Bedienungsanleitung

für

Elektronische

Massendurchflussmesser

Typ: MAS

1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis 2
2. Hinweis 3
3. Kontrolle der Geräte 3
4. Bestimmungsgemäße Verwendung 4
5. Anwendung 4
6. Arbeitsweise 5
6.1. Messprinzip 5
7. Mechanischer Anschluss 6
8. Elektrischer Anschluss 7
8.1. Anlegen der Versorgungsspannung 8
8.2. Ausgangssignale 8
8.3. Anzeige 9
9. Betrieb 10
10. Bedienung Totalizer 12
11. Wartung und Pflege 13
12. Umrechnung auf andere Betriebsbedingungen 14
13. Technische Daten 18
14. Bestelldaten 18
15. Abmessungen 18
16. Entsorgung 19
17. EU-Konformitätserklärung 20
18. Anhang 21

Herstellung und Vertrieb durch:

Kobold Messring GmbH
Nordring 22-24
D-65719 Hofheim
Tel.: 06192-2990
Fax: 06192-23398
Internet: www.kobold.com
E-Mail: info.de@kobold.com

2. Hinweis

Diese Bedienungsanleitung vor dem Auspacken und vor der Inbetriebnahme lesen und genau beachten.
Die Bedienungsanleitungen auf unserer Website www.kobold.com entsprechen immer dem aktuellen Fertigungsstand unserer Produkte. Die online verfügbaren Bedienungsanleitungen könnten bedingt durch technische Änderungen nicht immer dem technischen Stand des von Ihnen erworbenen Produkts entsprechen. Sollten Sie eine dem technischen Stand Ihres Produktes entsprechende Bedienungsanleitung benötigen, können Sie diese mit Angabe des zugehörigen Belegdatums und der Seriennummer bei uns kostenlos per E-Mail (info.de@kobold.com) im PDF-Format anfordern. Wunschgemäß kann Ihnen die Bedienungsanleitung auch per Post in Papierform gegen Berechnung der Portogebühren zugesandt werden.

Bedienungsanleitung, Datenblatt, Zulassungen und weitere Informationen über den QR-Code auf dem Gerät oder über www.kobold.com

Die Geräte dürfen nur von Personen benutzt, gewartet und instandgesetzt werden, die mit der Bedienungsanleitung und den geltenden Vorschriften über Arbeitssicherheit und Unfallverhütung vertraut sind.

Beim Einsatz in Maschinen darf das Messgerät erst dann in Betrieb genommen werden, wenn die Maschine der EU-Maschinenrichtlinie entspricht.

nach Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU

Keine CE-Kennzeichnung, siehe Artikel 4, Absatz 3, "Gute Ingenieurpraxis", Richtlinie 2014/68/EU

3. Kontrolle der Geräte

Die Geräte werden vor dem Versand kontrolliert und in einwandfreiem Zustand verschickt. Sollte ein Schaden am Gerät sichtbar sein, so empfehlen wir eine genaue Kontrolle der Lieferverpackung. Im Schadensfall informieren Sie bitte sofort den Paketdienst bzw. Ihren Spediteur, da die Transportfirma die Haftung für Transportschäden trägt.

Lieferumfang:
Zum Standard-Lieferumfang gehören:
- Elektronischer Massendurchflussmesser Typ: MAS
- Stecker

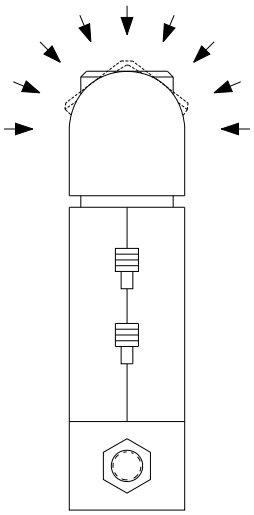
4. Bestimmungsgemäße Verwendung

Ein störungsfreier Betrieb des Gerätes ist nur dann gewährleistet, wenn alle Punkte dieser Betriebsanleitung eingehalten werden. Für Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Anleitung entstehen, können wir keine Gewähr übernehmen.

5. Anwendung

Der KOBOLD Massendurchflussmesser der Type MAS misst sehr genau die Massendurchflussrate von Gasen in verschiedenen Messbereichen von
0 – 10 Ncm^3/min bis zu 0 – 500 Nl/min Stickstoff. Das Gerät arbeitet nach dem kalorimetrischen Prinzip.
Die Genauigkeit beträgt ± 1,5% vom Messbereichsendwert im Bereich von 15 bis 25 °C und 0,3 bis 4 bar absolut. Die Reaktionszeit beträgt 800 ms. Zwischen 25 bis 100% des Endwertes beträgt die typische Zeitkonstante, um 98% des Messwertes zur Anzeige zu bringen, ca. 6 Sekunden.
Im Unterschied zu den meisten Volumendurchflussmessgeräten ist keine Temperatur- oder Druckkorrektur notwendig. Dadurch ist die Type MAS ideal geeignet für fast jede Gasdurchflussanwendung. Typische Einsatzgebiete in jeder Industrie sind Prozesskontrollen, Labormessaufgaben, OEM – Anwendungen, Gasanzeigetafeln, Dichtigkeits- und Filterüberwachung.

