0 (4)...20 mA (anzugeben);
- Sub-D-Anschlussbuchse für Geräteanschluss;
- Sub-D-Anschlussbuchse für I/O-Funktionen;
- Stromversorgungskapazität +15 VGs, 2 A, -15 VGs, 300 mA.



6-KANAL-SYSTEM E-5736

# NÜTZLICHES ZUBEHÖR

## ■ FILTER

### Allgemeines

Aufgrund der Bauart sind thermische Massedurchflussmesser und -regler für Gase empfindlich gegen Verunreinigungen. Um den MTBF-Wert (Mean Time Between Failure) zu verbessern, ist sicherzustellen, dass das Gas am Geräteeingang sauber ist. Da diese Voraussetzung nicht in jeder Gasversorgung gegeben ist, bietet Bronkhorst High-Tech hierfür 2 Filterbauarten an:

### COMBI-FLOW-Filter

Die bauartbedingten Eigenschaften sind bereits auf Seite 15 beschrieben. Das Filterelement kann ausgewechselt werden, ohne das Filtergehäuse aus der Leitung nehmen zu müssen.

#### Eigenschaften:

- kompakte Bauart,
- metallgedichtet,
- orbital verschweißt,
- elektropoliert,
- ultraschallgereinigt,
- Montage und Verpackung im Reinraum,
- Lecktest mit Helium.

### IN-LINE-Filter

Das IN-LINE-Filter wird in den Eingang des zu schützenden Gerätes eingeschraubt. Seine Elemente sind ebenfalls austauschbar, allerdings muss das Filtergehäuse dazu aus der Leitung genommen werden.

Generell gibt es zwei Typen Filterelemente für beide Filterbauarten:

### PVDF-Feinfilter

für die Halbleiterindustrie und ähnlich hohe Anforderungen an die Reinheit des Gases mit einer Retentionsrate bei Partikeln  $> 0,003 \mu\text{m}$  von mehr als 99,9999999%.

### Gesinterte Edelstahlfilter (ANSI 316L)

für allgemeine Filteraufgaben. Porengröße wählbar zwischen 0,5 und 40  $\mu\text{m}$ .

Ausführliche Datenblätter stehen auf Wunsch zur Verfügung. Wenn Sie Filter (mit-)bestellen, gehört die Errechnung des Druckverlustes mit dem FLUIDAT-Programm zu den Service-Leistungen von Bronkhorst High-Tech.

## ■ MISCHKAMMERN/VERDAMPFER

### Gasmischkammern

Die Mischung von Gasen ist nicht einfach eine Sache der Zusammenführung von 2 oder mehr Gasströmen. Bronkhorst High-Tech hat eine Gasmischkammer entwickelt, die es dem Anwender ermöglicht, homogene Gemische bis in den ppb-Bereich hinein zu erzeugen.

### CEM Controlled Evaporator Mixer

Soweit es sich bei zu mischenden Komponenten um Dämpfe von Flüssigkeiten handelt, bediente man sich früher meist eines Trägergases, das in einem "Bubbler" mit dem Dampf beladen wurde. Später wurden dann auch "Vapour Source Controllers" verwendet. Jeder Anwender kennt die Schwierigkeiten bei geringen Dampfdrücken oder unterschiedlichen Dampfdrücken der einzelnen Komponenten.

Einen ganz neuen Weg konnte Bronkhorst High-Tech nach der Markteinführung und -bewährung seines LIQUI-FLOW-Massedurchflussreglers für Flüssigkeiten gehen. Ergänzend dazu wurde eine Mischkammer entwickelt, in der ein Flüssigkeitsstrom geregelt unmittelbar in einen Trägergasstrom injiziert wird. Anschließend wird das Gemisch einem temperaturgeregelten Wärmetauscher zugeführt, um eine vollständige Verdampfung zu erreichen.

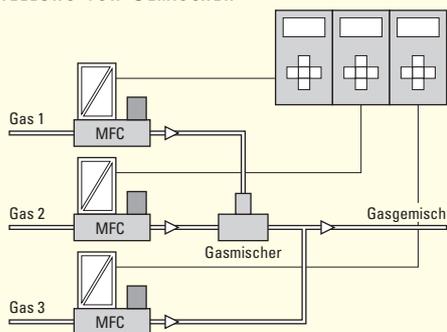


Diese Art der Regelung von Dampfquellen ist zuverlässig, schnell, reproduzierbar und sehr genau. Sie fand daher schnell große Beachtung und hat sich in kürzester Zeit auf dem Markt eingeführt. Fordern Sie ausführliche Informationen an, wenn das Thema für Sie interessant ist.

