

IN-FLOW

INDUSTRIELLE MASSEDURCHFLOUßMESSER UND -REGLER FÜR GASE



DURCHFLOUßBEREICHE (LUFT):
MIN. 0-10 ml_n/min; MAX. 0-11000 m³_n/h
DRUCKSTUFEN BIS MAX. 700 BAR
INDUSTRIEGERECHTE BAUFORM
KEINE BEWEGLICHEN TEILE
KURZE ANSPRECHZEIT
SCHUTZART IP65

BRONKHORST
HI-TEC

EINFÜHRUNG UND INHALTSVERZEICHNIS

■ EINFÜHRUNG

Dieser Katalog befasst sich mit den Geräten der Serie IN-FLOW. Das sind Massedurchflussmesser und -regler in robuster Bauart (IP 65) zum Einsatz in Pilot- und Produktions- Anlagen im industriellen Bereich.

■ INHALTSVERZEICHNIS

	SEITE
Einführung und Inhaltsverzeichnis	2
Messprinzip	4
IN-FLOW Massedurchflussmesser für Gase	5 - 6
IN-FLOW Massedurchflussregler für Gase	7 - 8
Technische Spezifikationen	9
Modellnummernschlüssel IN-FLOW	10
LOW- Δ P-FLOW Massedurchflussmesser und -regler	11
IN-FLOW digitale Massedurchflussmesser und -regler	12
Auswertesysteme, digital	13
Auswertesysteme, analog	14
Andere Bronkhorst Hi-Tec Produkte	15

■ 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 03362-500245

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 TRADING GMBH

Franz Martinstraße 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

DIE VORTEILE AUF EINEN BLICK:

Die Überlegenheit der IN-FLOW Massedurchflussmesser und -regler wird am deutlichsten, wenn man sich klar macht, was man alles nicht braucht: Wirkdruckentnahme, Wirkdruckleitungen, Ventile, Druck- und Temperaturfühler. Die kompakten Geräte einfach nur einbauen, elektrisch anschließen, fertig. Neu in diesem Katalog sind die Geräte mit digitalen "multibus" Platinen mit RS232 oder Feldbus Schnittstellen.

BRONKHORST HIGH-TECH BV

PRODUKTREIHEN

Bronkhorst High-Tech B.V. ist im Jahr 1981 gegründet worden und bietet eine sehr große Produktvielfalt von thermischen und Coriolis-Massedurchflussmessern und -reglern. Eine große Anzahl von Standardausführungen wie auch kundenspezifische Instrumente können für Applikationen in Labor, der Industrie oder in exgeschützten Atmosphären angeboten werden. Die Messbereichsendwerte (mit 50:1 Messspanne) für diese Instrumente kann gewählt werden zwischen 0...1 mln/min und 0...11000 m³_n/h für Gas und zwischen 0...30 mg/h und 0...600 kg/h für Flüssigkeiten. Weiterhin bietet Bronkhorst High-Tech Drucksensoren und -regler in den Min.-Bereichen 0...100 mbara und Max.-Bereichen 0...400 bar an.



24-STUNDEN-SERVICE

Bronkhorst High-Tech ist ein weltweit operierendes Unternehmen. Das Hauptwerk befindet sich in Ruurlo, in den Niederlanden. Zur Zeit sind ca. 220 Mitarbeiter beschäftigt. Hervorzuheben ist, dass 45 Mitarbeiter in der Entwicklung und Forschung tätig sind. 100 Mitarbeiter arbeiten in der Produktion. 40 Mitarbeiter sind beschäftigt mit der Kundenbetreuung und Auftragsabwicklung. Das Customer Service Department bietet Ihnen einen „rund um die Uhr Support“. Sieben Tage die Woche für Kunden in jeder Ecke der Welt.

VERKAUFSNIEDERLASSUNG UND SERVICE

Zusätzlich zur Verkaufsniederlassung in Veenendaal wird u. a. in den weiteren Töchterfirmen in Großbritannien, Frankreich, Norddeutschland und Schweiz Unterstützung und Service angeboten. Weiterhin hat Bronkhorst High-Tech ein überall gleich arbeitendes Netzwerk von Distributoren und Service-Niederlassungen in Europa aufgebaut. Weitere Vertretungen sind in den Ländern USA, China, Japan, Australien, Kanada, Israel, Indien, Südafrika, Brasilien und Korea vertreten.



QUALITÄT

Kundenzufriedenheit, Innovation, qualitativ-hochwertige Produkte und Service sind die wesentlichen Eckpunkte des Bronkhorst High-Tech-Erfolges. 1987 wurde die sehr bedeutende König Willem I Plakette für besonders junge und erfolgreiche Unternehmen verliehen. 1992 erfolgte



die Zertifizierung nach ISO 9001 und drei Jahre später der ISO 14001 (ein internationaler Standard für Umweltmanagement). Im Januar 2004 erfolgte die Akkreditierung zum Qualitätsmanagement-System ISO 9001:2000.



DAS PRINZIP DER THERMISCHEN MASSEDURCHFLUSS- MESSUNG 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 Geräte von Bronkhorst High-Tech 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.

