bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

Produktübersicht

# Mass Flow Controller für Gase

894528 / 06/11 www.wolf-corporate.de

**Bürkert Fluid Control Systems**
Christian-Bürkert-Straße 13-17
74653 Ingelfingen
Deutschland

Tel.: +49 (0) 7940/10-0
Fax: +49 (0) 7940/10-91 204

info@buerkert.de
www.buerkert.de

**Bürkert-Contromatic AG Schweiz**
Bösch 71
CH-6331 Hünenberg ZG

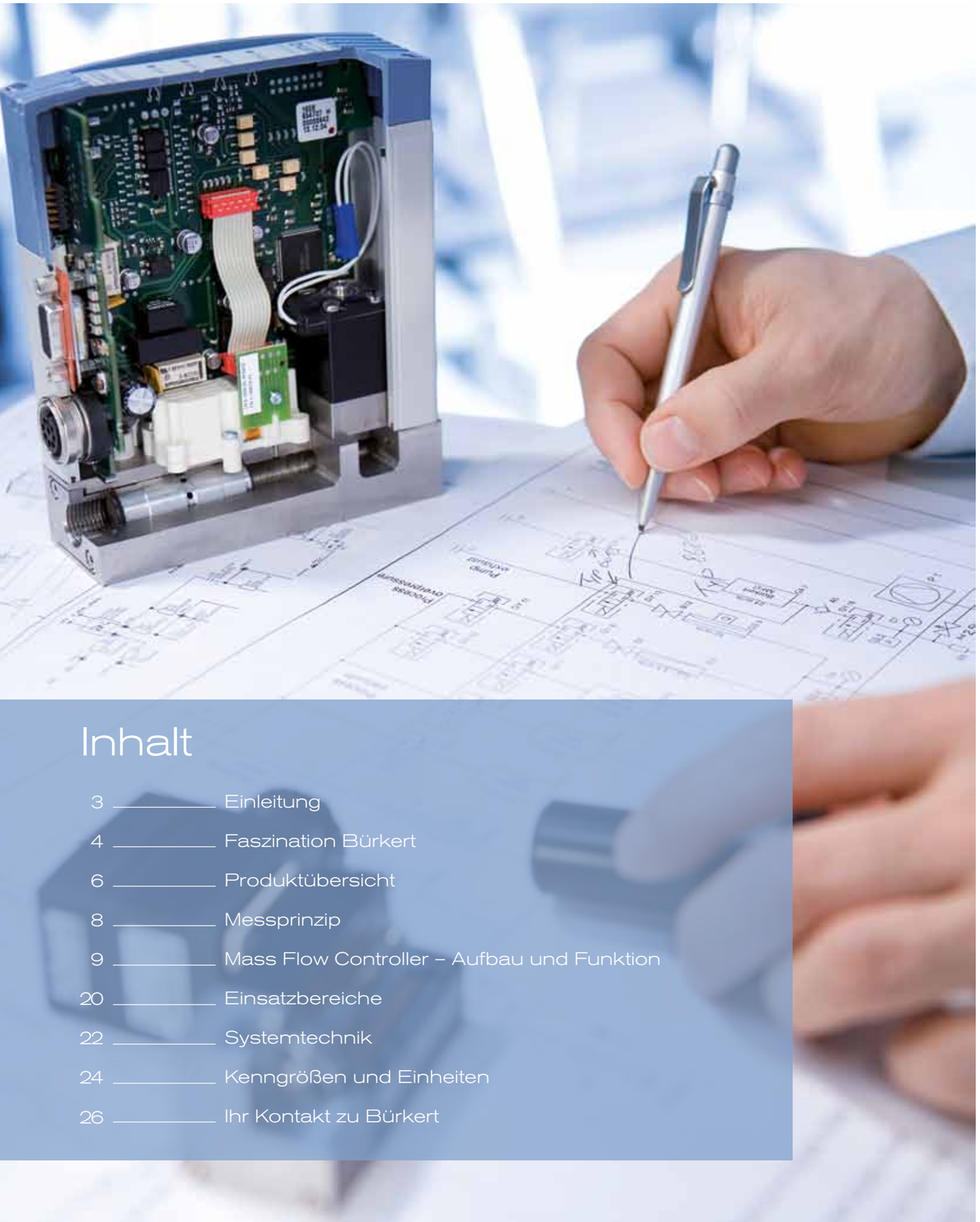
Tel.: +41 (0) 41-785 66 66
Fax: +41 (0) 41-785 66 33

info.ch@buerkert.com
www.buerkert.ch

**Bürkert-Contromatic G.m.b.H.**
Diefenbachgasse 1-3
AT-1150 Wien

Tel.: +43 (0) 1-894 13 33
Fax: +43 (0) 1-894 13 00

info@buerkert.at
www.buerkert.at



## Inhalt


3 Einleitung
4 Faszination Bürkert
6 Produktübersicht
8 Messprinzip
9 Mass Flow Controller – Aufbau und Funktion
20 Einsatzbereiche
22 Systemtechnik
24 Kenngrößen und Einheiten
26 Ihr Kontakt zu Bürkert


# Einleitung

Wird in den Sprachen Europas von Gas gesprochen, meinen fast alle dasselbe. Doch die wenigsten wissen: Das Wort geht zurück auf die Aussprache des griechischen Wortes für Chaos. Zufall? Wohl kaum. Gas ist eigen. Es ist flüchtig, mitunter reaktionsfreudig und immer expansiv. Und weil das so ist, stellt Gas besondere Anforderungen an sein Handling.

Prozessgase sind unerlässliche Helfer der industriellen Fertigung: etwa beim Beschichten und Härten von Oberflächen. Oder bei Fermentationsprozessen in der Pharmazie. So schützen beispielsweise die reaktionsträgen Inertgase die Lebensmittel in deren Verpackung vor Luftsauerstoff. In der Metallverarbeitung, beim Schweißen verhindern sie Oxidationen. Reaktive Gase hingegen werden von der Industrie genutzt, um gewünschte Prozesse gezielt zu beeinflussen, neue Produkte zu erforschen und herzustellen. Hier wie dort: auf die Mischung und Dosierung kommt es an. Die präzise Regelung und stete Kontrolle von Gasflüssen verhelfen zu konstanter Qualität, reduzieren Kosten, schaffen Sicherheit – Prozesssicherheit mit reproduzierbaren Ergebnissen auf gleichbleibend hohem Niveau.

Niemand weiß das besser als Bürkert. Denn wir stellen uns seit über 60 Jahren dieser Herausforderung – dem Messen, Steuern, Regeln von Fluiden. Mit einer überzeugenden Produktvielfalt decken wir die gesamte Prozesskette ab. Dabei hat dem Fluss gasförmiger Substanzen von jeher besonderes Augenmerk gegolten. Viele Produkte sind in diesem Zusammenhang entstanden. Die Mass Flow Meter (MFM) und Mass Flow Controller (MFC) von Bürkert zählen zu den gefragtesten Komponenten. Sie haben einen festen Platz in unterschiedlichen verfahrenstechnischen Prozessen in aller Welt. Sie setzen Maßstäbe bei der Messung und Regelung von Massendurchflüssen.

Wiederholgenauigkeit und Exaktheit in einem stimmigen Verhältnis von Preis und Leistung – das sind die herausragenden Charakteristika der thermischen MFM/MFC von Bürkert. Die Leistungen gleich mehrerer Komponenten vereinen die mechatronischen Geräte von Bürkert in einer kompakten Bauform. Ohne ein einziges bewegliches Bauteil im Gasstrom wird hiermit der Massendurchfluss eines Gases gemessen, gesteuert, geregelt. Kompaktheit und Geräteintelligenz vereinfachen die Handhabung. Und davon profitieren Sie – als Anwender.

Machen Sie sich Ihr eigenes Bild von der Leistungsfähigkeit der MFM/MFC von Bürkert. Die vorliegende Broschüre hilft Ihnen dabei – mit technischer Beschreibung sowie einer detaillierten Produktübersicht.

# Die faszinierende Welt der Fluid Control Systems

Wenn es um das Arbeiten mit Flüssigkeiten und Gasen geht, sind wir an Ihrer Seite – als Hersteller technisch ausgereifter Produkte, als ganzheitlich denkender Systemanbieter und als partnerschaftlicher Berater. Seit der Gründung im Jahr 1946 haben wir uns zu einem der weltweit führenden Unternehmen für Fluid Control Systems entwickelt. Zugleich sind wir ein Familienunternehmen, dessen Denken und Handeln von starken Grundwerten geprägt ist.

## ERFAHRUNG

Es gibt Dinge, die hat man nicht einfach. Man muss sie sammeln. Bekommt sie von anderen. Muss sie sich beständig neu erarbeiten. Das macht sie so wertvoll. Zu diesen Dingen zählt Erfahrung. Wir beispielsweise können Ihnen aufgrund unserer langjährigen Erfahrung umfassende Dienstleistungen zum Thema Messen und Regeln von Gasen anbieten – von der Beratung über Entwicklung, Installation und Prüfung bis zum After-Sales-Service. Egal, ob es um eine individuelle Produktlösung oder um ein bahnbrechendes neues System für den gesamten Mess- und Kontrollprozess geht: Profitieren Sie von unserer Erfahrung.

## MUT

Wer sich nur damit beschäftigt, bereits Vorhandenes zu optimieren, stößt irgendwann an Grenzen – technisch, ökonomisch, persönlich. Um diese Grenzen zu überwinden, benötigt man Mut: Mut zum Anderssein und Vertrauen in die eigenen Ideen, Mut, sich ins Unbekannte vorzuwagen, neue Wege zu suchen und bisher noch nicht da gewesene Produkte zu entwickeln. Diesen Mut haben wir. Indem wir unsere Kompetenzen für Sie branchenübergreifend zusammenfassen und einsetzen, profitieren Sie von unserem gesammelten Wissen im Gas Handling – in der Plasmagasregelung genauso wie im Umgang mit Wasserstoff in der Brennstoffzellentechnik.

## NÄHE

Manche Dinge scheinen absolut selbstverständlich zu sein. Erst wenn sie fehlen, merkt man, wie wichtig sie eigentlich sind. Das gilt vor allem für Nähe. Ohne Nähe lassen sich Beziehungen und ein genaues Verständnis füreinander nur schwer aufbauen. Als gewachsenes mittelständisches Unternehmen wissen wir das. Deshalb sind wir immer für Sie da, um gemeinsam mit Ihnen die bestmöglichen Lösungen für Ihre Aufgaben im Bereich des Messens und Regelns von Gasen zu erarbeiten. Unsere globale Präsenz an 35 Standorten macht es möglich, dass wir überall für unsere Kunden technische Innovationen vorantreiben können.