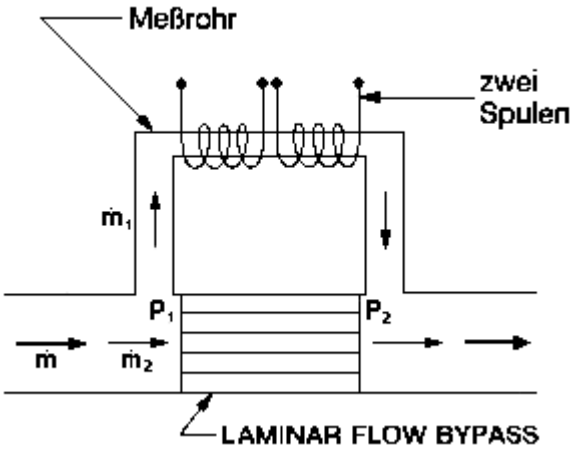
Anzeige schwenkbar



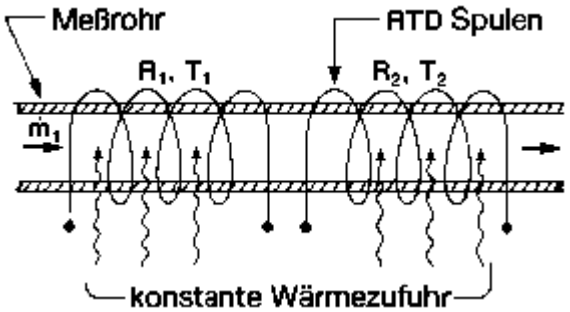
6. Arbeitsweise

6.1. Messprinzip

Die Funktion des Massendurchflussmessers MAS beruht auf dem Prinzip des Wärmetransportes (erstes Gesetz der Thermodynamik).
Das Medium durchströmt das Bypasssystem des MAS-Gerätes und wird in zwei Teilströme aufgeteilt. Ein Teil der Gasmenge gelangt durch das oberhalb liegende Messrohr, der andere Teil durchströmt das in das Strömungsgehäuse integrierte Laminar-Flow-Bypasselement. Durch die vom Laminar-Flow-Bypasselement erzeugte Druckdifferenz (P1-P2) wird ein kleiner Teilstrom (m1) von der gesamten Strömung (m) abgetrennt und durch das Messrohr geleitet.



Zwei um das Messröhrchen angebrachte Widerstands-Messdrähte (RTD-Sensoren) heizen den Gasstrom auf einen konstanten Wert auf. Während des Betriebes wird mit dem Gasstrom Wärme von der einen zur anderen Spule transportiert. Die daraus resultierende Temperaturdifferenz wird von den RTD-Sensoren detektiert und von der Messelektronik in ein Ausgangssignal bzw. eine Anzeige umgewandelt. Da die Wärme von den Gasmolekülen abtransportiert wird, ist das Ausgangssignal dem Massendurchfluss des Gases linear proportional.



7. Mechanischer Anschluss

Bei der Installation und Inbetriebnahme sollten Sie sicherstellen, dass die Rohrleitung sauber und frei von Festkörpern, Kondensat etc. ist. In der Rohrleitung mitgeführte Staub- und Faserteile verunreinigen das Messrohr und das Laminarelement und führen zu falschen Messergebnissen. MAS-Geräte können nur zum Messen von sauberen Gasströmen verwendet werden. Im Zweifelsfalle empfehlen wir den Einsatz von Filtern.

Folgende Betriebsdrücke bzw. Mediumstemperaturen dürfen nicht überschritten werden:

- 10 bar bzw. 50 °C bei Geräten mit Nylon-Gehäuse (MAS-1xxx und MAS-2xxx)
- 35 bar bzw. 50 °C bei Geräten mit Edelstahl-Gehäuse (MAS-3xxx und MAS-4xxx)

Stellen Sie sicher, dass der Richtungspfeil auf dem Strömungsgehäuse in Durchflussrichtung zeigt. Achten Sie vor allem bei Nylon-Gehäuse darauf, dass Sie das Gewinde nicht überdrehen (maximal 1,5 Umdrehungen).

Achtung! Durch Überdrehen des Gewindes kann das Gehäuse zerstört und die Werkskalibrierung verändert werden.

Die bevorzugte Einbaulage ist waagerecht. Senkrechte Installation ist möglich, jedoch sollte dies bereits bei der Werkskalibrierung berücksichtigt werden, da ansonsten je nach Betriebsdruck mit einer Verschiebung des Nullpunktes zu rechnen ist.

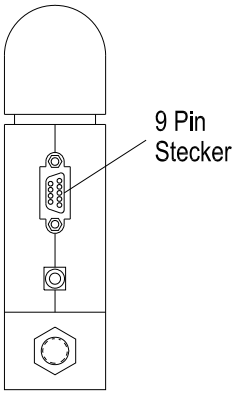
Alle Swagelok- bzw. NPT-Verschraubungen dürfen nicht aus dem Gehäuse entfernt oder in ihrer Position verändert werden, da sie eine Einheit mit dem Laminarelement bilden und ggf. die Kalibrierung verändern.