# SCHEMATA VON ANWENDUNGSBEISPIELEN

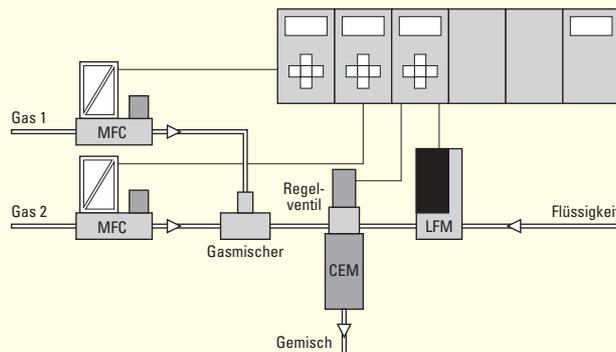
Es ist natürlich ganz ausgeschlossen, die Fülle der Anwendungsmöglichkeiten auch nur andeutungsweise bildlich darzustellen. Wir haben uns daher ganz bewusst auf einige grundlegende Beispiele beschränkt, die in vielfach abgewandelter Form in der Praxis vorkommen. Schon in den

## HERSTELLUNG VON GEMISCHEN



Herstellung eines Gemisches aus 3 Gasen; Messbereich Gas 1 ist sehr viel kleiner als die übrigen, der Gasmischer sorgt für homogenes Gasgemisch.

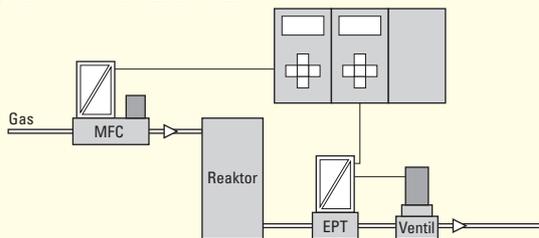
Überschriften stecken zum Teil Einschränkungen, die eigentlich nicht berechtigt sind. Denn gleiche oder sehr ähnliche Konfigurationen treten auch in ganz anderen Zusammenhängen auf. Betrachten Sie die Beispiele deshalb bitte als Anregungen.



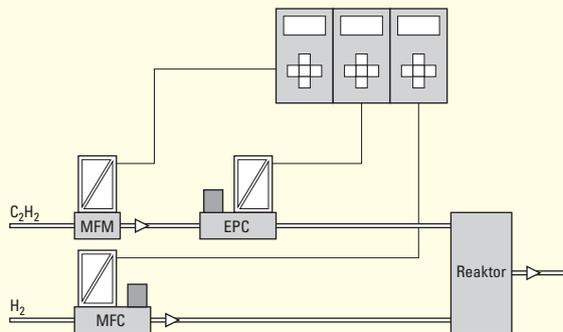
Zudosierung und anschließende Verdampfung einer Flüssigkeit zu einem Gasgemisch. Haupteinsatzgebiete:

- Oberflächentechnik,
- Halbleiter-Herstellung.

## SPEISUNG VON REAKTOREN

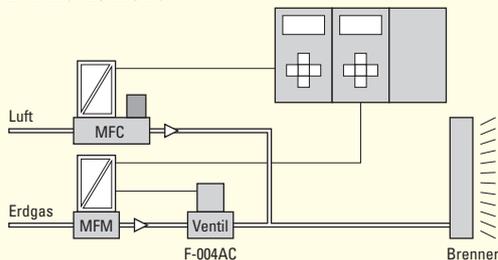


Durchflussregelung, kombiniert mit Regelung des Reaktordruckes.

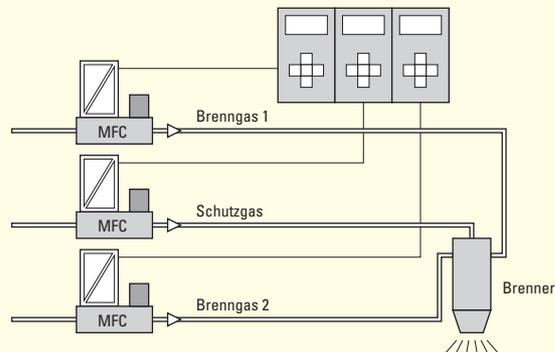


Gemischregelung, kombiniert mit Druckregelung oder -begrenzung für eine der Komponenten. (Hier wegen des bei  $C_2H_2$  zu beachtenden Maximaldruckes)

## BRENNERSTEUERUNG



Gas-/Luft-Gemischregelung mit separatem Gasventil für die Regelung von großen Durchflüssen bei geringem Differenzdruck.