# Das Bürkert Produktprogramm

Als einer von wenigen Anbietern auf dem Markt decken wir die gesamte Prozesskette aus Messen, Steuern und Regeln ab. Unsere aktuelle Produktpalette reicht von Magnetventilen über Prozess- und Analyseventile bis zu pneumatischen Aktoren und Sensoren.

*Unser Angebot an direktwirkenden und vorgesteuerten Magnetventilen ist unschlagbar. Lesen Sie mehr darüber in dieser Broschüre.*

*Bürkert bietet grenzenlose Modularität und Konfigurationsmöglichkeiten für die Prozessregelung mit Schrägsitz-, Geradsitz- und Membranventilen.*

*Hier lesen Sie alles zu unseren Pneumatikventilen, Ventilinseln und Automatisierungssystemen und finden Informationen zu unserem Schaltschrankbau.*

*Bürkerts Sensoren, Transmitter und Controller zum Erfassen und Regeln von Durchfluss, Temperatur, Druck, Füllstand, pH/ORP-Wert und Leitfähigkeit.*

*Die Broschüre bietet Ihnen einen Überblick über Bürkert Kleinstventile und -pumpen für den präzisen und sicheren Umgang mit geringen Fluidmengen.*

*Diese Broschüre enthält technische Hintergrundinformationen für den Produktbereich Massendurchflussmesser/-regler und eine detaillierte Produktübersicht.*

*In dieser Broschüre stellen wir unsere Proportionalventile vor, mit ihren jeweiligen Kenndaten, Funktionsweisen und Einsatzmöglichkeiten.*

# Produktübersicht

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Typ | 8626 (MFC) / 8006 (MFM) | 8710 (MFC) / 8700 (MFM) | 8715 (MFC) / 8705 (MFM) | 8711 (MFC) / 8701 (MFM) | 8712 (MFC) / 8702 (MFM) | 8713 (MFC) / 8703 (MFM) |
| Durchfluss Endwertbereich (273,15 K, 1013,25 mbar) | 20 - 1500 $l_N$ / min ($N_2$) | 0,005 - 10 $l_N$ / min ($N_2$) | | 0,01 - 80 $l_N$ / min ($N_2$) | | |
| Sensor-Technologie | Inline-Sensor | Kapillar-Sensor | | CMOS-Sensor | | |
| Gehäusewerkstoff | Edelstahl, Aluminium | Edelstahl | | Edelstahl, Aluminium | Edelstahl | Edelstahl, Aluminium |
| Druck / bar | 10 | 10 | | 10 | | |
| Messspanne | 1:50 | 1:50 | | 1:50 | | |
| Messgenauigkeit | ± 1,5 % v. M. ± 0,3 % v. E. | ± 1,5 % v. M. ± 0,3 % v. E. | | ± 0,8 % v. M. ± 0,3 % v. E. | | |
| Ausregelzeit | < 500 ms | < 3000 ms | | < 300 ms | | |
| Wiederholgenauigkeit | ± 0,1% v. E. | ± 0,1% v. E. | | ± 0,1% v. E. | | |
| Schutzart | IP65 | IP40 | | IP40 | IP65 | IP40 |
| Kommunikation | Normsignal, RS-232 oder RS-422, Profibus DP, DeviceNet, CANopen, Modbus | Normsignal, RS-232 oder RS-422, Profibus DP, DeviceNet, CANopen, Modbus | RS232 oder RS-422, Modbus | Normsignal, RS-232 oder RS-422, Profibus DP, DeviceNet, CANopen, Modbus | Normsignal, RS-232 oder RS-422, Profibus DP, DeviceNet, CANopen, Modbus | RS-232 oder RS-422, Modbus |
| Gerätespezifische Eigenschaften | Mediumsberührte, direkte Messung | Mediumsgetrennte, indirekte Messung | | Mediumsberührte, direkte Messung | | |
| | geringer Druckverlust | geringer Druckverlust | | geringer Druckverlust | | |
| | keine Strömungskonditionierung am Ein- bzw. Ausgang notwendig | keine Strömungskonditionierung am Ein- bzw. Ausgang notwendig | | keine Strömungskonditionierung am Ein- bzw. Ausgang notwendig | | |
| | neutrale Gase | aggressive, giftige Gase | | neutrale Gase | | |
| | Echtgaskalibrierung | Echtgaskalibrierung oder Umrechnungsfaktor | | Echtgaskalibrierung, teils Umrechnungsfaktoren möglich | | |
| | Dichtheit nach Außen bis zu $10^{-6}$ mbar $l_{He}$/s | Dichtheit nach Außen bis zu $10^{-9}$ mbar $l_{He}$/s | | Dichtheit nach Außen bis zu $10^{-6}$ mbar $l_{He}$/s | | |
| | geringe Empfindlichkeit gegenüber Feuchte und Partikel | | | geringe Empfindlichkeit gegenüber Feuchte und Partikel | | |

# Das Messprinzip der thermischen Massendurchflussmessung

Die physikalische Gesetzmäßigkeit ist bekannt: Wärme fließt immer nur in Richtung geringerer Temperatur. Besitzt also ein Körper eine höhere Temperatur als seine Umgebung, gibt er seine Wärmeenergie an eine vorbeiströmende Masse ab. Die thermische/kalorimetrische Messmethodik macht sich dieses Prinzip zunutze – das der Wärmeleitung und des Wärmetransports in Gasen.

Die thermischen Durchflusssensoren zur Bestimmung des Massenstroms von Gasen bestehen im Kern aus einem Heizelement sowie Temperaturfühlern. Beide lassen sich sowohl inmitten des Gas-Strömungskanals als auch außerhalb dessen installieren. Das Heizelement erwärmt das durchströmende Gas. Und die Temperaturfühler dektieren die abgeführte Wärmemenge.

Die jeweils abgeführte Wärmemenge ist ein Maß für den vorliegenden Massenstrom des Gases. Der Massenstrom definiert – im Wortsinn – die Masse, also das Gewicht des strömenden Mediums. Konkret: das Gewicht des Gases, das in einer bestimmten Zeiteinheit das Gerät durchströmt. Es wird zumeist in kg/h, g/s oder mol/s angegeben. Im Unterschied zum Massenstrom definiert der Volumenstrom das Volumen des Gases (gemessen in $m^3$/h, l/min oder ml/s), das in einer bestimmten Zeiteinheit das Gerät durchfließt. Misst man das Gasvolumen, so benötigt man allerdings aus Gründen der Vergleichbarkeit zusätzliche Werte wie Temperatur und Druck. Es gibt also gute Gründe, den Massen- und nicht den Volumenstrom des Gases zu messen. Denn Gase sind kompressibel. Abhängig von Druck und Temperatur ändert sich ihre Dichte – und damit ihr Volumen. In vielen Anwendungen ist deshalb die Massendurchflussmessung weit aussagekräftiger als die Volumenstrommessung.

Ideal eignet sich der Einsatz von MFM/MFC für Anwendungsbereiche, wo hohe Präzision und Reproduzierbarkeit gefordert wird – wie beispielsweise in der Brennertechnik, Beschichtungstechnik, Brennstoffzellentechnik. Aber auch dort, wo typischerweise in Volumenstromeinheiten gearbeitet wird, bietet sich die Nutzung dieser Geräte an. Denn: Kennt man die Normdichte des Gases, lässt sich aus dem Massenstrom direkt der Normvolumenstrom berechnen. Jene Größe des Volumenstroms also, die sich aus Gründen der Vergleichbarkeit auf den normierten Zustand bezieht (nach DIN 1343). Weitere Informationen dazu erhalten Sie ab Seite 24.

Die auf den folgenden Seiten vorgestellten MFM/MFC können sowohl auf Massenstrom als auch Volumenstrom kalibriert werden (vergl. Kapitel Kalibrierung auf Seite 16).



# Mass Flow Controller – Aufbau und Funktion

Die Mass Flow Controller der Typen 8626, 8710, 8711, 8712, 8713 und 8715 sind Kompaktgeräte, mit denen der Massendurchfluss von Gasen geregelt wird. Sie regeln einen vorgegebenen Durchfluss-Sollwert – unabhängig von Störgrößen wie Druckschwankungen oder temporär auftretenden Strömungswiderständen, z. B. infolge von Filterverschmutzung. Die MFC bestehen aus den Komponenten Durchflusssensor, Elektronik (mit den Funktionen Signalverarbeitung, Regelung und Ventilansteuerung) sowie aus einem Proportionalventil als Stellglied. Die Sollwertvorgabe geschieht elektrisch über ein Normsignal oder einen Feldbus. Der vom Sensor erfasste Istwert wird im Regler mit dem Sollwert verglichen. Als Stellgröße wird vom Regler ein pulsweitenmoduliertes Spannungssignal an das Stellglied gegeben und entsprechend der festgestellten Regelabweichung variiert. Der Istwert wird darüber hinaus über eine analoge elektrische Schnittstelle oder einen Feldbus nach außen übertragen. So steht er dem Anwender zur Kontrolle und Auswertung zur Verfügung. Der kompakte Aufbau des Mass Flow Controllers sorgt mit seiner einfachen Installation für den komfortablen Betrieb eines kompletten (geschlossenen) Durchflussregelkreises. Zusätzlicher Aufwand – wie Verdrahtung und Abstimmung einzelner Komponenten, Berücksichtigung von Rohrleitungslängen (Ein/-Auslaufstrecke zur Strömungskonditionierung) – ist nicht nötig.