Swagelok-Verschraubungen:
Verbinden Sie Rohr und Verschraubung (bitte beachten Sie die Rohr- und Fitting-Größen); ziehen Sie das Fitting fingerfest an und markieren Sie die Überwurfmutter auf der 6-Uhr-Position, ziehen Sie dann die Überwurfmutter 1¼ Umdrehungen bis auf die 9-Uhr-Position an (Gegenhalten nur an der Verschraubung **nicht** am Strömungsgehäuse).

8. Elektrischer Anschluss

In der Standardausführung befindet sich seitlich am MAS ein 9-Pin Sub-D-Stecker.

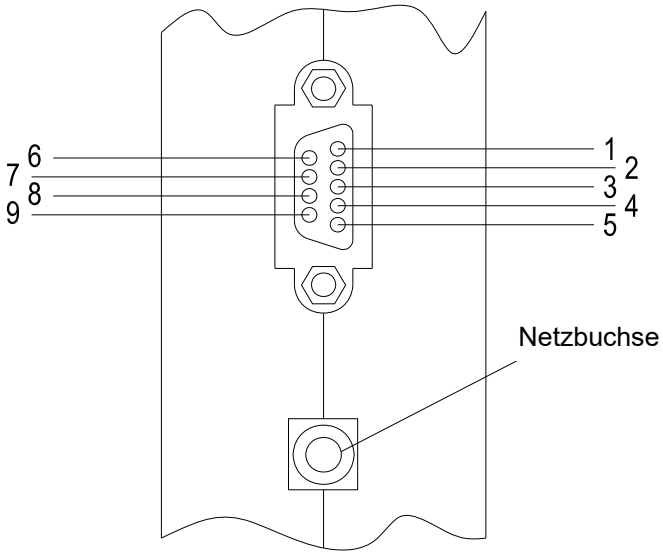
Achtung! Vergewissern Sie sich, dass die Spannungswerte Ihrer Anlage mit den Spannungswerten des Messgerätes übereinstimmen.



Achtung: Eine falsche Anschlussbelegung kann zur Beschädigung der Elektronik führen. Falls ein Netzteil angeschlossen ist, dürfen Sie keinesfalls zusätzlich Spannung am 9-Pin-Sub D-Stecker anlegen. Sämtliche Geräte können hierdurch beschädigt werden!

Bei Geräten mit abgesetzter Anzeige wird die Anzeige über den 9-Pin-Sub D-Stecker versorgt.

Achtung! Beachten Sie bitte, dass mit dem Öffnen des Gerätes Ihr Anspruch auf Gewährleistung erlischt. Wir empfehlen Ihnen deshalb, derartige Arbeiten durch KOBOLD Messring GmbH ausführen zu lassen.



Pin Nr.	Funktion
1	Keine Verbindung
2	Durchflusssignal Masse
3	0 bis 5 VDC Durchflusssignal
4	+ Netzversorgung (12 VDC) *1*2
5	Externes Display Signal
6	Externe Display Masse
7	Netzversorgung Masse
8	Analogausgang 4 bis 20 mA Masse
9	Analogausgang 4 bis 20 mA Signal

*1 Der Betrieb eines 12 VDC-Gerätes mit 24 VDC führt zur Zerstörung des Gerätes! Beim Betrieb eines 24 VDC-Gerätes mit zu niedriger Spannung erhalten Sie unzuverlässige oder falsche Messergebnisse!
*2 Nicht anschließen, wenn das Gerät bereits über die Netzbuchse versorgt wird!

8.1. Anlegen der Versorgungsspannung

Wenn Sie ein KOBOLD-Netzteil MAS-5000 oder MAS-5015 verwenden, führen Sie den Klinkenstecker in die vorgesehene Buchse am Massendurchflussmesser MAS. Anschließend verbinden Sie einfach das Stecker-Netzteil mit dem Netzanschluss. Sollten Sie kein MAS-5000 oder MAS-5015 Netzteil benutzen, versorgen Sie Ihr MAS mit einer Spannung von 12-15 VDC am 9-Pin Sub-D-Stecker. Die Stromaufnahme beträgt max. 100 mA. (Bei 24 VDC-Geräten bitte analog verfahren.)

Nach dem Zuschalten der Versorgungsspannung liegt das Ausgangssignal kurzzeitig (ca. 10-20 Sekunden) in voller Höhe an. Danach geht es zurück auf Null Volt (bzw. 4 mA, je nach Auslieferungszustand). Beachten Sie bitte, dass die Aufwärmzeit für das MAS min. 15 Minuten betragen sollte.
Nach der Aufwärmphase zeigt das MAS die gemessenen Durchflusswerte im Display an.