Typische Anordnung für Schweißbrenner mit Schutzgas.

# ANDERE BRONKHORST-HI-TEC PRODUKTE

Neben den in diesem Katalog beschriebenen Geräten der EL-FLOW®-Serie wurde auch auf die Varianten LOW- $\Delta$ P-FLOW und COMBI-FLOW eingegangen. Daneben möchten wir noch hinweisen auf die folgenden Produktgruppen und die darüber zur Verfügung stehenden Druckschriften:



## IN-FLOW

Massedurchflussmesser und -regler für Gase, deren Eignung für industrielle Einsätze vor allem durch die Elektronik-Gehäuse in Schutzart IP 65 erreicht wird.

Zum Einen können die im Gerätekörper ohnehin robusten Geräte der in diesem Katalog beschriebenen EL-FLOW®- und LOW- $\Delta$ P-

FLOW-Baureihen entsprechend ausgestattet werden, zum Anderen schließen sich nach oben größere Geräte bis zu Durchflüssen von 11000 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h an, die im IN-FLOW-Katalog ausführlich beschrieben werden.



## EX-FLOW

Massedurchflussmesser und -regler in robuster Bauart und mit der Zulassung für Gase in explosionsgefährdeter Umgebung. Die Messbereiche gehen von 0,15...7,5 ml<sub>n</sub>/min bis 220...11000 m<sup>3</sup><sub>n</sub>/h. Der Messkopf Modell X100 ist getestet gemäß ATEX 100a Richtlinie 94/9/EC.

Das Elektronikgehäuse hat die Schutzart IP 65. Bei den Regelventilen mit K<sub>v</sub>-Werten zwischen 5,7 x 10<sup>-5</sup> und 6,0 unterscheidet man je nach Spulentyp die ATEX Schutzarten II 2 G/D IP6X T 130°C EEx me II T4 und II 1 G/D EEx ia IIC T6.



## EL-PRESS

Druckmessumformer und -regler für Gase und Flüssigkeiten entsprechen in ihrem Aussehen und Aufbau weitgehend den beschriebenen EL-FLOW®-Geräten. Nur tritt an die Stelle des Strömungsteilers ein piezoresistiver Druckaufnehmer.

Die Messbereiche liegen zwischen 2...100 mbar abs.

oder relativ und 8...400 bar. Vor- oder Hinterdrücke bis 100 bar werden mit integrierten Ventilen geregelt. Für höhere Drücke werden separate Regelventile verwendet.



## LIQUI-FLOW®

Massedurchflussmesser und -regler für Flüssigkeiten in Bereichen zwischen 0,1...5 g/h und 0,4...20 kg/h (Wasseräquivalent). LIQUI-FLOW®-Durchflussmesser sind so konstruiert, dass nur ganz minimale (Differenz-) Drücke erforderlich sind. Trotz Messung im direkten Durchfluss (ohne