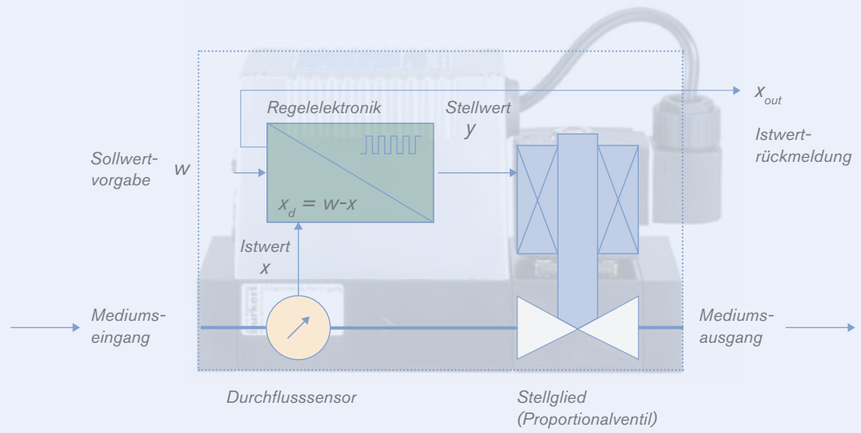



*Abb. 1: Prinzipdarstellung des geschlossenen Regelkreises*

## Inline-Sensor

### Typen 8626/8006

Der Inline-Sensor arbeitet im CTA-Betriebsmodus (Constant Temperature Anemometer). Dabei werden ein elektrischer Heizwiderstand ($R_S$) und ein Messwiderstand ($R_T$) auf eine konstante Temperaturdifferenz geregelt. Beide Widerstände sitzen direkt im Strömungskanal des Gases; drei weitere Widerstände außerhalb. Gemeinsam sind alle zu einer Messbrücke verschaltet. Der erste Widerstand im Medienstrom ($R_T$) misst die Fluidtemperatur. Der zweite, niederohmigere Widerstand ($R_S$) wird stets gerade soweit aufgeheizt, dass eine fest vorgegebene Übertemperatur zur (durch $R_T$ gemessenen) Fluidtemperatur bestehen bleibt. Der dazu nötige Heizstrom dient als Maß für den Massendurchfluss des den Kanal durchströmenden Gases. Er stellt die primäre Messgröße dar. Eine adäquate Strömungskonditionierung innerhalb des MFC sorgt dafür, dass die pro Zeiteinheit durchströmende Gasmenge hoch präzise abgeleitet werden kann. Aufgrund der Anordnung der Widerstände $R_T$ und $R_S$ direkt im Strömungskanal besitzen die Geräte eine hervorragende Dynamik – mit Ansprechzeiten von wenigen Hundert Millisekunden bei Sollwert- oder Istwertänderungen. Darüber hinaus ist der Sensor nur in geringem Maße verschmutzungsanfällig.

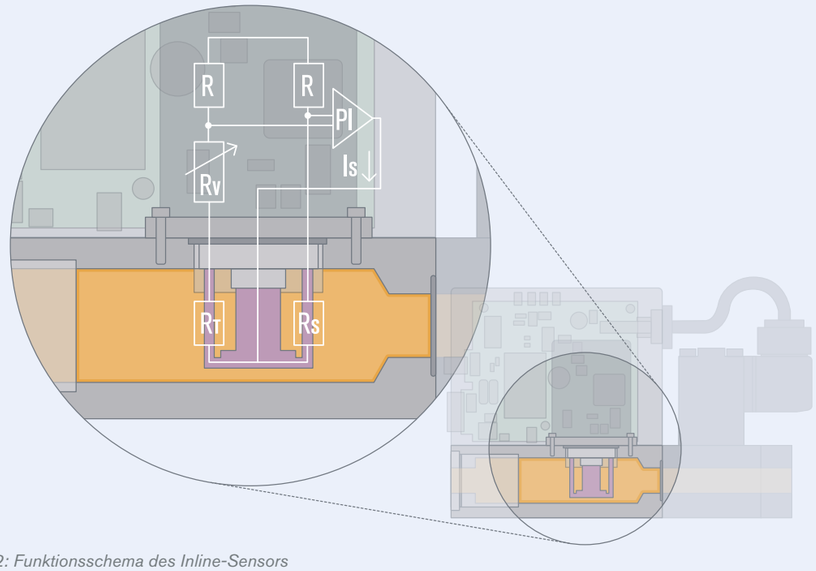



*Abb. 2: Funktionsschema des Inline-Sensors*

## CMOS-Sensor

### Typen 8711/8701, 8712/8702, 8713/8703

Im Unterschied zum Inline-Sensor, bei dem der Massendurchfluss im Hauptkanal gemessen wird, ermittelt der CMOS-Sensor die Werte direkt in einem Nebenkanal. Im Detail: Ein im Hauptkanal eingebrachtes Laminar-Flow-Element sorgt zunächst für einen erforderlichen Druckabfall. Dadurch wird ein geringer Teil des Gesamtdurchflusses in einen parallelen Nebenkanal gelenkt. Zur Messwerterfassung befindet sich an der Wandung des Strömungskanals ein Silizium-Chip mit einer Membran. Zu dieser Membran gehören (in CMOSens®-Technologie) ein Heizwiderstand sowie symmetrisch stromaufwärts und stromabwärts zwei Temperatursensoren. Wird nun der Heizwiderstand mit einer konstanten Spannung gespeist, gilt die Differenzspannung der Temperatursensoren als Maß für den Massendurchfluss des im Strömungskanal über den Chip strömenden Gases. Die geringe thermische Masse der Temperatursensoren und deren Kontakt mit der Strömung haben Vorteile: Der Sensor reagiert extrem schnell auf Durchflussänderungen. Der MFC kann Sollwert- oder Istwertänderungen innerhalb von wenigen 100 ms ausregeln. Und er bewahrt seine hohe Empfindlichkeit bei selbst kleinsten Durchflüssen.

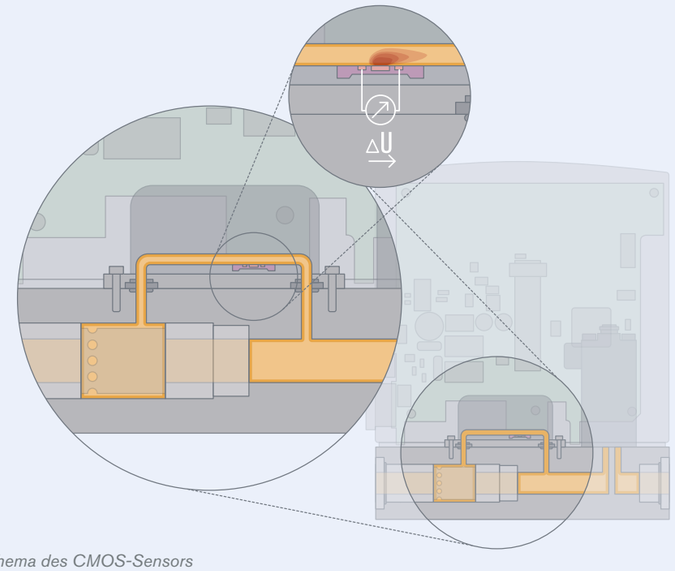



*Abb. 3: Funktionsschema des CMOS-Sensors*

## Kapillar-Sensor

### Typen 8710/8700, 8715/8705

Wie beim CMOS-Sensor bewirkt auch beim Kapillar-Sensor ein Laminar-Flow-Element im Hauptkanal einen Druckabfall. Hier wie dort strömt ein Teil des Gesamtdurchflusses durch einen parallel laufenden Nebenkanal. Der entscheidende Unterschied: Der Kapillar-Sensor hat keinen direkten Kontakt zum Medium. Die Edelstahlkapillare ist von zwei temperaturabhängigen Widerständen umwickelt. Sie bilden die Halbbrücke einer Wheatstoneschen Brückenschaltung ab. Fließt nun Gas durch die Kapillare, wird durch dessen Strömung Wärme in Fließrichtung von $R_1$ nach $R_2$ transportiert. Der Widerstandswert von $R_1$ nimmt ab, der Wert von $R_2$ steigt an. Speist man die Brückenschaltung mit Konstantstrom, ändert sich deren Ausgangsspannung proportional zur Widerstandsdifferenz. Im Messbereich liegt eine lineare Abhängigkeit zwischen Ausgangsspannung und Massendurchfluss des durchströmenden Gases vor. Diese lineare Abhängigkeit ermöglicht den Einsatz selbst von Gasen, auf die der Sensor nicht kalibriert ist. Der Durchflusswert wird jeweils mit Hilfe eines Umrechnungsfaktors auf das aktuelle Medium angepasst. Die dadurch vereinfachte Kalibrierung und die auf das Gas abgestimmte Materialwahl prädestinieren den Kapillar-Sensor für den Einsatz mit aggressiven Gasen. Die Messdynamik hängt ab von der Wandungsbeschaffenheit der Edelstahlkapillare. Sie wirkt gewissermaßen als thermische Barriere. Der Kapillar-Sensor erreicht Ausregelzeiten im Bereich weniger Sekunden. Das ist hinreichend für einen großen Teil von Anwendungen mit aggressiven oder toxischen Gasen.

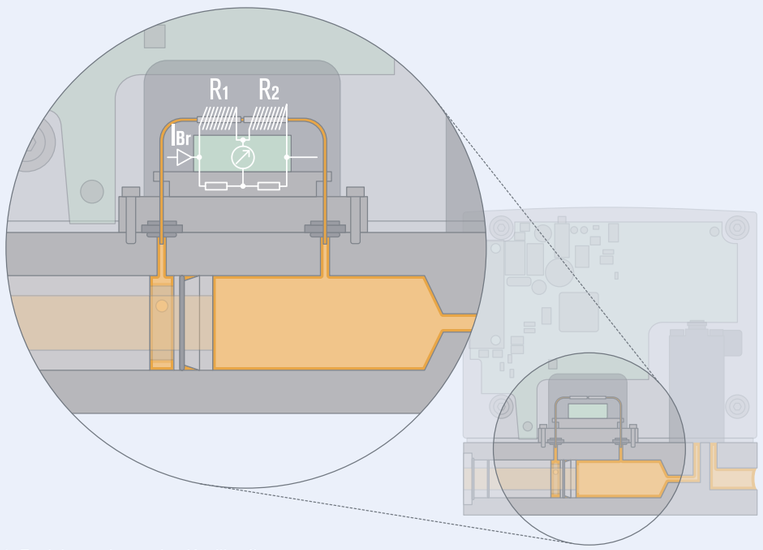



*Abb. 4: Funktionsschema des Kapillar-Sensors*

## Proportionalventile

Bei Proportional-Magnetventilen handelt es sich um elektromagnetische (Hubanker-) Stellventile. Sie öffnen auf bestimmte Hubpositionen – abhängig vom Ansteuersignal. Im Ventil wirken zwei Kräfte gegeneinander: die einer Feder und die eines Proportionalmagneten. Im stromlosen Zustand drückt dabei die vorgespannte Feder den Hubanker direkt auf den Ventilsitz. Das Ventil ist dann geschlossen. Fließt Strom durch die Spule, entsteht ein Magnetfeld, das den Hubanker gegen die Federkraft anhebt. Das Ventil öffnet sich. Das Medium Gas entweicht. Die Intensität des Spulenstromes bzw. der Magnetkraft beeinflussen jeweils den Hub des Ankers/den Öffnungsgrad des Ventils und damit jene Menge an Gas, die das Ventil durchströmt. Bei dieser einfachen, direktwirkenden Bauweise bleiben die Stellventile klein, kompakt und kostenoptimiert. Wegen dieser Eigenschaften eignen sich die Komponenten insbesondere für geschlossene Prozessregelkreise. Dort überzeugen sie mit wiederholgenauen Stellpositionen und kurzen Ansprechzeiten. Die Nennweiten der Ventile errechnen sich aus den Parametern: geforderter Nenndurchfluss ($Q_{nenn}$), den Druckverhältnissen der Anwendung und der Dichte des Betriebsgases (siehe Kapitel Auslegung auf Seite 18). Mit Proportionalventilen im Nennweitenbereich von 0,05 mm bis 12 mm lassen sich MFCs mit unterschiedlichsten Durchflussbereichen realisieren.