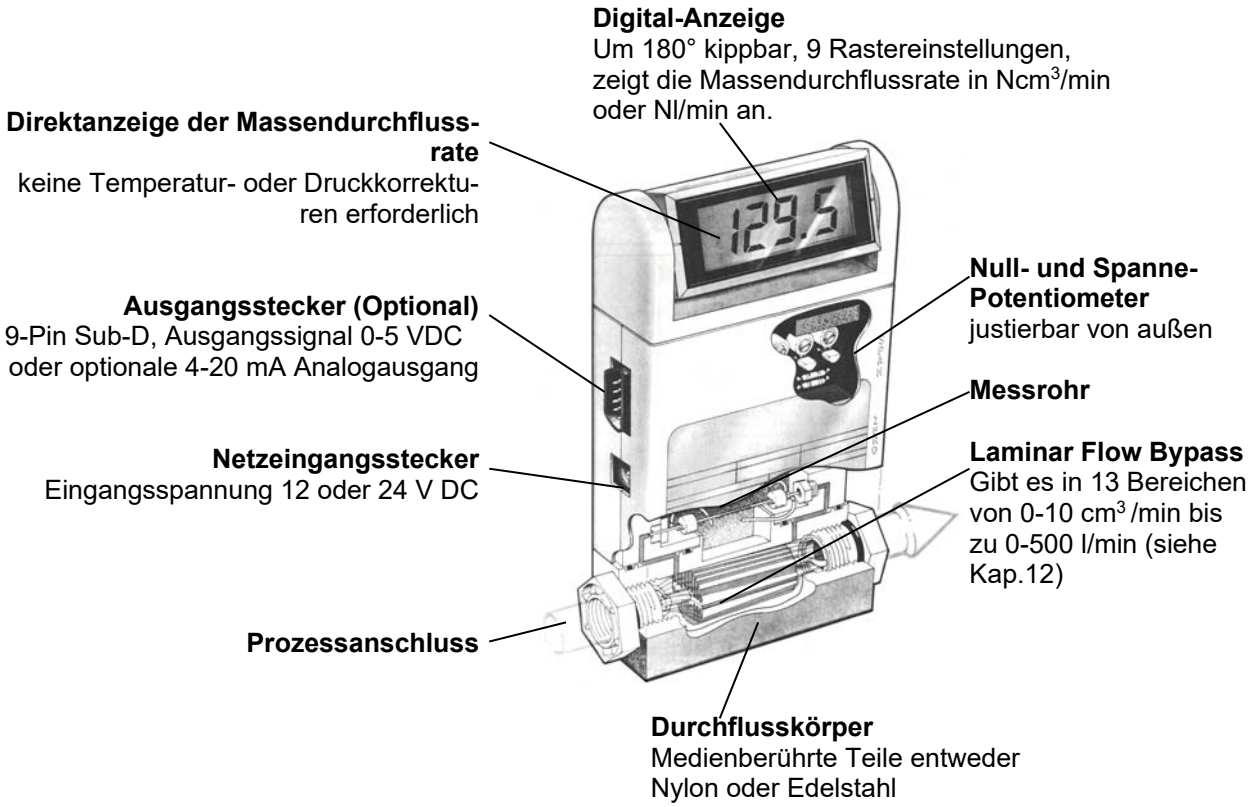
8.2. Ausgangssignale

In der Standard-Ausführung hat das MAS ein Ausgangssignal von 0-5 VDC, optional ist ein 4-20 mA-Ausgang erhältlich. Das Ausgangssignal ist zu dem im Display angezeigten Durchflusswert linear proportional.

8.3. Anzeige

KOBOLD Massendurchflussmesser vom Type MAS für Gase können mit integrierter Digitalanzeige, mit abgesetzter Digitalanzeige sowie ohne Digitalanzeige geliefert werden. In der Ausführung mit Digitalanzeige ist der Dezimalpunkt werkseitig fest eingestellt. Die Anzeige ist immer 3 ½-stellig.

Achtung! Für Schäden, Ersatzansprüche oder Störungen, die durch den Betrieb mit Sauerstoff entstehen können, übernimmt KOBOLD Messring keine Haftung.
Auf Wunsch werden MAS-Geräte öl- und fettfrei gefertigt.



9. Betrieb

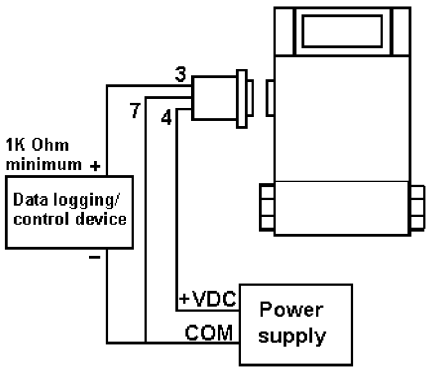
Druck- und Temperaturbedingungen
Die Anzeige und der Analogausgang beziehen sich immer auf „Standard“ Bedingung bei 21 °C und 0 bar (rel.), sofern Sie nicht bei Ihrer Bestellung andere Betriebsbedingungen angegeben haben. Versichern Sie sich, dass Ihr MAS immer auf Ihre Betriebsbedingungen kalibriert ist.

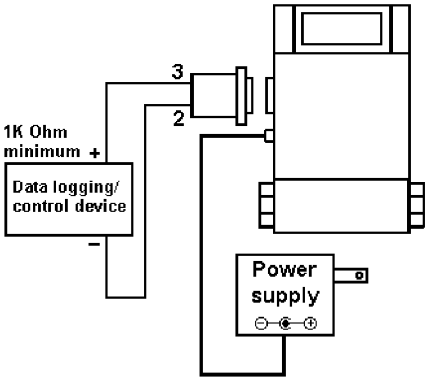
Genauigkeit
Die Standard-Genauigkeit des MAS beträgt immer ±1,5 % vom Messbereichsendwert.