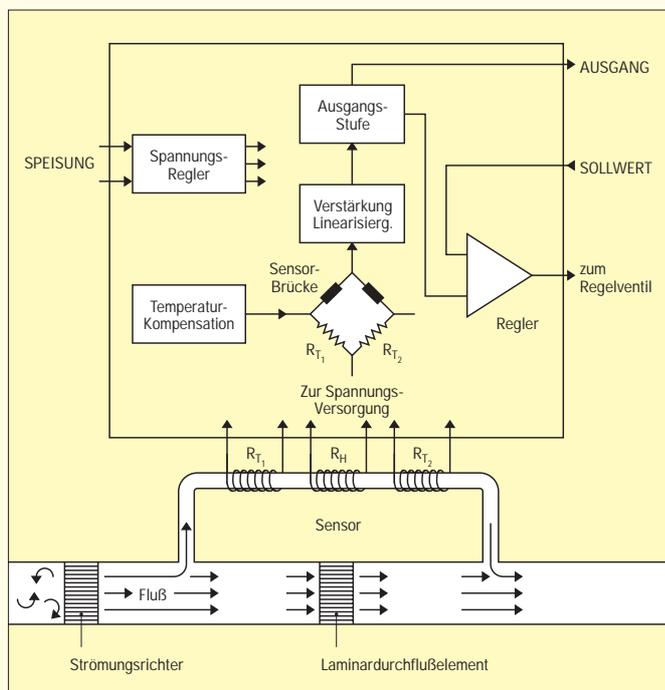


ABBILDUNG A

ARBEITSPRINZIP

Der patentierte Strömungsteiler, der für die proportionale Durchflussteilung auch unter wechselnden Einsatzbedingungen sorgt, ermöglicht in Kombination mit einem extrem temperaturunabhängigen Sensordesign eine unmittelbare Massedurchflussmessung.

Wie die Abbildung A erkennen läßt, fließt eine Teilmenge durch den *Sensor*. Dabei wird sie durch die Heizung H erwärmt.

Dadurch ändern sich die gemessenen Temperaturen T_1 und T_2 gegenläufig, wie es in Abbildung B dargestellt ist. Aus den Gleichungen für ΔT lässt sich erkennen, daß die Temperaturdifferenz dem Massedurchfluss direkt proportional ist.

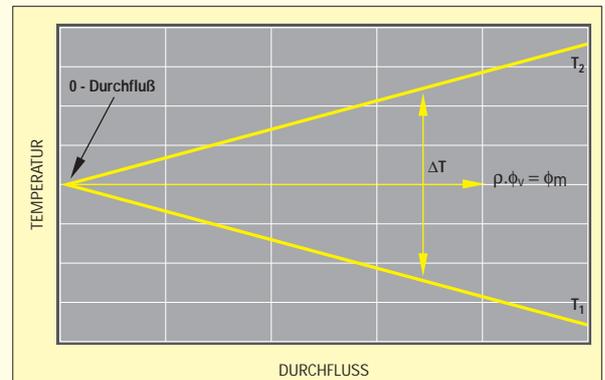


ABBILDUNG B

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

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 RT_1 und RT_2 dar. In 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 Ventilspannung geändert, bis beide Signale wieder übereinstimmen.

KALIBRIERUNG UND GENAUIGKEIT

Geräte der Serie IN-FLOW werden, wenn möglich, unter den tatsächlichen Einsatzbedingungen kalibriert. Sonst sind mit Hilfe der FLUIDAT-Datenbank genaue Aussagen zum Umrechnungsfaktor möglich. Für Anwendungen, bei denen die Standardgenauigkeit von 1% vom Endwert nicht ausreicht, bietet Bronkhorst High-Tech die "Polynom-Kalibrierung": Genauigkeit $\pm 0,5\%$ vom Meßwert zuzüglich $\pm 0,1\%$ vom Endwert.

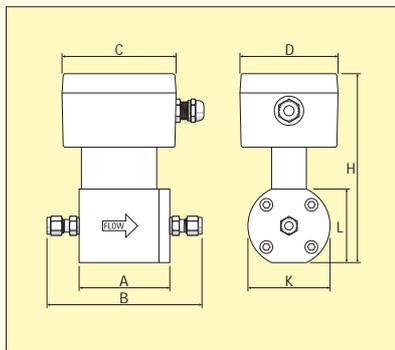
IN-FLOW MASSEDURCHFLUSSMESSER FÜR GASE BIS PN700

ALLGEMEINES

Die thermischen Massedurchflussmesser der IN-FLOW-Serie sind Geräte in robuster Konstruktion für die Verwendung unter industriellen Bedingungen. Dem entspricht auch das Elektronik-Gehäuse in Schutzart IP-65.

ANWENDUNGSGEBIETE

- Prozessgasmessung in der Lebensmittelindustrie, der chemischen und petrochemischen Industrie, in Fermentationsanlagen und in der Biotechnologie.
- Probenahme in der Umweltanalytik.
- Gasverbrauchsmessung für interne Verrechnung.



MODELL	ABMESSUNGEN (MM)							GEW. (KG)
	A	B	C	D	H	K	L	
F-112AI	65	115	80	75	145	59	53	1,6
F-113AI	112	181	80	75	159	74	67	3,3
F-116AI	174	241	80	75	184	74	67	5,2
F-126AI/F-136AI	211	336	80	75	220	110	100	16,8
F-116BI	192	280	80	75	201	89	84	8,0
F-110MI/F-120MI/F-130MI	60	106	80	75	124	30	30	1,2
F-111MI/F-121MI/F-131MI	60	114	80	75	124	30	30	1,2
F-122MI/F-132MI	77	131	80	75	150	69	55	2,3
F-123MI/F-133MI	124	194	80	75	187	99	93	6,8
F-141MI	124	-	80	75	147	69	57	4,7
F-142MI	125	-	80	75	170	99	76	7,7
F-143MI	178	-	80	75	224	142	132	20,8