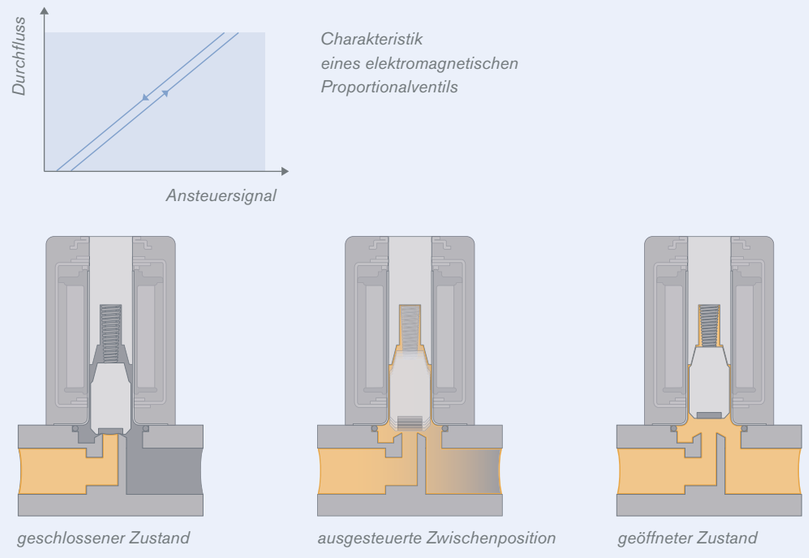



*Abb. 5: Funktionsprinzip direktwirkender Proportionalventile*

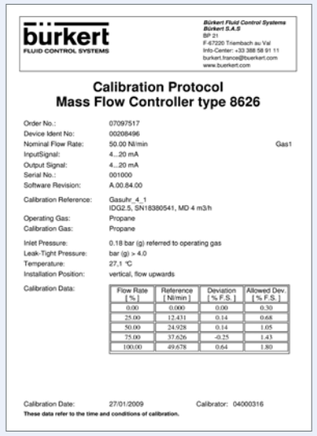
## Digitale Regelelektronik

Eine Mikroprozessorelektronik verarbeitet einerseits die aktuellen Soll- und Istdurchflusswerte. Andererseits übernimmt sie die Steuerung des Stellglieds (Proportionalventils). Der Regelelektronik kommt dabei die Aufgabe zu, das analoge Sensorsignal zu digitalisieren. Mit Hilfe einer im Gerät hinterlegten Kalibrierkurve rechnet sie außerdem das Sensorsignal in einen Wert um, der dem Ist-Durchflusswert entspricht. Die Regelabweichung $x_d$ zwischen Sollwert w und Istwert x verarbeitet der Regler nach einem PI-Verhalten. Er errechnet daraus die Stellgröße y, mit der das Stellglied angesteuert wird. Die Regelparameter werden vorab bei der Kalibrierung eingestellt. Wegen der spezifischen Eigenschaften einer jeden Regelstrecke arbeitet der Regler mit streckenabhängigen Verstärkungsfaktoren. Diese werden mit einer Selbstoptimierungsroutine (Autotune) automatisch ermittelt. Regeldynamik, Filtergrad bzw. die Glättung des zurückgemeldeten Istwertsignals – die Kommunikationssoftware MassFlowCommunicator hilft dabei, diese Einstellungen nachträglich anzupassen. Je nach Geräteausführung können die Sollwert- und Istwertsignale entweder analog oder digital vorgegeben bzw. zurückgemeldet werden: analog über Normsignalschnittstelle oder digital über RS-232/RS-422 oder Feldbusschnittstelle (Profibus, DeviceNet, CANopen und Modbus). Zur Kommunikation mit der Software MassFlowCommunicator wird die digitale Schnittstelle RS-232 bzw. RS-422 (geräteabhängig) benötigt. Grundsätzlich bietet die mikroprozessorgesteuerte Elektronik deutliche Vorteile: Sie reduziert Drift- und Offseterscheinungen der Bauelemente und ermöglicht die software-technische Steuerung (flashprogrammiert und updatefähig) der wichtigsten Prozesse. Die dafür relevanten Daten (Kalibrierkurven, Korrekturfunktionen, Regelfunktionen etc.) können im Speicher hinterlegt werden.

## Kalibrierung

Bei der Kalibrierung wird der Messsignalbereich des Sensors eindeutig dem Durchflussregel- oder Messbereich zugeordnet. Anhand von hochgenauen Durchflussnormalen werden dazu die Durchflusswerte eingestellt und die jeweiligen Sensorsignale aufgezeichnet. Ist die Durchflusskennlinie registriert, können die elektrischen Ein- und Ausgänge kalibriert, d. h. der Durchflussbereich dem Signalbereich zugeordnet werden. Mass Flow Meter oder Controller werden in der Regel für ein bestimmtes Gas kalibriert. Ein weiteres Gas lässt sich erst dann zuverlässig regeln oder messen, wenn eine zweite Kalibrierkurve hinterlegt wurde. Ausnahmen bilden Gase mit ähnlichen Eigenschaften, wie z. B. Stickstoff und Sauerstoff. Hier ist über den gesamten Durchflussbereich ein Umrechnungsfaktor ausreichend. Bei Geräten mit Kapillar-Sensorik reicht wegen nur geringer Genauigkeitseinbuße bei den meisten Gasen der Zugriff auf Umrechnungsfaktoren. Prinzipiell ist jedes Gasgemisch messbar, wenn dessen Zusammensetzung konstant bleibt. Oft werden MFM/MFC auf folgende Gase kalibriert: Luft, Stickstoff, Sauerstoff, Argon, Helium, Wasserstoff, Methan, Erdgas, Propan, Ammoniak, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid, Schwefeldioxid oder verschiedene Gasmischungen. Sind Voreinstellungen höchster Präzision erforderlich, ist zumeist die Kalibrierung mit dem Betriebsgas (Echtgaskalibrierung) zu empfehlen. Aggressive Gase werden nicht echtgaskalibriert.

Die in den Kalibrierprüfständen verwendeten Durchflussnormalen sind rückführbar auf DKD (Deutscher Kalibrierdienst/Deutschland, Teil der PTB) und NIST (National Institute of Standards/USA). Die PTB ist Unterzeichner einer weltweiten Anerkennung von landesüblichen Kalibrierstandards (MRA – Mutual Recognition Agreement).



bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

Bürkert Fluid Control Systems
Bürkert S.A.S
BP 21
F-67220 Triembach au Val
Info-Center: +33 388 58 91 11
burkert.france@buerkert.com
www.buerkert.com

**Calibration Protocol**
**Mass Flow Controller type 8626**

Order No.: 07097517
Device Ident No: 00209496
Nominal Flow Rate: 50.00 Nl/min — Gas1
InputSignal: 4...20 mA
Output Signal: 4...20 mA
Serial No.: 001000
Software Revision: A.00.84.00

Calibration Reference: Gasuhr_4_1 IDG2.5, SN18380541, MD 4 m3/h
Operating Gas: Propane
Calibration Gas: Propane

Inlet Pressure: 0.18 bar (g) referred to operating gas
Leak-Tight Pressure: bar (g) > 4.0
Temperature: 27,1 °C
Installation Position: vertical, flow upwards

Calibration Data:

| Flow Rate [ % ] | Reference [ Nl/min ] | Deviation [ % F.S. ] | Allowed Dev. [ % F.S. ] |
|---|---|---|---|
| 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.30 |
| 25.00 | 12.431 | 0.14 | 0.68 |
| 50.00 | 24.928 | 0.14 | 1.05 |
| 75.00 | 37.626 | -0.25 | 1.43 |
| 100.00 | 49.678 | 0.64 | 1.80 |

Calibration Date: 27/01/2009 — Calibrator: 04000316
These data refer to the time and conditions of calibration.