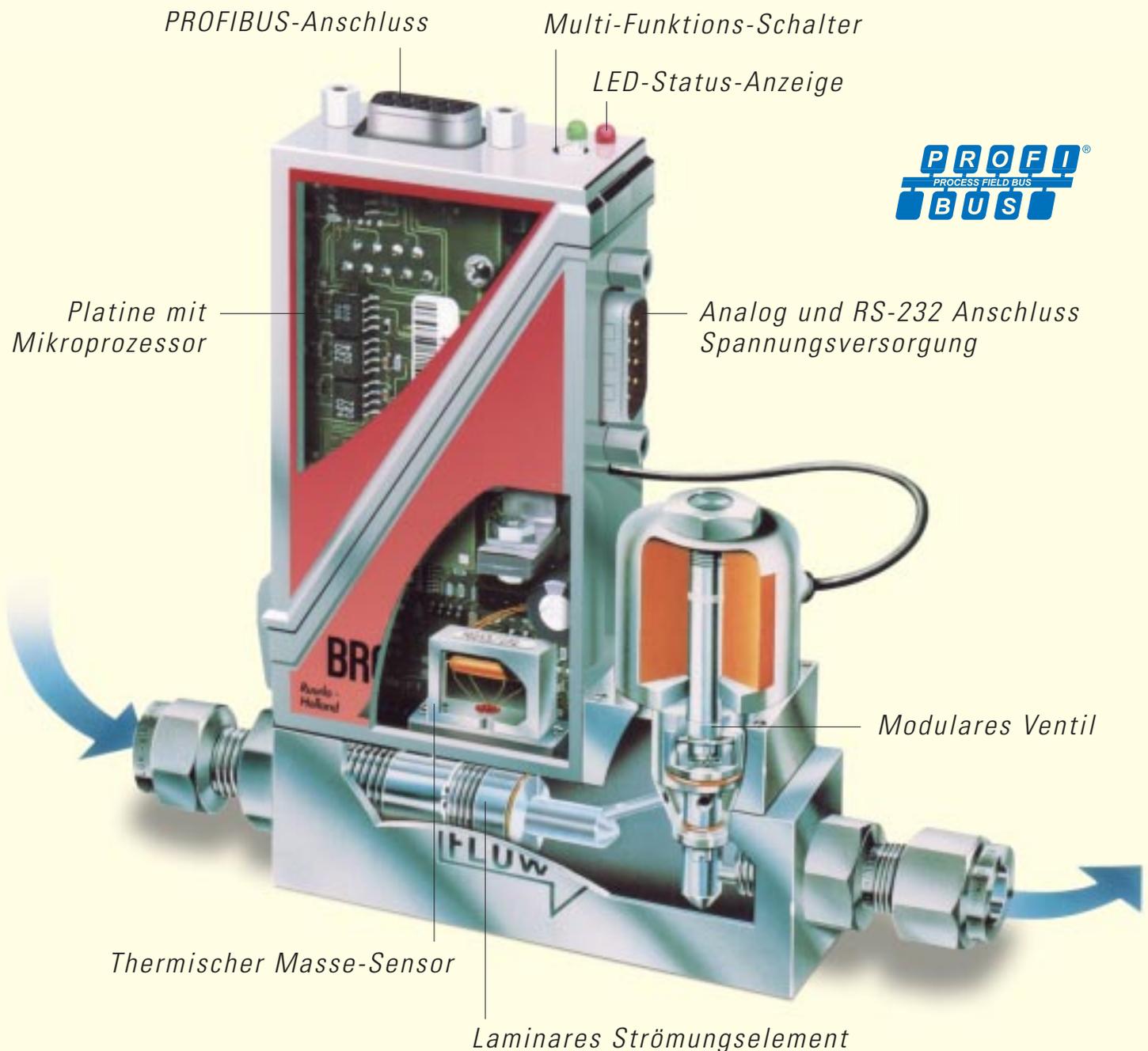
Bypass) ist die Erwärmung des Mediums gegenüber der Umgebungstemperatur minimal. Es besteht daher meist keine Gefahr, dass das Medium unbeabsichtigt in die Dampfphase übergeht. Für noch kleinere Durchflüsse gibt es die Variante  $\mu$ -FLOW. Deren Kleinstbereich beträgt 12,5...250 mg/h (Wasseräquivalent).

Falls der eine oder andere der kurz vorgestellten Kataloge für Sie von Interesse ist, wenden Sie sich bitte an Ihren regionalen Vertriebspartner.

# EL-FLOW®

MODELL F-201C

## DIGITALE MASSEDURCHFLUSSREGLER



**BRONKHORST**  
**HI-TEC**

Nijverheidsstraat 1a, 7261 AK Ruurlo, Niederlande

Telefon: 0031 573 458800, Telefax: 0031 573 458808, Internet: [www.bronkhorst.com](http://www.bronkhorst.com), E-mail: [sales@bronkhorst.com](mailto:sales@bronkhorst.com)

# BRONKHORST *HI-TEC*

Die Kernaktivitäten von  
Bronkhorst High-Tech im Bild:

- **Forschung und Entwicklung.**
- **Produktion und Service.**
- **Reinraumfertigung.**
- **Verkauf und Marketing.**





Nijverheidsstraat 1a, 7261 AK Ruurlo, Nederlande  
Telefon: 0031 573 458800, Telefax: 0031 573 458808,  
Internet: [www.bronkhorst.com](http://www.bronkhorst.com), e-mail: [sales@bronkhorst.com](mailto:sales@bronkhorst.com)

Vertrieb:

D.EFB.0104.E