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

DURCHFLUSSMESSBEREICHE (AUF BASIS N₂)

kleinster Bereich	größter Bereich	Zwischenwerte	DRUCKSTUFE / MODELL		
			100 bar	200 bar	400 bar
0,2.....10 ml _n /min	0,3.....15 ml _n /min	möglich	F-110MI	F-120MI	F-130MI
0,3.....15 ml _n /min	0,3.....15 l _n /min	möglich	F-111MI	F-121MI	F-131MI
0,3.....15 l _n /min	5.....250 l _n /min	möglich	F-112AI	F-122MI	F-132MI
2.....100 l _n /min	25.....1250 l _n /min	möglich	F-113AI	F-123MI	F-133MI
0,4.....20 m ³ _n /h	4.....200 m ³ _n /h	möglich	F-116AI	F-126AI	F-136AI
1.....50 m ³ _n /h	10.....500 m ³ _n /h	möglich	F-116BI	F-126BI	F-136BI
kleinster Bereich	größter Bereich	Zwischenwerte	700 bar	Kursiv gedruckte Modelle haben metallische Sensor-Dichtungen für erhöhte Sicherheit bei Betrieb auf Hochdruck.	
0,3.....15 ml _n /min	2.....100 l _n /min	möglich	F-141MI		
1.....50 l _n /min	5.....250 l _n /min	möglich	F-142MI		
2.....100 l _n /min	25.....1250 l _n /min	möglich	F-143MI		

EIGENSCHAFTEN

Die charakteristischen Eigenschaften thermischer Massedurchflussmesser von Bronkhorst High-Tech finden sich auch bei den IN-FLOW-Geräten wieder:

- Keine beweglichen Teile.
- Kurze Ansprechzeit.
- Entfall von Durchflusscomputer, Temperatur- und Druckmessung, dadurch einfach zu installieren und wirtschaftlich vorteilhaft.
- Geringer Druckabfall.
- Druckstufen bis 700 bar.
- Lieferbar mit Regelventil zur Herstellung eines kompletten, kompakten Regelkreises.
- Option: Impulsausgang für Zählung.

Bei den Gasanschlüssen unterscheiden wir Geräte zum Einbau zwischen Flanschen (F-106), Geräte mit Flanschen (F-107, F-117), siehe Seite 6, und solche mit Klemmringverschraubungen. Letztere sind unten auf dieser Seite aufgeführt. Neu dabei sind die Modelle mit Druckstufe 700 bar.



IN-FLOW MASSEDURCHFLUSSMESSER FÜR GASE

BAUREIHE F-106I:

Geräte zur Montage zwischen Flanschen nach DIN bis PN40 oder nach ANSI 150 lbs/300 lbs.

Kleinstbereich (N₂) 0,4....20 m³_n/h

Größtbereich (N₂) 220....11000 m³_n/h

BAUREIHEN F-107I/117I:

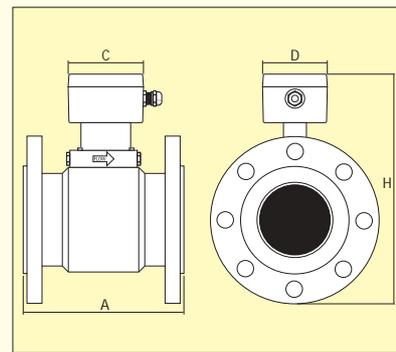
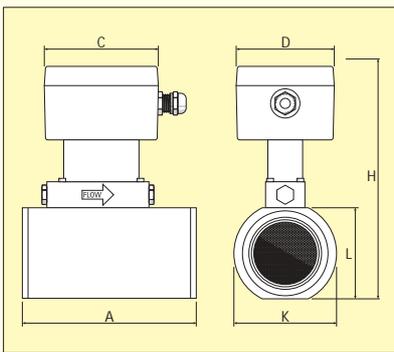
Geräte mit Flanschanschluss nach DIN oder ANSI.

F-107I: DIN PN40, ANSI 150 lbs, ANSI 300 lbs.

F-117I: DIN PN100; andere auf Anfrage.

Kleinstbereich (N₂) 0,4....20 m³_n/h

Größtbereich (N₂) 36....1800 m³_n/h



DIN	ANSI	MODELL	ABMESSUNGEN (MM)						GEW. (KG)
			A	C	D	H	K	L	
DN40	1½"	F-106AI	125	80	75	183	74	66	4,0
DN50	2"	F-106BI	125	80	75	195	84	78	4,6
DN80	3"	F-106CI	125	80	75	225	114	108	6,8
DN100	4"	F-106DI	125	80	75	255	144	138	9,5
DN150	6"	F-106EI	125	80	75	310	197	193	13,3
DN200	8"	F-106FI	125	80	75	362	248	245	18,1
DN250	10"	F-106GI	125	80	75	426	312	309	27,0

MODELL	ABMESSUNGEN (MM)			H (DIN, PN40)	H (DIN, PN100)	H (ANSI, 150 LBS)	GEW. (KG)
	A	C	D				
F-107AI	200	80	75	229	-	218	8,3
F-107BI	200	80	75	243	-	237	9,8
F-107CI	200	80	75	274	-	270	15,3
F-107DI	200	80	75	305	-	302	19,8
F-117AI	225	80	75	-	247	-	12,2
F-117BI	225	80	75	-	271	-	17,1
F-117CI	225	80	75	-	302	-	24,4
F-117DI	225	80	75	-	333	-	35,2

Abmessungen und Gewichte von anderen Modellen auf Anfrage.