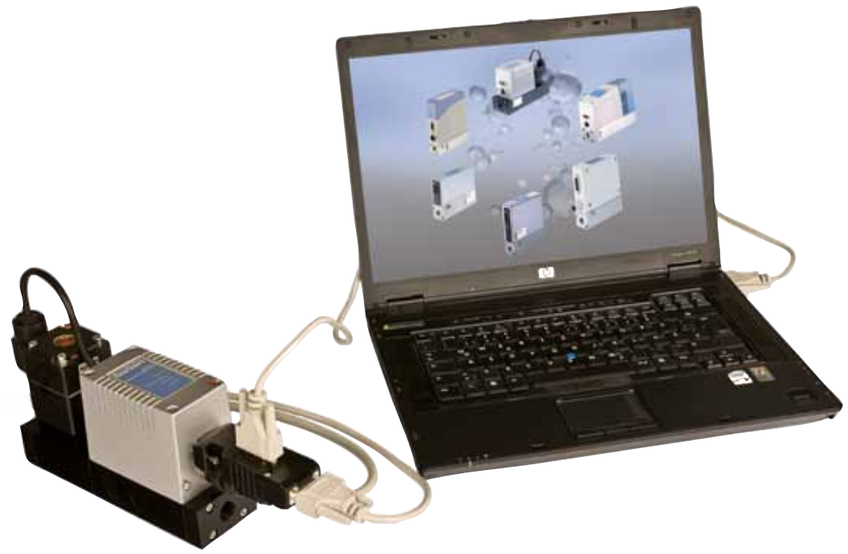
*Abb. 6: Für jeden MFC/MFM wird nach der Kalibrierung ein Kalibrierprotokoll erstellt. Bei Kalibrierungen von 2 Gasen oder einer Kalibrierung mit erhöhter Messspanne werden 2 Kalibrierprotokolle mitgeliefert.*

## Zusatzfunktionen

Mit der Kommunikationssoftware MassFlowCommunicator lassen sich zahlreiche weitere Funktionen programmieren. Dazu wird der MFM/MFC über einen Adapter mit einem Computer verbunden. Folgende Funktionen/Optionen stehen dann bereit:

**Parametrierung**
- Einstellung der Regeldynamik
- Auswahl der Normsignale für Soll- und Istwert
- Vorgabe eines Sollwertprofils
- Bei Mehrfachkalibrierung: Auswahl des Betriebsgases
- Zuordnung von Funktionen zu Binäreingängen:
  - *Gasumschaltung*
  - *Autotune*
  - *Zurücksetzen von Totalizer oder Grenzwertschalter*
  - *Sicherheitssollwert*
  - *Steuerbetrieb (Sollwert steuert direkt das Ventil)*
  - *Ventil öffnen, z. B. für Spülvorgänge*
  - *etc.*
- Zuordnung von Funktionen zu Binärausgängen:
  - *Fehlerrückmeldung*
  - *Schaltausgang für z. B. Absperrventil*
  - *Grenzwertrückmeldung (Durchfluss, Totalizer)*
  - *etc.*

**Diagnose und Service**
- Regelkreisanalyse
- Grafische Darstellung von Soll-, Ist- und Ventilstellwert über die Zeit
- LED-Anzeige für Betriebszustand
- Rekalibrierungsroutine
- Firmwareupdate
- Autotunefunktion: automatische Anpassung des Ventilstellbereiches an die Prozessbedingungen
- Kalibrierung der Normsignale
- etc.



# Auslegung

**Soll das Gas geregelt/dosiert oder nur gemessen werden?**

MFCs enthalten ein Proportional-Regelventil, das den gewünschten Gasdurchsatz einstellt. Im Unterschied dazu geben MFMs lediglich den aktuellen Gasdurchsatz in Form eines Istwertsignals zurück.

**Welches Medium soll geregelt bzw. gemessen werden?**

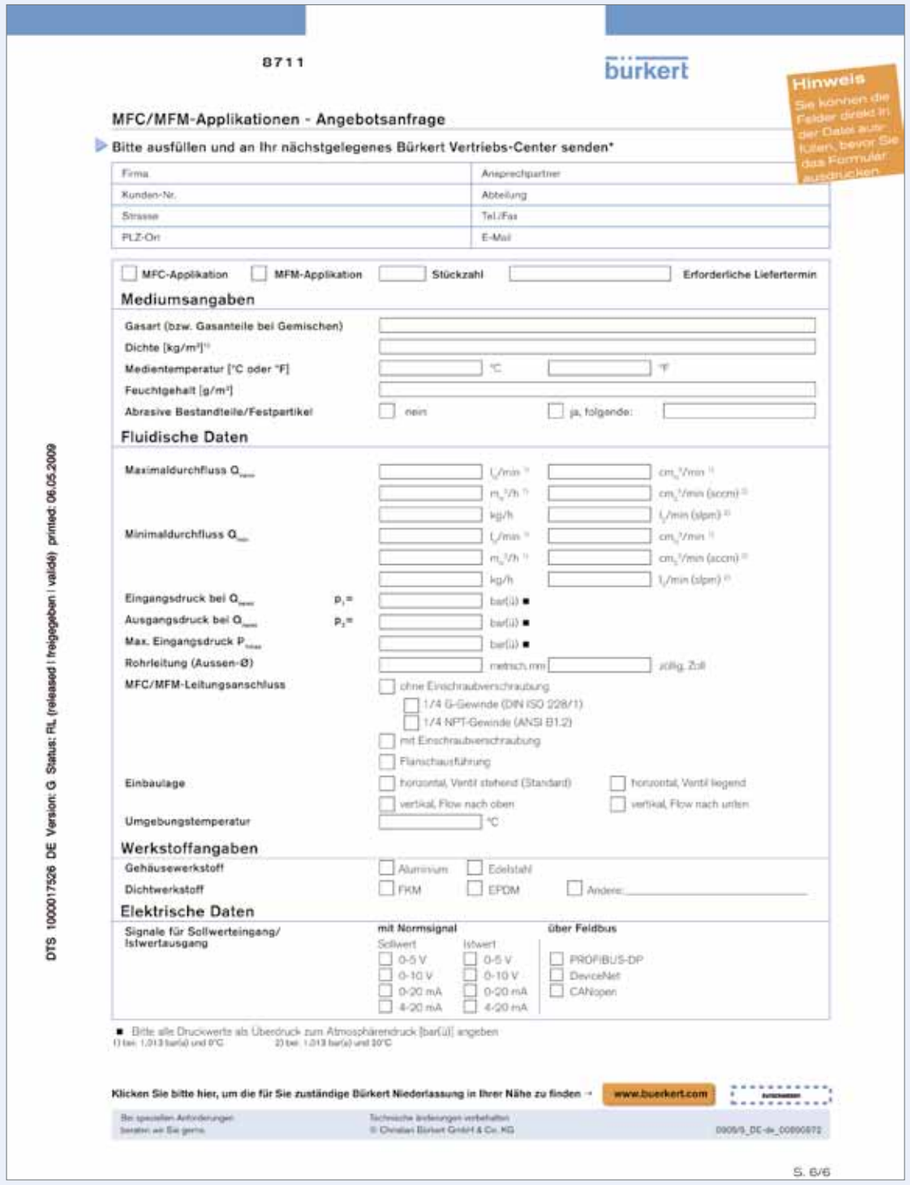
Ein MFM/MFC kann auf ein Gas oder Gasgemisch kalibriert werden. Handelt es sich um ein Gemisch, so ist für die Auslegung und Kalibrierung des Gerätes eine genaue Zusammensetzung in %-Anteilen wichtig. Beim MFM/MFC mit Inline- bzw. CMOS-Sensor wird eine Kalibrierung des Betriebsgases (Echtgaskalibrierung) sowohl für ein Gas als auch Gasgemisch durchgeführt. Beim MFM/MFC mit Kapillar-Sensor kann aufgrund des linearen Zusammenhangs zwischen Durchfluss und Messgröße die Kalibrierung mit einem neutralen Gas erfolgen. Während des Betriebs wird der ermittelte Durchfluss mit Hilfe des Umrechnungsfaktors des jeweiligen Betriebsgases bzw. -gemischs korrigiert. Die Beständigkeit (Kompatibilität) der gasberührten MFM-/MFC-Bauteile muss sichergestellt sein. Die relative Feuchte des Gases kann nahezu 100 % betragen. Eine flüssige Phase ist jedoch unter allen Umständen zu vermeiden. Partikelanteile sollten durch Vorfilter ausgeschlossen werden.

**Welche Prozessdaten liegen vor?**

Zur optimalen Auslegung des MFM/MFC müssen zuvor einige Fragen geklärt werden: zunächst die nach dem Umfang des geforderten Maximaldurchflusses ($Q_{nenn}$); nach der Normdichte $\rho_N$ des Mediums. Diese kann bei Gemischen über die %-Anteile ermittelt werden. Bleibt noch die Klärung der Fragen nach der Höhe der Mediumstemperatur ($T_1$) sowie die der Druckwerte beim Durchfluss ($Q_{nenn}$) – unmittelbar gemessen vor und nach dem MFM/MFC ($p_1$, $p_2$). Mit all diesen Daten wird der Durchflussfaktor des MFM/MFC berechnet (siehe Datenblätter für Proportionalventile). Für die Regeleigenschaften des MFC ist entscheidend, dass der berechnete Wert größer ist als der $k_V$-Wert der gesamten Anlage – und eben auf diesen abgestimmt ist. Bei zu großer Auslegung leidet die Auflösung und somit die Regelgüte. Bei zu kleiner Auslegung kann der MFC den benötigten Durchfluss nicht erreichen. Die sogenannte MFC-Autorität (Ventilautorität; siehe Kapitel Kenngrößen Seite 24) sollte nicht unter einem Wert von 0,3 ... 0,5 liegen. Ob der Minimaldurchfluss ($Q_{min}$) auszuregeln ist, wird anhand der erzielbaren Messspanne geprüft. Die Angabe des maximal zu erwartenden Eingangsdrucks ($p_{1\,max}$) ist erforderlich, damit die Dichtschließfunktion des im MFC enthaltenen Stellglieds in allen Betriebszuständen sichergestellt bleibt.

**In welcher Form wird der Sollwert vorgegeben und der Istwert zurückgemeldet?**

Die Regelelektronik ist digital aufgebaut. Die Ausführung der Schnittstellen kann analog oder digital erfolgen. Bei analoger Übertragung kann unter den gängigen Normsignalen gewählt werden, bei digitaler Kommunikation zwischen RS-232 bzw. RS-422 oder Feldbus (Profibus, DeviceNet, CANopen, Modbus).



8711

bürkert

Hinweis
Sie können die Felder direkt in der Datei ausfüllen, bevor Sie das Formular ausdrucken.