Messbereichsüberschreitung
Falls der auf dem Typenschild angegebene Messbereichsendwert überschritten wird, erhalten Sie in der Anzeige (sofern verfügbar) und/oder dem Analogausgang einen Wert, der über dem des maximal möglichen Messbereichsendwertes liegen wird.
Nach einer Messbereichsüberschreitung benötigt das MAS einige Sekunden, um wieder innerhalb des angegebenen Messbereichs normal und genau zu arbeiten.

Abgleich von Nullpunkt und Endwert
Die Nullpunkt- und Endwert-Potentiometer befinden sich an den markierten Stellen auf der rechten Seite Ihres MAS (Nullpunkt = ZERO; Endwert = SPAN). Der Analogausgang ist werksseitig bereits eingestellt und sollte nur nachjustiert werden, wenn der Nullpunkt um mehr als 2% vom Skalenendwert driftet und wenn Sie sich ganz sicher sind, dass kein Gas strömt.

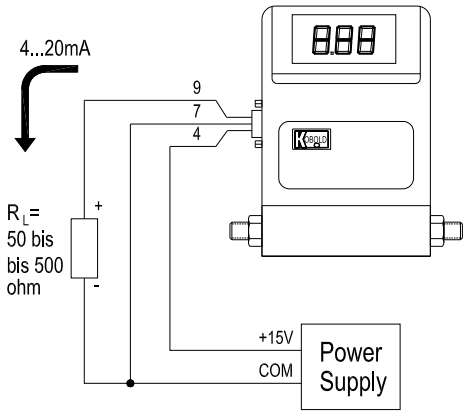
Standard 0-5 V_{DC} Ausgangssignal
Das 0-5 VDC Ausgangssignal liegt zwischen Pin 3 (0-5 VDC Out) an der Last (1 K Ohm Minimum) und Pin 7 (Gemeinsamer Rückleiter) an. Die folgende Abbildung ist ein typisches Beispiel der Eingangsleistung und Ausgangssignalanschlüsse.

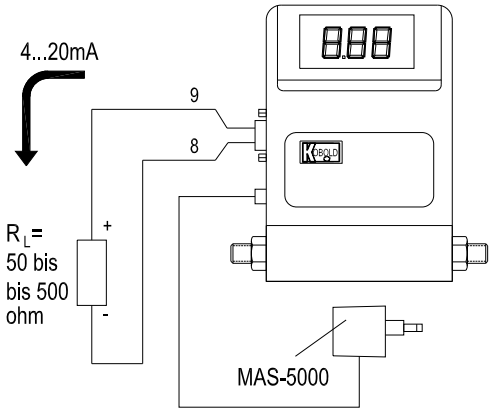




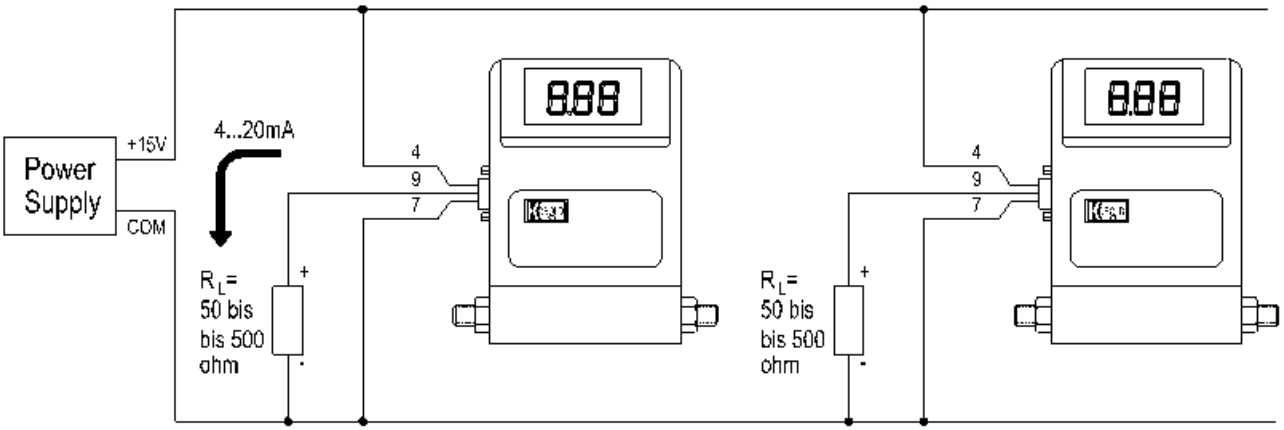
Optional 4-20 mA Ausgang
Optional ist für alle MAS-Durchflussmesser ein Analogausgang 4 - 20 mA erhältlich. Das Ausgangssignal steht am 9 Pin Sub-D-Stecker zur Verfügung.
(Achtung! Max. Bürde: 50 - 500 Ohm)

Einzelne Einheit





Mehrfache Installation



10. Bedienung Totalizer

Der Totalizer ist für die Bereitstellung einer Summierfunktion für die Geräte MAS-11/MAS-31 bestimmt. Es zeigt sowohl die Summen als auch den Durchfluss an.