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

DURCHFLUSSMESSBEREICHE (AUF BASIS N₂)

kleinster Bereich	größter Bereich	zwischenwerte	DRUCKSTUFE / MODELL	
			40 bar	100 bar
0,4.....20 m ³ _n /h	4.....200 m ³ _n /h	möglich	F-106AI/F-107AI	F-117AI
1.....50 m ³ _n /h	10.....500 m ³ _n /h	möglich	F-106BI/F-107BI	F-117BI
2.....100 m ³ _n /h	20.....1000 m ³ _n /h	möglich	F-106CI/F-107CI	F-117CI
3,6.....180 m ³ _n /h	36.....1800 m ³ _n /h	möglich	F-106DI/F-107DI	F-117DI
8.....400 m ³ _n /h	80.....4000 m ³ _n /h	möglich	F-106EI	
14.....700 m ³ _n /h	140.....7000 m ³ _n /h	möglich	F-106FI	
22.....1100 m ³ _n /h	220.....11000 m ³ _n /h	möglich	F-106GI	

IN-FLOW MASSEDURCHFLUSSREGLER FÜR GASE

ALLGEMEINES

Um aus dem Massedurchflussmesser einen Massedurchflussregler zu machen, wird er mit einem Regelventil ausgestattet. Die Geräte der Baureihen F-112AI und F-113AI können mit einem separaten Ventil fertig verrohrt geliefert werden. Das Elektronikgehäuse des Massedurchflussmessers enthält dann eine Platine mit Regelfunktion. Damit ist der Regelkreis vollständig.

Bei den Geräten der Baureihen, die mit der Ziffer 2 anfangen (z.B. F-203AI und F-216AI) sind Durchflussmesser und Regelventil in einem gemeinsamen Gerätekörper integriert.

DIE REGELVENTILE

gibt es in verschiedenen Bauformen mit jeweils spezifischen Eigenschaften, die im Folgenden kurz beschrieben sind.

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-203AI, F-206AI/BI, F-213AI oder F-216AI/BI). In den größeren Ventilen/Reglern wird dieses Ventilmodul als Pilotventil verwendet. Siehe unten.

VARY-P-VENTIL F-033C (PN400) UND F-042C (PN700)

Hierbei handelt es sich um ein Zweistufen-Ventil. Das Pilotventil arbeitet wie das oben beschriebene Ventilmodul. Die zweite Stufe ist ein patentiertes Druckkompensationsventil. Es hält das ΔP über die erste Stufe konstant auf 4 bar. Somit kann sich sowohl der Eingangsdruck als auch der Ausgangsdruck ändern, ohne daß dadurch die Funktion des Vary-P-Ventils beeinträchtigt wird.

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

sind 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.

BALGENVENTIL F-004AC UND F-004BC

Dieses direkt angesteuerte Ventil wurde speziell für Anwendungen mit hohen Durchflussraten bei geringen Differenzdrücken entwickelt, wie sie z.B. an Brennersystemen häufig vorkommen. Ein Faltenbalg entlastet das Ventil und macht es möglich, den Durchfluss bei Differenzdrücken zwischen 1 mbar und 5 bar komfortabel zu regeln. Hinsichtlich der Gehäuseschutzart ist zu unterscheiden zwischen F-004AC (IP 40 oder IP 65) und F-004BC (IP 65).

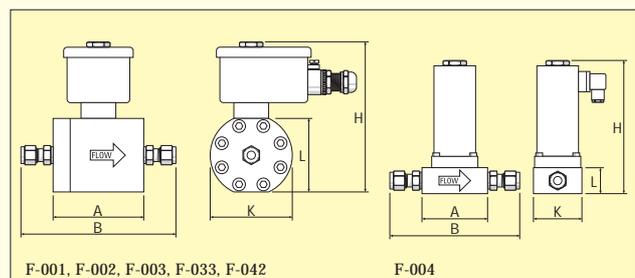
Schaltschemata der verschiedenen Ventile siehe Katalog EL-FLOW®.

ANWENDUNGSBEISPIELE

Einige Anwendungsbeispiele sind bereits auf Seite 5 behandelt worden. Hinzu kommen nun als spezielle Anwendungen für F-004 Regelventile:

- Systeme zur Luftprobennahme.
- Regelsysteme für Erdgas oder Acetylen, sowie als allgemeine Einsatzbereiche.
- Herstellung definierter Gasgemische im Laborbereich.
- Pilotanlagen im Forschungsbereich.
- Fermentation und Biotechnologie.
- Verbrennungsregelung.
- Wasserstofftechnik.

MASSEZEICHNUNGEN REGELVENTIL



MODELL	ABMESSUNGEN (MM)					GEW. (KG)
	A	B	H	K	L	
F-001AC - IB	47	97	83	25	25	0,5
F-002AC - IB	78	128	109	59	53	1,5
F-003AC - IB	97	166	126	74	67	3,2
F-003BC - IB	114	203	140	89	84	5,1
F-033C - IB	77	127	111	69	55	2,3
F-042C - IB	129	-	140	99	76	6,0
F-004AC - LU/IU	64	114	123	45	25	1,3
F-004BC - IV	85	154	174	65	35	3,2

IU/IB entspricht Schutzart IP65. LU entspricht IP40.