MFC/MFM-Applikationen - Angebotsanfrage

Bitte ausfüllen und an Ihr nächstgelegenes Bürkert Vertriebs-Center senden*

| | |
|---|---|
| Firma | Ansprechpartner |
| Kunden-Nr. | Abteilung |
| Strasse | Tel./Fax |
| PLZ-Ort | E-Mail |

☐ MFC-Applikation ☐ MFM-Applikation ☐ Stückzahl ☐ Erforderliche Liefertermin

**Mediumsangaben**

Gasart (bzw. Gasanteile bei Gemischen)
Dichte [kg/m³]¹⁾
Mediumtemperatur [°C oder °F] °C °F
Feuchtigkeit [g/m³]
Abrasive Bestandteile/Festpartikel ☐ nein ☐ ja, folgende:

**Fluidische Daten**

Maximaldurchfluss $Q_{nenn}$: $l_n$/min ¹⁾ $cm_n^3$/min ¹⁾; $m_n^3$/h ¹⁾ $cm_n^3$/min (sccm) ²⁾; kg/h $l_n$/min (slpm) ²⁾
Minimaldurchfluss $Q_{min}$: $l_n$/min ¹⁾ $cm_n^3$/min ¹⁾; $m_n^3$/h ¹⁾ $cm_n^3$/min (sccm) ²⁾; kg/h $l_n$/min (slpm) ²⁾
Eingangsdruck bei $Q_{nenn}$ $p_1$= bar(ü) ■
Ausgangsdruck bei $Q_{nenn}$ $p_2$= bar(ü) ■
Max. Eingangsdruck $P_{max}$ bar(ü) ■
Rohrleitung (Aussen-Ø) metrisch mm zöllig Zoll
MFC/MFM-Leitungsanschluss
☐ ohne Einschraubverschraubung
☐ 1/4 G-Gewinde (DIN ISO 228/1)
☐ 1/4 NPT-Gewinde (ANSI B1.2)
☐ mit Einschraubverschraubung
☐ Flanschausführung
Einbaulage ☐ horizontal, Ventil stehend (Standard) ☐ horizontal, Ventil liegend ☐ vertikal, Flow nach oben ☐ vertikal, Flow nach unten
Umgebungstemperatur °C

**Werkstoffangaben**

Gehäusewerkstoff ☐ Aluminium ☐ Edelstahl
Dichtwerkstoff ☐ FKM ☐ EPDM ☐ Andere:

**Elektrische Daten**

| Signale für Sollwerteingang/ Istwertausgang | mit Normsignal Sollwert | mit Normsignal Istwert | über Feldbus |
|---|---|---|---|
| | ☐ 0-5 V | ☐ 0-5 V | ☐ PROFIBUS-DP |
| | ☐ 0-10 V | ☐ 0-10 V | ☐ DeviceNet |
| | ☐ 0-20 mA | ☐ 0-20 mA | ☐ CANopen |
| | ☐ 4-20 mA | ☐ 4-20 mA | |

■ Bitte alle Druckwerte als Überdruck zum Atmosphärendruck [bar(ü)] angeben
1) bei: 1,013 bar(a) und 0°C 2) bei: 1,013 bar(a) und 20°C

Klicken Sie bitte hier, um die für Sie zuständige Bürkert Niederlassung in Ihrer Nähe zu finden → www.buerkert.com

Bei speziellen Anforderungen beraten wir Sie gerne.
Technische Änderungen vorbehalten
© Christian Bürkert GmbH & Co. KG
0909/5_DE-de_00890872

DTS 1000017526 DE Version: G Status: RL (released | freigegeben | valid) printed: 06.05.2009

S. 6/6

# Typische Applikationen

Die folgenden Illustrationen veranschaulichen mögliche Einsatzbereiche für MFMs/MFCs.

## Flammensteuerung

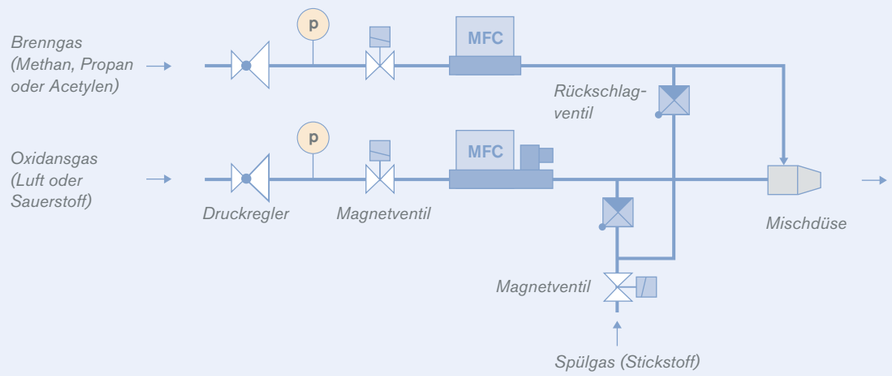



*Abb. 7: MFCs und MFMs werden zur Bereitstellung von Brenngas und Sauerstoff in exakten Mischungsverhältnissen verwendet.*

## Plasmagasregelung

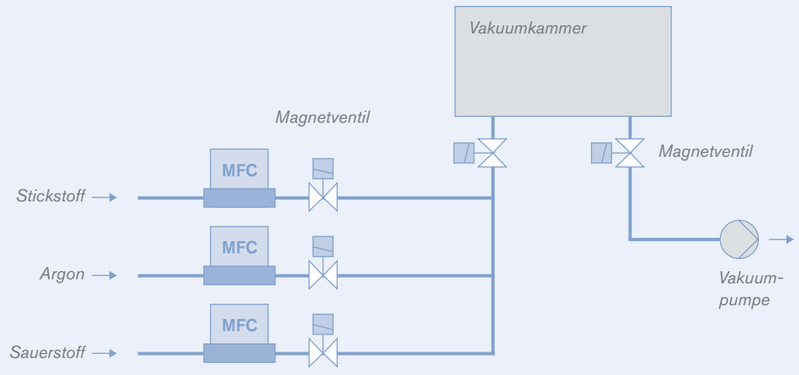



*Abb. 8: Mit MFCs werden Gas bzw. Gasgemische exakt in eine Vakuumkammer dosiert und ermöglichen so das Bearbeiten von Produkten in einer Plasmaatmosphäre.*



## Atmosphärenregelung

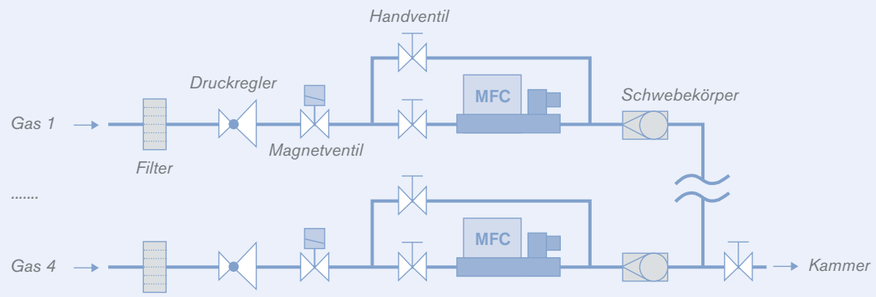



*Abb. 9: Um reproduzierbare Prozesse zu gewährleisten, werden MFCs eingesetzt. Das Atmosphärenvolumen kann vom punktuellen Bereich einer Schweißnaht bis zum Kammervolumen eines Härtereiofens reichen.*

# Systemtechnik

Die verfahrenstechnischen Prozesse sind verschieden. Die Technik komplex. Das Angebotssortiment vielfältig. Gut, wenn man ein Unternehmen an seiner Seite weiß, das seinen Ruf schon längst nicht mehr allein der Entwicklung hochwertiger, innovativer Produkte verdankt. Denn in den letzten Jahrzehnten hat sich Bürkert als weltweit gefragter Anbieter von Systemlösungen etabliert.

Die Vorteile der Systemtechnik von Bürkert sind einfach überzeugend: Mit einer einzigen Bestellnummer ordern Sie genau das Komplett-Paket, das Ihren spezifischen Anforderungen entspricht. Sie befreien sich damit vom Aufwand für Beschaffung und Montage – und damit von Kosten. Mehr noch: Mit der Bürkert-Systemlösung ersparen Sie sich komplizierte Verrohrungen und Verschraubungen. Das gibt Sicherheit. Das gesamte System ist nämlich dichtheitsgeprüft und verfügt insgesamt über weniger Dichtstellen. Bei Applikationen der Gasregelung wirken viele Komponenten miteinander: Magnetventile, MFCs, Sensoren, Schalter, im Block integrierte Rückschlagventile, integrierte und wechselbare Filterelemente oder auch Handventile. All das sind Komponenten, die Platz beanspruchen. Kommt die gesamte Technik aus einer Hand, ist ein modularer, kompakter Einbau garantiert. Mit skalierbarer Bürkert-Systemtechnik haben Sie alle Optionen – auch in Zukunft. Denn Anlagenmodule von Bürkert vereinfachen nachträgliches Upgrade. Ob späteres Aufrüsten oder Umrüsten – zusätzliche Ventilplätze beispielsweise, die Sie morgen erst brauchen, kann Bürkert schon jetzt vorbereiten.

All das sind überzeugende Argumente für zukunftssichere Lösungen mit System. Kommt das System von Bürkert, so profitieren Sie von der ganzheitlichen Kompetenz des Technologieführers.

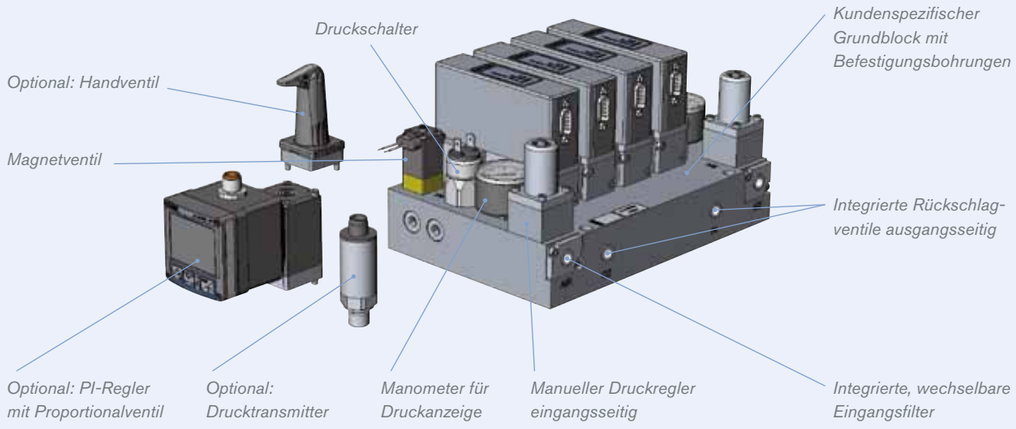



*Abb. 10: Systembeispiel*

# Kenngrößen und Einheiten

**Endwertebereich/Nenndurchfluss ($Q_{nenn}$)**
Der Endwertebereich ist der Bereich möglicher Messbereichsendwerte. Der kleinste Wert ist der kleinste mögliche Endwert/Nenndurchfluss, der größte Wert ist der größte mögliche Endwert/Nenndurchfluss. Die Angaben beziehen sich auf definierte Referenzbedingungen (z. B. Normliter pro Minute oder Standard-Kubikzentimeter pro Minute.