Displayanzeigen:
Das Display des Totalizers hat drei Anzeigen, auf die wie nachfolgend veranschaulicht durch Drücken des Knopfes zugegriffen werden kann:

Anzeige 1 (Startanzeige):	Die Durchflusseinheiten werden zusammen mit dem Ist-Durchfluss angegeben
Anzeige 2:	Totalizer
Anzeige 3:	Der Ist-Durchfluss wird zusammen mit dem Totalizer angegeben

Totalizer:
Insgesamt 8 Ziffern von .0000001 bis 99999999 können vom Totalizer dargestellt werden. Der Dezimalpunkt verschiebt automatisch die Position, wenn sich die Summe erhöht. Bei Erreichen der maximalen Zahl (99999999) wird der Totalizer automatisch auf null zurückgesetzt und die Zählung beginnt erneut bei Null.

Der Totalizer wird zurückgesetzt, indem man zu Anzeige 2 oder 3 geht und dann den Knopf länger als 5 Sekunden drückt. Das Löschen des Totalizers kann auf der Anzeige beobachtet werden.

Die Summenzahl wird im nichtflüchtigen Speicher alle 5 Minuten gespeichert. Wird das Gerät innerhalb von 5 Minuten nach dem Einschalten abgeschaltet, wird keine Summe gespeichert und beim nächsten Einschalten die vorherige Summe angezeigt.

Aufgrund der Kombination Hardware/LCD kann es vorkommen, dass die Anzeige während des Einschaltens leer bleibt. Bitte schalten Sie das Gerät ab und dann erneut ein.

11. Wartung und Pflege

Wartung
Für Durchflussmesser vom Typ MAS gibt es keinen Wartungsplan. Bitte gewährleisten Sie eine regelmäßige ausreichende Reinigung der Rohrleitung und überprüfen Sie Ihr MAS regelmäßig auf Störungen. Es wird empfohlen, Reinigungen, Reparaturen oder Nachkalibrierungen nur durch KOBOLD Messring GmbH durchführen zu lassen.

Achtung! Bevor Sie Ihr MAS reinigen, sollten Sie es immer mit einem neutralen Gas (z.B. Stickstoff) spülen, insbesondere wenn mit dem Gerät toxische oder sehr aggressive Gase gemessen wurden. Senden Sie niemals ein ungereinigtes MAS zu KOBOLD Messring ein; aggressive Stoffe müssen vorher unbedingt neutralisiert werden.

Hinweis: Eine Reinigung, wie nachfolgend beschrieben, ist nur bei Geräten in Edelstahlausführung (MAS-3xxx und MAS-4xxx) möglich!

Mit dem Sensor-Reinigungswerkzeug, welches Sie über KOBOLD Messring GmbH beziehen können, lässt sich recht einfach eine Reinigung durchführen. Statt dieses speziellen Werkzeuges können Sie jedoch auch einen einfachen Stahldraht mit Durchmesser von 0,5 ... 0,7 mm verwenden (Klaviersaite o.ä.).

Bei der Wartung und Reinigung halten Sie bitte folgende Schritte ein:

1. Bauen Sie das Gerät aus.
2. Entfernen Sie die Verschlussschrauben oberhalb der Prozessanschlüsse mit einem Innensechskant-Schlüssel (6 mm).
3. Kontrollieren Sie die Bohrung sowie Ein- und Ausgänge auf Verschmutzung und Korrosion.
4. Schieben Sie den Reinigungsdraht mithilfe einer Pinzette oder Zange von der Seite des ausströmenden Gases vorsichtig in den Bypasskanal. Bewegen Sie zur Reinigung das Werkzeug NUR vor- bzw. rückwärts. Den Reinigungsdraht **NICHT DREHEN!** Üben Sie keinerlei Gewalt aus!
5. Spülen Sie das Gerät mit einem Lösungsmittel, welches keine Rückstände bildet. Für den Fall, dass sich Fremdkörper bzw. Verschmutzungen nicht entfernen lassen, senden Sie das Gerät bitte zur Reinigung und Neukalibrierung an KOBOLD Messring GmbH ein.
6. Blasen Sie alle Teile mit trockenem Stickstoff aus. Verschließen Sie den Bypasskanal wieder mit den Innensechskant-Schrauben.
7. Prüfen Sie bitte nach Wiedereinbau des Gerätes die Dichtigkeit an den Anschlüssen.
   ACHTUNG! Verwenden Sie zum Nachweis von Undichtigkeiten keinerlei flüssige Lecksuchmittel, beobachten Sie stattdessen eventuell entstehenden Druckabfall in Ihrem System!
8. Überprüfen Sie ggf. die Kalibrierung.