IN-FLOW MASSEDURCHFLUSSREGLER FÜR GASE

■ DURCHFLUSSBEREICHE (BEZOGEN AUF N₂)

MFM + Ventil	kleinster	größter
F-111MI/F-001AC	0,3...15 ml _n /min	0,3.....15 l _n /min
F-112AI/F-001AC	0,3.....15 l _n /min	2,0.....100 l _n /min
F-112AI/F-002AC	0,1.....5 l _n /min	5,0.....250 l _n /min
MFC mit integr. Ventil		
F-203AI/F-213AI	2.....100 l _n /min	25....1250 l _n /min
F-206AI/F-216AI	0,4.....20 m ³ _n /h	4.....200 m ³ _n /h
F-206BI/F-216BI	1.....50 m ³ _n /h	10.....500 m ³ _n /h
MFC für Hochdruckenwendungen (PN400/PN700)		
F-230MI/F-240MI	0,3...15 ml _n /min	10...500 ml _n /min
F-231MI/F-241MI	10...500 ml _n /min	0,2.....10 l _n /min
F-232MI/F-242MI	0,2.....10 l _n /min	2.....100 l _n /min

■ BAUREIHE FÜR HOCHDRUCKANWENDUNGEN

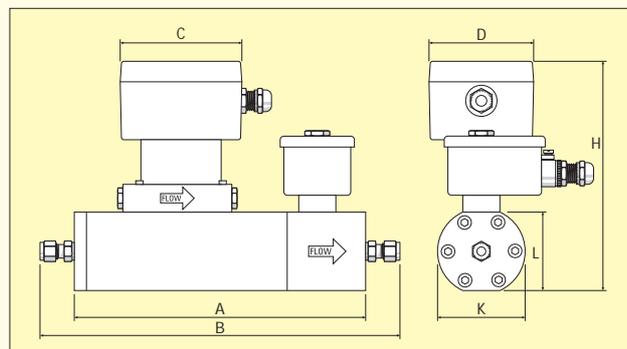
Bei den Durchflussmessern und -Reglern bietet Bronkhorst High-Tech jetzt Geräte für Betriebsdruck bis 700 bar an. Diese Baureihen haben metallische Sensor-Dichtungen für erhöhte Sicherheit, wichtig zum Beispiel bei Wasserstoff und Hochdruck.



■ DIE AUSWAHL DER RICHTIGEN GERÄTE

und die Bestimmung der entsprechenden Modell-Nummern erfordert ein gewisses Maß an Systemkenntnissen. Bronkhorst High-Tech und die Vertriebspartner haben die Experten dafür. Sie brauchen allerdings einige Daten und Angaben, damit das Ergebnis optimal ist. Mehr dazu auf Seite 10 beim Modellnummern-Schlüssel.

■ MASSZEICHNUNGEN MASSEDURCHFLUSSREGLER



MODELL	ABMESSUNGEN (MM)							GEW. (KG)
	A	B	C	D	H	K	L	
F-230MI/F-231AI/F-232MI	115	164	80	125	177	69	56	4,4
F-240MI/F-241AI/F-242MI	157	-	80	125	200	99	76	12,6
F-203AI/F-213AI	171	240	80	125	159	74	67	5,3
F-206AI/F-216AI	233	300	80	125	188	74	67	7,3
F-206BI/F-216BI	251	340	80	125	204	89	84	10,5

■ DIE GESAMTLÖSUNG EINER REGELAUFGABE

schließt auch immer die Peripherie mit ein. Wie sie ausgestattet wird, hängt von den Anforderungen ab, die der Anwender stellt. Eine der besonderen Leistungen von Bronkhorst High-Tech ist die große Auswahl an Auswertesystemen für die unterschiedlichen Anforderungen.

Wir stellen Ihnen die Geräte auf den Seiten 13 und 14 ausführlich vor, hier sei aber schon erwähnt, dass sie weit mehr ermöglichen, als die Vorgabe und Einhaltung 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 kann unmittelbar eingegeben werden.

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 dieser 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.

TECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN IN-FLOW

MESSSYSTEM

GENAUIGKEIT (BEI KALIBRIERUNG UNTER BETRIEBSBEDINGUNGEN)	Standard-Kalibrierung $\pm 1\%$ v. Endwert (bis $1200 \text{ m}^3_{\text{n}}/\text{h}$) Polynomkalibrierung $\pm 0,5\%$ v. Messwert zzgl. $\pm 0,1\%$ v. Endwert
REPRODUZIERBARKEIT	$< 0,1\%$ v. Endwert
WIEDERHOLGENAUIGKEIT	$< 0,2\%$ v. Messwert
EINSCHWINGZEIT	ca. 3 s
REGELSTABILITÄT	$< \pm 0,1\%$ v. Endwert (typisch für $1 \text{ l}_{\text{n}}/\text{min N}_2$)
DRUCKEMPFLINDLICHKEIT	0,1%/bar typ. N_2 0,01%/bar typ. H_2
LAGEEMPFLINDLICHKEIT	max. Fehler 0,015% bei 1 bar N_2 u. 90° Änderung
VIBRATIONSEMPFLINDLICHKEIT	zu vernachlässigen
TEMPERATUREMPFLINDLICHKEIT	Nullpunkt: ca. 0,05% v. Endwert/ $^\circ\text{C}$ Messbereich: ca. 0,05% v. Messwert/ $^\circ\text{C}$
DICHTIGKEIT	Jede Einheit wird auf 2×10^{-9} mbar l/s He getestet. Zusätzlich Drucktest bei 1,5-fachem Betriebsdruck
EMV	gemäß CE

MECHANISCHER TEIL

PROZESSANSCHLÜSSE	siehe Modellnummernschlüssel, andere auf Anfrage
WERKST. MEDIENBER. METALLTEILE	rostfreier Stahl 316L oder gleichwertig,
WERKST. ELEKTRONIKGEHÄUSE	Aluminium, lackiert
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 $+70^\circ\text{C}$
BETRIEBSDRUCK	siehe Tabelle Seite 6 und Modellnummernschlüssel
AUFWÄRMZEIT	20 min. für höchste Genauigkeit, 2 min. für Genauigkeit $\pm 2\%$ v. Endwert

ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN

SPANNUNGSVERSORGUNG F. MESSUNG	+15...24 V Gs, 50 mA
FÜR MESSUNG + REGELUNG	+15...24 V Gs, 60 mA zzgl. ca. 250 mA für Ventil
F. MESSUNG + REGELUNG + IMPULSAUSGANG	+15...24 V Gs (anzugeben), 70 mA zzgl. ca. 250 mA für Ventil
AUSGANGSSIGNAL (KURZSCHLUSSFEST)	0...5 V, 0...10 V, Lastwiderstand $> 2 \text{ k}\Omega$ 0(4)...20 mA, Bürde $< 375 \Omega$
EINGANGSSIGNAL (SOLLWERTSIGNAL)	0(1)...5 V, 0...10 V, Eingangswiderstand $1 \text{ M}\Omega$ 0(4)...20 mA, Eingangswiderstand 250Ω
ELEKTRISCHER ANSCHLUSS	Klemmanschlüsse, Schutzart IP65
STOPFBÜCHSE FÜR MFM	PG 9
STOPFBÜCHSE FÜR MFC	PG 11

KALIBRIERUNG

Referenzen

Die Kalibrierung erfolgt mit Geräten, die von der holländischen 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.



MODELLNUMMERNESCHLÜSSEL IN-FLOW

GERÄTE MIT KLEMMRINGVERSCHRAUBUNGEN

F - N N NAI - A A D - N N - A

GRUNDVERSION

0	nur Ventil
1	Sensor
2	Sensor + integriertes Ventil

DRUCKSTUFEN

0	64 bar
1	100 bar
2	200 bar
3	400 bar
4	700 bar

SENSORBEREICH

2AI	015 ml _n /min bis 0250 l _n /min
3AI	0100 l _n /min bis 01250 l _n /min
6AI	020 m ³ _n /h bis 0200 m ³ _n /h
6BI	050 m ³ _n /h bis 0500 m ³ _n /h

Durchflussbereiche für Modelle mit "MI" im Typenschlüssel entnehmen Sie bitte die Tabellen auf Seiten 5 und 8.

SCHALTUNG FÜR

H	nur Messung
F	Messung + Regelung

AUSGANGSSIGNAL

A	05 V Gs	F	020 mA aktiv
B	010 V Gs	G	420 mA aktiv
C	020 mA passiv	K	05 V m. Kabelkom- pensation
D	420 mA passiv	L	010 V m. Kabelkom- pensation

EINLAUF

ANSCHLUSS

AUSLAUF

1	1/8" Klemmringverschraubung	1
2	1/4" Klemmringverschraubung	2
3	6 mm Klemmringverschraubung	3
4	12 mm Klemmringverschraubung	4
5	1/2" Klemmringverschraubung	5
6	20 mm Klemmringverschraubung	6
8	1/4" Vakuumverschraubung	8
9	andere	9

DICHTUNGEN

E	EPDM
P	Elast. PTFE
V	Viton
Z	Spezifiziert

DURCHFLOßMESSER FÜR MONTAGE ZWISCHEN FLANSCHEN

F-1 N NAI - A A D - NN - A

DRUCKSTUFEN

0	40 bar
1	100 bar

SENSORBEREICH

6AI	Montage zw. Flanschen	0..20 bis 0..200 m ³ _n /h
6BI	Montage zw. Flanschen	0..50 bis 0..500 m ³ _n /h
6CI	Montage zw. Flanschen	0..100 bis 0..1000 m ³ _n /h
6DI	Montage zw. Flanschen	0..180 bis 0..1800 m ³ _n /h
6EI	Montage zw. Flanschen	0..400 bis 0..4000 m ³ _n /h
6FI	Montage zw. Flanschen	0..700 bis 0..7000 m ³ _n /h
6GI	Montage zw. Flanschen	0..1100 bis 0..11000 m ³ _n /h
7AI	Flanschanschluss	0..20 bis 0..200 m ³ _n /h
7BI	Flanschanschluss	0..50 bis 0..500 m ³ _n /h
7CI	Flanschanschluss	0..100 bis 0..1000 m ³ _n /h
7DI	Flanschanschluss	0..180 bis 0..1800 m ³ _n /h

SCHALTUNG FÜR

H	nur Messung
F	Messung + Regelung

AUSGANGSSIGNAL

A	05 V Gs	F	020 mA aktiv
B	010 V Gs	G	420 mA aktiv
C	020 mA passiv	K	05 V m. Kabelkom- pensation
D	420 mA passiv	L	010 V m. Kabelkom- pensation

ANSCHLÜSSE

01	Montage zw. Flanschen	DIN PN10
02	Montage zw. Flanschen	DIN PN16
03	Montage zw. Flanschen	DIN PN40
06	Montage zw. Flanschen	ANSI 150 lbs
07	Montage zw. Flanschen	ANSI 300 lbs
13	Flanschanschluss	DIN PN40
15	Flanschanschluss	DIN PN100
26	Flanschanschluss	ANSI 150 lbs
27	Flanschanschluss	ANSI 300 lbs
28	Flanschanschluss	ANSI 600 lbs
99	andere	

DICHTUNGEN

E	EPDM
P	Elast. PTFE oder Äquivalent
V	Viton
Z	Spezifiziert

ANFRAGE- UND BESTELLMHINWEISE

Damit wir das optimale Gerät für Ihre Anwendung bestimmen können geben Sie bitte an: Gasart, Durchflussbereich, Betriebstemperatur und Betriebsdruck (bei Reglern vor und hinter dem Gerät), Art der Gasanschlüsse und Dichtungen, gewünschtes Ausgangssignal. Aufgrund dieser Angaben machen wir für Sie die

folgenden Prüfungen und Berechnungen:

- Durchflussbereich, bezogen auf N₂, mit Datenbank FLUIDAT berechnen.
- Nur für Regler: Prüfen, ob Druckdifferenz ΔP innerhalb der maximalen Werte liegt.
- Nur für Regler: Prüfen, ob der von FLUIDAT berechnete K_v-Wert innerhalb der realisierbaren Werte liegt.