**Betriebsmedium/Kalibriermedium**
Zur Kalibrierung wird in der Regel das Betriebsmedium verwendet, in Ausnahmefällen ein Referenzgas (z. B. Stickstoff).

**Messspanne**
Angabe als Verhältnis, z. B. 1:50. Verhältnis des kleinsten ausregelbaren Durchflusswertes zum Nenndurchfluss.

**Ausregelzeit**
Zeit, die der MFC benötigt, um nach einem Sollwertsprung 95 % der Differenz zwischen dem alten und neuen Durchflusswert zu erreichen; Angabe in ms (Millisekunden).

**Antwortzeit**
Zeit, die ein MFM benötigt, um nach einer plötzlichen Durchflussänderung von $Q_1$ auf $Q_2$ seine Anzeige auf 95 % an den neuen Wert anzunähern.
$Q_{MFM}(t_{95}) = Q_1 + 0{,}95\,(Q_2 - Q_1)$

**Messgenauigkeit**
Angabe in ± x % v. M. (vom Messwert) ± y % v. E. (vom Endwert). Der erste Wert ist ein Relativanteil, der zweite ein Grundanteil.

**Wiederholgenauigkeit**
Angabe in ± x % v. E. (vom Endwert). Die Wiederholgenauigkeit ist ein Maß für die Streuung der Istwerte, die sich bei wiederholter Einstellung eines Sollwertes von einem bestimmten Startwert aus ergeben.

**$k_V$-Faktor (Durchflussbeiwert)**
Der $k_V$-Wert wird auch als Durchflussfaktor oder als Durchflusskoeffizient bezeichnet. Er ist ein Maß für den erzielbaren Durchsatz einer Flüssigkeit oder eines Gases durch ein Ventil und dient zur Auswahl und Dimensionierung von Ventilen. Der $k_V$-Wert wird in der Einheit m³/h angegeben Der $k_V$-Wert entspricht dem Wasserdurchfluss durch ein Ventil (in m³/h) bei einer Druckdifferenz von1 bar und einer Wassertemperatur von 5 – 30 °C.

**$c_V$-Faktor (Durchflussbeiwert)**
Analog zum $k_V$-Faktor, jedoch basierend auf dem angelsächsichen Maßsystem. Die Angabe bezieht sich auf US-Gallons pro Minute, bei einem Druckgefälle von 1 psi und einer Temperatur von 60 °F.
$c_V = k_V * 1{,}17$

**Normbedingungen (DIN 1343)**
Normbedinungen sind definiert bei
$p_N$ = 1,013 bar absolut
$t_N$ = 0 °C (273 K)

**Standardbedingungen**
Standardbedinungen sind definiert bei
$p_S$ = 1,013 bar absolut
$t_S$ = 20 °C (293 K)

**Dichte**
Über die Dichte ($\rho$) erhält man den Zusammenhang zwischen Massenstrom ($\dot{m}$) und Volumenstrom ($\dot{V}$). Hierbei sind die Druck- und Temperaturbedinungen zu beachten (s. o.)
$\rho = \dot{m}/\dot{V}$

**Ventilautorität ($\psi$)**
$\psi = (\Delta p)_{v0} / (\Delta p)_0$
$(\Delta p)_{v0}$ = Druckverlust des MFC bei voll geöffnetem Ventil
$(\Delta p)_0$ = Druckverlust über die gesamte Anlage

| Durchfluss (Volumen) | m³/h | dm³/h | dm³/min | cm³/h | cm³/min | cu ft/h | cu ft/min |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 m³/h = | 1 | $10^3$ | 16,67 | $10^6$ | $16{,}67*10^3$ | 35,32 | $58{,}87*10^{-2}$ |
| 1 dm³/h (l/h) = | $10^{-3}$ | 1 | $16{,}67*10^{-3}$ | $10^3$ | 16,67 | $35{,}32*10^{-3}$ | $58{,}87*10^{-5}$ |
| 1 dm³/min (l/min) = | 0,06 | 60 | 1 | $60*10^3$ | $10^3$ | 2,119 | $35{,}32*10^{-3}$ |
| 1 cm³/h (ml/h) = | $10^{-6}$ | $10^{-3}$ | $16{,}67*10^{-6}$ | 1 | $16{,}67*10^{-3}$ | $35{,}32*10^{-6}$ | $58{,}87*10^{-8}$ |
| 1 cm³/min (ml/min) = | $60*10^{-6}$ | 0,06 | $10^{-3}$ | 60 | 1 | $21{,}19*10^{-4}$ | $35{,}32*10^{-6}$ |
| 1 cu ft/h (cfh) = | $28{,}32*10^{-3}$ | 28,32 | 0,472 | $28{,}32*10^3$ | 472 | 1 | $16{,}67*10^{-3}$ |
| 1 cu ft/min (cfm) = | 1,69 | $1{,}69*10^3$ | 28,32 | $1{,}69*10^6$ | $28{,}32*10^3$ | 60 | 1 |

| Durchfluss (Masse) | kg/h | g/h | g/min |
|---|---|---|---|
| 1 kg/h = | 1 | $10^3$ | 16,67 |
| 1 g/h = | $10^{-3}$ | 1 | $16{,}67*10^{-3}$ |
| 1 g/min = | 0,06 | 60 | 1 |

| Druck | bar | mbar | Pa | Torr | psi |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 bar = | 1 | $10^3$ | $10^5$ | 750,1 | 14,505 |
| 1 mbar = | $10^{-3}$ | 1 | $10^2$ | $750{,}1*10^{-3}$ | $14{,}50*10^{-3}$ |
| 1 Pa = 1 N/m² = | $10^{-5}$ | $10^{-2}$ | 1 | $750{,}1*10^{-5}$ | $14{,}50*10^{-5}$ |
| 1 Torr = 1 mmHg = | $1{,}33*10^{-3}$ | 1,33 | 133 | 1 | $19*10^{-3}$ |
| 1 psi = 1 lb/in² = | $68{,}9*10^{-3}$ | 68,95 | $68{,}96*10^2$ | 51,71 | 1 |

| Temperatur | °C | °F |
|---|---|---|
| | -10 | 14 |
| | 0 | 32 |
| | 10 | 50 |
| | 20 | 68 |
| | 30 | 86 |
| | 40 | 104 |
| | 50 | 122 |
| | 60 | 140 |
| | 70 | 158 |
| | 80 | 176 |
| | 90 | 194 |
| | 100 | 212 |

# Bürkert – Überall in Ihrer Nähe

## Deutschland

**Sales Center**
*Ingelfingen*
Bürkert GmbH & Co. KG
Christian-Bürkert-Straße 13-17
DE-74653 Ingelfingen
Tel: +49 (0)7940/10-91 111
Fax: +49 (0)7940/10-91 448
E-mail: info@buerkert.de

**Vertriebs-Center**
*Berlin*
Bürkert GmbH & Co. KG
Paradiesstraße 206 b
DE-12526 Berlin
Tel: +49 (0)30/679717-0
Fax: +49 (0)30/679717-66

*Hannover*
Bürkert GmbH & Co. KG
Rendsburger Straße 18
DE-30659 Hannover
Tel: +49 (0)511/90276-0
Fax: +49 (0)511/90276-66

*Dortmund*
Bürkert GmbH & Co. KG
Holzener Straße 70
DE-58708 Menden
Tel: +49 (0)2373/9681-0
Fax: +49 (0)2373/9681-50

*Frankfurt*
Bürkert GmbH & Co. KG
Am Flugplatz 27
DE-63329 Egelsbach
Tel: +49 (0)6103/9414-0
Fax: +49 (0)6103/9414-66

*Stuttgart*
Bürkert GmbH & Co. KG
Ulmer Straße 4
DE-70771 Leinfelden-Echterdingen
Tel: +49 (0)711/45110-0
Fax: +49 (0)711/45110-66

*München*
Bürkert GmbH & Co. KG
Elsenheimerstraße 47
DE-80687 München
Tel: +49 (0)89/829228-0
Fax: +49 (0)89/829228-50

## Nord- und Südamerika

**Argentinien**
Bürkert-Contromatic Argentina S.A.
Uruguay 2602, Centro Uruguay Norte,
P.B. Oficina 1
(B1643EKP) Beccar, Pcia. de Buenos Aires
ARGENTINIEN
Tel: +54 (0)11-5648-6350
Fax: +54 (0)11-5648-6355
E-mail: contacto.argentina@burkert.com

**Brasilien**
Bürkert-Contromatic Brasil Ltda.
Rua Américo Brasiliense, 2069
Chacara Santo Antônio
04715-005 São Paulo - SP BRASILIEN
Tel: +55 (0)11-2186 1155
Fax: +55 (0)11-2186 1165
E-mail: pedidos.brasil@burkert.com

**Kanada**
Bürkert Contromatic Inc.
5002 South Service Road
Burlington, Ontario L7L 5Y7 , KANADA
Tel: +1 905-632 30 33
Fax: +1 905-632 38 33
E-mail: sales.ca@burkert.com

**USA**
BURKERT CONTROMATIC CORP.
2915 Whitehall Park Drive, Suite 100
Charlotte, NC 28273 , USA
Tel: +1 704-504 44 40
Fax: +1 949-223 31 98
E-mail: marketing-usa@burkert.com

## Europa

**Belgien**
Bürkert Contromatic BV
Minervum 7220
NL-4817 ZJ Breda
Tel: +32 (0) 3 325 89 00
Fax: +32 (0) 3 325 61 61
E-mail: info@burkert.nl

**Dänemark**
Bürkert-Contromatic A/S
Hørkær 24
DK-2730 Herlev
Tel: +45 44-50 75 00
Fax: +45 44-50 75 75
E-mail: info.dk@burkert.com

**Finnland**
Bürkert Oy
Atomitie 5
FI-00370 Helsinki
Tel: +358 (0)207 412 550
Fax: +358 (0)207 412 555
E-mail: sales.fi@burkert.com

**Frankreich**
BURKERT CONTROMATIC SAS
Rue du Giessen
FR-67220 Triembach au Val
Tel: +33 (0)388-58 91 11
Fax: +33 (0)388-57 20 08
E-mail: burkert.france@burkert.com