12. Umrechnung auf andere Betriebsbedingungen

Die angezeigte Durchflussrate Ihres MAS bezieht sich immer auf Standard-Betriebsbedingungen (21 °C/0 bar rel.), sofern Sie bei Ihrer Bestellung keine anderen Bedingungen angegeben haben.
Arbeitet Ihr MAS unter anderen Bedingungen, benutzen Sie folgende Formel zur Umrechnung:

$$Q_2 = \frac{P_1}{P_2} x \frac{T_2}{T_1} x Q_1$$

wobei gilt:
$()_1$ = Kalibrierung Ihres MAS
$()_2$ = geänderte Betriebsbedingungen Ihres MAS
Q_1 = Durchflusswert unter Kalibrierbedingungen (SCCM oder SLM)
Q_2 = umgerechneter Anzeigewert bei geänderten Betriebsbedingungen (SCCM oder SLM-„S“ als „Standard“, ACCM oder ALM-„A“ als „aktuell“)
P = Absolutdruck (bar, kg/cm$_2$ oder psia)
T = Absoluttemperatur (°K oder °R) (°K = °C + 273, °R = °F + 460)

Beispiel 1 Ändern der „Standard“-Konditionen
Zeigt Ihr MAS, welches auf Standard-Bedingungen von +21 °C und 0 bar (rel.) kalibriert wurde, einen Durchflusswert von 10,0 Nl/min an, dann ergibt sich sich der neue Durchflusswert bei geänderter Betriebstemperatur von 0 °C wie folgt:

$$Q_2 = \frac{1bar(abs.)}{1bar(abs.)} x \frac{273K}{(273K + 21K)} x Q_1$$

$$Q_2 = 0{,}928 x 10 Nl/\min = 9{,}28 Nl/\min$$

In diesem Fall ist also die Anzeige um ca. 7% geringer als unter Standard-Kalibrierung.

Beispiel 2 Bestimmung des “aktuellen” Durchflusswerts
Wenn der Durchflusswert und die kalibrierten Standard-Konditionen wie in Beispiel 1 vorliegen und Sie die aktuelle Durchflussrate bei 100 °F und 30 psig bestimmen wollen, dann dient zur Berechnung die folgende Gleichung:

$$Q_2 = \frac{14.7}{14.7 + 30} \quad \frac{460 + 100}{460 + 70} \ (10.00) = 3.47 \text{ slm}$$

K-Faktoren, Gas-Tabellen und Umrechnungsformeln

In den folgenden Formeln und Tabellen werden Faktoren (K-Faktoren) für die Umrechnung Ihrer Durchflusswerte verwendet. Dies hat zwei Vorteile:

a.) Sie können Ihr tatsächlich verwendetes Gas mit einem Referenz-Gas kalibrieren, was insbesondere sehr nützlich ist, wenn Ihr verwendetes Gas kein Standard-Gas oder z.B. leicht entflammbar ist.

b.) Zur Umrechnung des angezeigten Durchflusswertes, wenn z.B. das zu messende Gas nicht dem Gas entspricht, womit das MAS kalibriert wurde.

Unter Verwendung der Formeln kann folgende Verhältnisgleichung aufgestellt werden:

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{K_1}{K_2} \qquad (1)$$

wobei gilt

Q = Durchflussrate des Gases unter Standard-Betriebsbedingungen von 21 °C und 0 bar/rel.

K = Der K-Faktor wie unter Gleichung (6) festgelegt

$()_1$ = bezieht sich auf das verwendete Gas

$()_2$ = bezieht sich auf das Referenz-Gas

Der K-Faktor wird aus dem ersten Gesetz der Thermodynamik (auf den Durchflussmesser angewendet) abgeleitet.

$$H = \frac{mCp\Delta T}{N} \qquad (2)$$

wobei gilt:

H = die konstante Wärmemenge, die am Messrohr anliegt

m = die Massendurchflussrate des Gases pro Minute pro Masseneinheit

ΔT = die Temperaturdifferenz zwischen Einlauf- und Auslauf-Spule

C_P = Spezifischer Heiz-(Wärme-)Wert des jeweiligen Mediums (siehe Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und Kapitel 18. Anhang „Gas Tabelle“)

N = Der Korrekturfaktor für Molekularstruktur des Gases, aus der nachfolgenden Tabelle entnehmen.

Anzahl der Atome im Gas-Molekül	N
Einatomig	1.040
Zweiatomig	1.000
Dreiatomig	0.941
Mehratomig	0.880

Die Massendurchflussrate kann ebenso wie folgt geschrieben werden:

$$m = \rho Q \tag{3}$$

Wobei:
ρ = Gasdichte unter Normbedingungen (g/l) bei 1013 hPa (0 bar/rel.) und 0°C.

Weiterhin ist die Temperaturdifferenz ΔT proportional der Ausgangsspannung E des Massendurchflussmessers.

$$\Delta T = aE \tag{4}$$

wobei a konstant ist.
Kombiniert man nun die Gleichung (3) und die Gleichung (4), setzt diese in Gleichung (2) ein und löst nach Q auf erhält man

$$Q = (\frac{bN}{\rho Cp}) \tag{5}$$

wobei gilt:
b = H/aE = konstant, wenn die Ausgangsspannung konstant ist.

Für unsere Zwecke ermitteln wir das Verhältnis der Durchflussmenge des aktuellen Gases (Q_1) zur Durchflussmenge eines Referenzgases (Q_2), welches ein identisches Ausgangssignal liefert.

Man erhält diesen Wert, wenn man die Gleichungen (1) und (5) kombiniert.

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{K_1}{K_2} = \frac{(\frac{N_1}{\rho_1 x C_{p1}})}{(\frac{N_2}{\rho_2 x C_{p2}})} \tag{6}$$

wobei b = konstant ist und somit entfallen kann.

In den im Anhang befindlichen Tabellen finden Sie die K-Faktoren zur Umrechnung. Zur Vereinfachung sind dort die Faktoren bereits im Verhältnis K_1/K_2 angegeben.