LOW- Δ P-FLOW MASSEDURCHFLUSSMESSER UND -REGLER

LOW- Δ P-FLOW Massedurchflussmesser und -regler wurden aus der Baureihe IN-FLOW heraus entwickelt. Eine spezielle Ausführung sowohl der Sensorik als auch der Aktorik machen die LOW- Δ P-FLOW-Version besonders geeignet für Anwendungen, wo nur ein extrem geringer Druckabfall zulässig ist. Der Sensor verursacht nur ca. 0,2 mbar Druckverlust.

Erreicht wird das durch einen massiven zylindrischen Messbereichseinsatz, 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 oder Verstopfung und erleichtert Spülung und Reinigung der Geräte. Deren Verwendung kann also auch dort angezeigt sein, wo es sich um besonders aggressive Medien handelt, auch wenn der Druckverlust eigentlich keine Rolle spielt.

Die Serien F-106Z und F-107Z haben nicht den oben erwähnten zylindrischen Messbereichseinsatz, der einen Ringspalt freilässt, sondern den normalen modularen Messbereichseinsatz. Durch eine spezielle Kapillare wird aber der Druckverlust ebenfalls minimiert.



DURCHFLUSSBEREICHE (AUF BASIS N₂)

Massedurchflussmesser

Baureihe F-101DI	min. 0,2 10 ml _n /min max. 0,03 1,5 l _n /min
Baureihe F-101EI	min. 0,03 1,5 l _n /min max. 0,2 10 l _n /min
Baureihe F-102DI	min. 0,1 5 l _n /min max. 0,6 30 l _n /min
Baureihe F-102EI	max. 0,6 30 l _n /min max. 1,0 50 l _n /min
Baureihe F-103DI	min. 0,4 20 l _n /min max. 2,0 100 l _n /min
Baureihe F-103EI	min. 2,0 100 l _n /min max. 4,0 200 l _n /min
Baureihe F-106Z/F-107Z	min. 0,2 10 m ³ _n /h max. 4,0 200 m ³ _n /h*

*) höher auf Anfrage

Massedurchflussregler mit integriertem Regelventil sind in der Industrieausführung von LOW- Δ P-FLOW-Geräten nicht lieferbar. In der IN-FLOW-Ausführung werden sie nur mit getrennten Regelventilen fertig verrohrt geliefert.

Für die Regelung von hohen Durchflüssen bei geringem Differenzdruck hat Bronkhorst High-Tech außerdem die auf Seite 7 beschriebenen direktwirkenden Ventile mit Druckausgleichsbalg Modell F-004AC und F-004BC entwickelt.



Es hat sich erwiesen, daß dieses Ventil eine vorteilhafte Alternative ist zu den sonst vielfach verwendeten Servo-Ventilen, die größer, langsamer und aufwendiger sind.

IN-FLOW[®] DIGITALE MASSEDURCHFLUSSMESSER/-REGLER

Die Massedurchflussmesser und -regler der IN-FLOW-Baureihe sind auch in digitaler Ausführung erhältlich. Es ist oft der Fall, dass Massedurchflussmesser mit AD/DA-Wandlern ergänzt werden und anschließend als digital bezeichnet werden. Nicht so in unserem Fall.

IN-FLOW digital basiert auf einer digitalen Platine, auf der das Sensorsignal direkt in den Mikro-Prozessor geführt wird. Dadurch wird ein Optimum an Signal-Stabilität und Genauigkeit erreicht. Die integrierte Alarmfunktion überwacht kontinuierlich Abweichungen zwischen Soll- und Istwert. Wenn z.B. der Regler aufgrund von stark schwankenden Vordrücken den gewünschten Durchfluss nicht regeln kann, gibt der Regler automatisch eine Warnung aus. Zusätzlich überwacht der Regler sich kontinuierlich selbst mit einer Selbstdiagnose-Routine.

■ MULTI-BUS TECHNOLOGIE

Bronkhorst High-Tech B.V. entwickelt die aktuellste Ausführung der digitalen Instrumente nach dem „Multibus-Prinzip“. Die Basisplatine im Instrument beinhaltet alle generellen Funktionen, welche für den Betrieb zum Messen und Regeln benötigt werden. Analoge I/O-Signale und eine RS232-Schnittstelle sind hierbei Standard. Ergänzend hierzu besteht die Möglichkeit, mit zusätzlichen Schnittstellenplatinen



IN-FLOW DIGITALER MFC MODELL F-202AI

DeviceNet, Profibus-DP, Modbus oder auf FLOW-BUS Protokoll zu ergänzen. Der letztgenannte ist ein Feldbus, basierend auf einer RS485-Schnittstelle, speziell entwickelt von Bronkhorst High-Tech B.V. für Massedurchflussmesser und die Regellösungen. Man kann hierbei auf mehr als 15 Jahre Erfahrung zurückgreifen.