**Großbritannien und Nordirland**
Burkert Contromatic Limited
Brimscombe Port Business Park
Brimscombe, Stroud
Glos, GL5 2QQ / GROSSBRITANNIEN
Tel: +44 (0)1453-731 353
Fax: +44 (0)1453-731 343
E-mail: sales.uk@burkert.com

## Europa, fortgesetzt

**Italien**
Bürkert Contromatic Italiana S.p.A.
Centro Direzionale „Colombirolo"
Via Roma, 74
IT-20060 Cassina De' Pecchi (Mi)
Tel: +39 02-959 071
Fax: +39 02-959 07 251
E-mail: info@buerkert.it

**Niederlande**
Bürkert Contromatic BV
Minervum 7220
NL-4817 ZJ Breda
Tel: +31 (0) 88 12 67 300
Fax: +31 (0) 88 12 67 350
E-mail: info@burkert.nl

**Norwegen**
Bürkert-Contromatic A/S
Hvamstubben 17
NO-2013 Skjetten
Tel: +47 63-84 44 10
Fax: +47 63-84 44 55
E-mail: info@burkert.no

**Österreich**
Bürkert-Contromatic G.m.b.H.
Diefenbachgasse 1-3
AT-1150 Wien
Tel: +43 (0)1-894 13 33
Fax: +43 (0)1-894 13 00
E-mail: info@buerkert.at

**Polen**
Burkert-Contromatic GmbH Oddzial w Polsce
Bernardynska street 14 a
PL-02-904 Warszawa
Tel: +48 (0)22-840 60 10
Fax: +48 (0)22-840 60 11
E-mail: buerkert@buerkert.pl

**Portugal**
Tel: +351 212 898 275
Fax: +351 212 898 276
E-mail: portugal@burkert.com

**Schweden**
Bürkert-Contromatic AB
Kattsundsgatan 27
SE-211 26 Malmö
Tel: +46 (0)40-664 51 00
Fax: +46 (0)40-664 51 01
E-mail: info.se@burkert.com

**Schweiz**
Bürkert-Contromatic AG Schweiz
Bösch 71
CH-6331 Hünenberg ZG
Tel: +41 (0)41-785 66 66
Fax: +41 (0)41-785 66 33
E-mail: info.ch@buerkert.com

**Spanien**
Bürkert Contromatic S.A.
Avda. Barcelona, 40
ES-08970 Sant Joan Despi, Barcelona
Tel: +34 93-477 79 80
Fax: +34 93-477 79 81
E-mail: spain@burkert.com

## Europa, fortgesetzt

**Tschechische Rep.**
Bürkert-Contromatic G.m.b.H. organizacni slozka
Krenova 35
CZ-602 00 Brno
Tel: +420 543-25 25 05
Fax: +420 543-25 25 06
E-mail: obchod@burkert.cz

**Türkei**
Burkert Contromatic Akiskan Kontrol
Sistemleri Ticaret A.S.
1203/8 Sok. No2-E
TR-Yenisehir, Izmir
Tel: +90 (0)232-459 53 95
Fax: +90 (0)232-459 76 94
E-mail: infoturkey@burkert.com

## Afrika

**Südafrika**
Bürkert Contromatic (Proprietary) Limited
233 Albert Amon Road
Millennium Business Park
Meadowdale,
Germiston
(Postadresse: P.O. Box 26260, East Rand 1462)
SÜDAFRIKA
Tel: +27 (0)11-574 60 00
Fax: +27 (0)11-454 14 77
E-mail: sales.za@burkert.com

## Asien & Pazifik

**Australien**
BURKERT CONTROMATIC AUSTRALIA PTY. LIMITED
15 Columbia Way, Norwest Business Park
Baulkham Hills, NSW 2153, AUSTRALIEN
Tel: +61 2 8853 6353
Fax: +61 2 8853 6363
E-mail: sales.au@burkert.com

*Victoria*
BURKERT CONTROMATIC AUSTRALIA PTY. LIMITED
Unit 11/26-30 Howleys Road
Notting Hill Victoria 3168
Tel: 1300 888 868
Fax: 1300 888 076

*Queensland*
BURKERT CONTROMATIC AUSTRALIA PTY. LIMITED
Unit 4/43 Sandgate Road
Albion Queensland 4010
Tel: 1300 888 868
Fax: 1300 888 076

*Western Australia*
BURKERT CONTROMATIC AUSTRALIA PTY. LIMITED
Unit 8, 1st Floor, 85 Reid Promenade
Joondalup WA 6027
Tel: 1300 888 868
Fax: 1300 888 076

*South Australia*
BURKERT CONTROMATIC AUSTRALIA PTY. LIMITED
Innovation House, First Avenue
Mawson Lakes SA 5095
Tel: 1300 888 868
Fax: 1300 888 076

## Asien & Pazifik, fortgesetzt

**China**
Burkert Contromatic (Suzhou), Co., Ltd.
(System House) Unit A5, Suhong Square
No. 81 Suhong West Road
SIP Suzhou P.R. CHINA, 215021
Tel: +86 512 6265 8498
Fax: +86 512 6265 9773

Burkert Contromatic (Shanghai), Co., Ltd.
(logistic and warehouse for BC China)
Floor 2, block 6, 166 Mingdong Road
Pudong New District
Shanghai 201209, P.R. CHINA
Tel: +86 21-5863 9990
Fax: +86 21-5863 9968
E-mail: info.chn@burkert.com

*Beijing*
Burkert Contromatic (Shanghai), Co., Ltd.
Room A 1708, Luowa Building, No.203
Er Qu Lizezhongyuan, Wangjing,
Chaoyang District
Beijing P.R. CHINA, 100102
Tel: +86 10 6439 9783, 6439 9793
Fax: +86 10 6439 9612

*Chengdu*
Burkert Contromatic (Shanghai), Co., Ltd.
B zone, 2nd floor,
DongFangGuangYi office building
33, Hua Tai Road
LongTan city industrial zone, 2nd section,
East 3rd ring Rd.
Chengdu, CHINA 610051
Tel: +86 28 8425 1434, 8425 1435
Fax: +86 28 8425 1560

*Guangzhou*
Burkert Contromatic (Shanghai), Co., Ltd.
4F-1, Block B, No.1 Innovation Building
No.63 Chuang Qi Road
Shilou Town, Panyu District
Guangzhou P.R. CHINA, 511447
Tel: +86 20 3927 0268, 3927 0260
Fax: +86 20 3927 0269

*Shanghai*
Burkert Contromatic (Shanghai), Co., Ltd.
Room 501/502 Xin Gai Nian Mansion
No.39 Wu Zhong Road
Shanghai P.R. CHINA, 200233
Tel: +86 21 6486 5110
Fax: +86 21 6487 4815

*Suzhou*
Burkert Contromatic (Shanghai), Co., Ltd.
Unit 11-12, 5th Floor, Block A
No.5 Xinghan Street
SIP Suzhou P.R. CHINA, 215021
Tel: +86-512-6265 9881
Fax: +86-512-6265 9882

**Hong Kong**
Burkert Contromatic (China/HK) Limited
Unit K, 9/Floor, Kwai Shun Industrial Centre
No. 51-63 Container Port Road
Kwai Chung, N.T., HONG KONG
Tel: +852 2480 1202
Fax: +852 2418 1945
E-mail: info.hkg@burkert.com

**Indien**
Burkert Contromatic PVT Ltd
Apex Towers, 1st Floor, No. 54 II Main Rd
RA Puram
Chennai 600 028, INDIEN
Tel: +91 (0)44-4230 3456
Fax: +91 (0)44-4230 3232
E-mail: sales.in@burkert.com

**Japan**
Burkert Ltd.
1-12-15, Suidou, Bunkyo-ku
Tokyo 112-0005, JAPAN
Tel: +81 (0)3-5804-5020
Fax: +81 (0)3-5804-5021
E-mail: info.jpn@burkert.com

**Korea**
Burkert Contromatic Korea Co., Ltd.
C-401, Micro Office Bldg. 554-2
Gasan-Dong, Keumcheon-Gu
Seoul 153-803, KOREA
Tel: +82 (0)2-3462 5592
Fax: +82 (0)2-3462 5594
E-mail: info.kor@burkert.com

**Malaysia**
BURKERT CONTROMATIC SINGAPORE PTE LTD
2F-1, Tingkat Kenari 6
Sungai Ara
11960 Penang, MALAYSIA
Tel: +60 (0)4-643 5008
Fax: +60 (0)4-643 7010
E-mail: info.sin@burkert.com

**Neuseeland**
BURKERT CONTROMATIC NEW ZEALAND LIMITED
44 Rennie Drive
Airport Oaks, Auckland 2022
NEUSEELAND
Tel: +64 (0)9-256 77 37
Fax: +64 (0)9-256 77 47
E-mail: sales.nz@burkert.com

**Philippinen**
BURKERT CONTROMATIC PHILIPPINES, INC.
8467 West Service Road, Km. 14, Sunvalley
South Superhighway, Parañaque City, 1700
Metro Manila, PHILIPPINEN
Tel: +63 (0)2-7766071 / 7764384
Fax: +63 (0)2-7764382
E-mail: info.rp@burkert.com

**Singapur**
BURKERT CONTROMATIC SINGAPORE PTE LTD
51 Ubi Avenue 1, #03-14
Paya Ubi Industrial Park
Singapore 408933, SINGAPUR
Tel: +65 6844 2233
Fax: +65 6844 3532
E-mail: info.sin@burkert.com

**Taiwan**
Burkert Contromatic Taiwan Ltd.
9 F, No. 32, Chenggong Road, Sec. 1,
Nangang District
Taipei
TAIWAN 115, R.O.C.
Tel: +886 (0)2-2653 7868
Fax: +886 (0)2-2653 7968
E-mail: info.rc@burkert.com

Für aktuelle Adressen besuchen Sie uns auf der Website **www.burkert.com.**

Herausgeber: © und Konzept: Christian Bürkert GmbH & Co. KG | Realisierung: WOLF, Berlin | Fotos: Münch Lichtbildnerei, Stuttgart; Studio Flamisch, Düsseldorf |
3D-Zeichnungen: 3D Sales Technologies GmbH. Alle Personen sind Mitarbeiter der Firma Bürkert. Wir danken allen Beteiligten für Ihre Unterstützung (und Tatkraft)!