Zur Unterstützung von Prozessen via PC oder Prozessleitsystemen liefert Bronkhorst High-Tech zahlreiche Programme und Treiber. Unter anderem einen DDE-Server zum Datenaustausch innerhalb von MS-Windows Applikationsprogrammen. Weiterhin liefert Bronkhorst kostenlose Softwaretools für Feldbus-Systeme, Schreiber- und Diagnoseprogramme oder Programme zum Bedienen und parametrieren von digitalen Instrumenten

■ SPEZIFIKATIONEN

Digitale Massedurchflussmesser/-regler

- Digitaler Datenaustausch (DeviceNet[™], Profibus-DP[®], Modbus oder FLOW-BUS) oder analog (0...5 (10) V, 0 (4)...20 mA).
- Austauschbar/Kompatibel mit analogen Instrumenten
- Genauigkeit $\pm 0,5\%$ v. Messwert plus $\pm 0,1\%$ v. Endwert
- Speichern von 8 Kalibrierkurven
- Kontinuierliche Selbstüberwachung
- Alarm- und Zählerfunktion
- Sehr schnelle (einstellbare) Reglerfunktion
- Einseitige Spannungsversorgung +15...+24 Vdc

■ SOFTWARE-UNTERSTÜTZUNG

Bronkhorst High-Tech bietet kostenlose Software für PC oder Prozessleitsysteme.

- FlowDDE: Programm zum Verknüpfen von digitalen Instrumenten und MS-Windows-Programmen.
- FlowPlot: Programm zum Anzeigen und Optimieren von Parametern an digitalen Instrumenten.
- FlowView: Programm, zum Bedienen von digitalen Instrumenten von Bronkhorst High-Tech.
- FlowFix: Programm für die Feldbus-Anbindung von digitalen Instrumenten.

AUSWERTESYSTEME MIT INTEGRIERTER STROMVERSORGUNG

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.



3-KANAL-AUSFÜHRUNG E-7100

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.

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 $\frac{1}{2}$ 19"-Gehäuse und 6 Kanäle in ein 19"-Tisch- oder Rackgehäuse.

SPEZIFIKATIONEN BAUREIHE E-7000

Gehäuse:

- Kassette für Tafeleinbau (1-Kanal) 96 x 144 mm.
- Tischgehäuse (1-Kanal) 76 x 134 x 260 mm.
- Tisch- oder Rackgehäuse (max. 3 Kanäle) 3 HE $\frac{1}{2}$ 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).
- Stromversorgungskapazität +15 V Gs, 2 A, -15 V Gs, 300 mA.



1-Kanal-Modul E-7000

AUSWERTESYSTEME MIT INTEGRIERTER STROMVERSORGUNG

ANALOGES 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 Tafeleinbau (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.

Jeder Anwender findet bei dieser vielseitigen Auswahl von Geräten eine optimale Lösung für seine Aufgabenstellung. Vielfach wird dabei die Mithilfe des zuständigen Vertriebspartners nützlich sein, denn nicht alle wissenswerten Einzelheiten konnten im Rahmen dieser gedrängten Darstellung erwähnt werden. Darüber hinaus gibt es Datenblätter zu den verschiedenen Bau-reihen, die auf Anforderung gerne zur Verfügung gestellt werden.



2-KANAL-SYSTEM E-5752



6-KANAL-SYSTEM E-5736

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.

ANDERE BRONKHORST HI-TEC PRODUKTE

Neben den in diesem Katalog ausführlich behandelten Geräten der IN-FLOW-Serie, wurde auch auf die Variante LOW- Δ P-FLOW eingegangen. Daneben möchten wir noch hinweisen auf die folgenden Produktgruppen und die darüber zur Verfügung stehenden Druckschriften:



EL-FLOW®

Massedurchflussmesser und -regler für Gase, deren Elektronikgehäuse auf Laborbedingungen zugeschnitten ist. Geräte der EL-FLOW®-Serie sind die einzigen am Markt, die Durchflussbereiche zwischen 0...1 ml_n/min und 0...1250 l_n/min und Betriebsdrücke zwischen

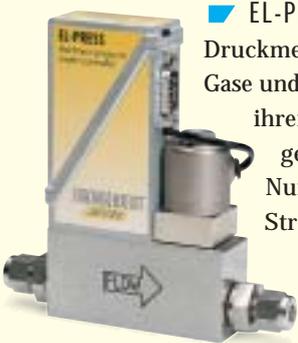
Vakuum und 400 bar mit einer einzigen Geräteserie abdecken. Alle Geräte einer Baureihe haben gleiche Abmessungen. Die besondere Variabilität der Messbereiche und Betriebsbedingungen hat EL-FLOW®-Geräte zu der meistverkauften Geräteserie gemacht.



EX-FLOW

Massedurchflussmesser und -regler für Gase in robuster Bauart und mit der Zulassung in explosionsgefährdeter Umgebung. Die Messbereiche gehen von 0,15...7,5 ml_n/min bis 220...11000 m³_n/h.

Die Sensorik ist ATEX-zertifiziert für die Schutzart II 2 G EEx ib IIC T4. Das Elektronikgehäuse hat die Schutzart IP 65. Bei den Regelventilen mit K_v-Werten zwischen 5,7 x 10⁻⁵ und 6,0 unterscheidet man je nach Spulentyp die Schutzarten ATEX II 2 G/D IPGX T130°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 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 μ -FLOW. Deren Kleinstbereich beträgt 1,5...30 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.



Nijverheidsstraat 1a, 7261 AK Ruurlo, Nederlande
Telefon: 0031 573 458800, Telefax: 0031 573 458808,
Internet: www.bronkhorst.com, E-mail: sales@bronkhorst.com

Vertrieb:

D.IFB.1004.E