In der dritten Spalte der Tabelle steht jeweils der K-Faktor relativ zum Referenzgas, wobei das Referenzgas von der Molekularstruktur ähnlich dem des zu messenden Gases sein soll.
In der vierten Spalte steht jeweils der K-Faktor relativ zu Stickstoff (N_2).

In einigen Fällen kann das von Ihnen errechnete Verhältnis K_1/K_2 etwas andere Werte ergeben, als die, die Sie aus der Tabelle entnehmen. Das liegt daran, dass die Tabellenwerte durch Versuche ermittelt worden sind.

KOBOLD Messring kalibriert alle MAS-Geräte unter Verwendung des Kalibriergases oder eines von der Molekularstruktur her ähnlichen Gases. Im Kalibrierprotokoll sind alle Kalibrierdaten und das Referenz- bzw. das Kalibriergas festgehalten.

Beispiele
Ein MAS wurde auf Stickstoff kalibriert. Bei einem Volumenstrom von 1000 Ncm^3/min wird eine Spannung von 5 V DC am Ausgang erzeugt. Beich gleichem Ausgangssignal von 5 V DC beträgt der Durchflusswert für Kohlendioxid (CO_2):

$$Q_{(CO2)} / Q_{(N2)} = K_{(CO2)} / K_{(N2)}$$
$$Q_{(co2)} = (0{,}74 / 1{,}000)\ 1000 = 740 Ncm^3 / \min$$

Berechnung von Gas-Gemischen
Zur Berechnung wird hier die Gleichung (6) angewendet, es muss lediglich das Verhältnis $\frac{N}{\rho.Cp}$ für das Gasgemisch neu berechnet werden.
Die benötigte Mischdichte berechnet sich wie folgt:

$$\rho = (m_1 / m_T)\rho_1 + (m_2 / m_T)\rho_2$$

wobei gilt:
$m_T = m_1 + m_2$ = gesamte Massendurchflussrate der Gase
$()_1$= Gas 1
$()_2$= Gas 2

Die entsprechende spezifische Wärmekapazität berechnet sich wie folgt:
$C_p = F_1C_{p1} + F_2C_{p2}$

wobei gilt:

$$F_1 = (m_1\rho_T)/(m_T\rho)$$
$$F_2 = (m_2\rho_2)/(m_T\rho)$$
Der entsprechende Wert N errechnet sich wie folgt:

$$N = (m_1 / m_T)N_1 + (m_2 / m_T)N_2$$

Mischgase, die aus mehr als zwei unterschiedlichen Gasen bestehen, können ähnlich der oben angegebenen Verhältnisgleichung berechnet werden.

13. Technische Daten

Siehe Datenblatt - über den QR-Code auf dem Gerät oder über www.kobold.com

14. Bestelldaten

Siehe Datenblatt - über den QR-Code auf dem Gerät oder über www.kobold.com

15. Abmessungen

Siehe Datenblatt - über den QR-Code auf dem Gerät oder über www.kobold.com

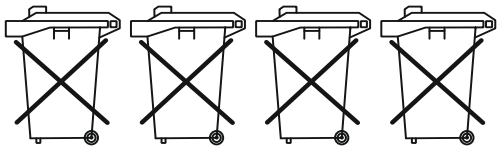
16. Entsorgung

Hinweis!

- Umweltschäden durch von Medien kontaminierte Teile vermeiden
- Gerät und Verpackung umweltgerecht entsorgen
- Geltende nationale und internationale Entsorgungsvorschriften und Umweltbestimmungen einhalten.

Batterien

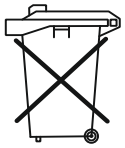
Schadstoffhaltige Batterien sind mit einem Zeichen, bestehend aus einer durchgestrichenen Mülltonne und dem chemischen Symbol (Cd, Hg, Li oder Pb) des für die Einstufung als schadstoffhaltig ausschlaggebenden Schwermetalls versehen:



Cd[1] Hg[2] Pb[3] Li[4]

1. „Cd" steht für Cadmium.
2. „Hg" steht für Quecksilber.
3. „Pb" steht für Blei.
4. „Li" steht für Lithium

Elektro- und Elektronikgeräte



17. EU-Konformitätserklärung

Wir, Kobold Messring GmbH, Nordring 22-24, 65719 Hofheim, Deutschland, erklären hiermit in alleiniger Verantwortung, dass das Produkt

Elektronische Massendurchflussmesser **Typ: MAS -...**

folgende EU-Richtlinien erfüllt:

2014/30/EU Elektromagnetische Verträglichkeit
2011/65/EU **RoHS** (Kategorie 9)

und mit den unten angeführten Normen übereinstimmt:

EN 61326-1:2013 Elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte - EMV-Anforderungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Hofheim, den 23. April 2024

H. Volz
Geschäftsführer

J. Burke
Compliance Manager

18. Anhang

Gas Tabellen und K-Faktoren (siehe folgende Seiten)

Actual Gas	Chemical Symbol	Ref. Gas	KFactor Rel. to Ref. Gas	KFactor Relative N2	Cp (Cal/g)	Density (g/ l) @ 0°C	Elastomer O-Ring*	Elastomer Valve Seat
Acetylene	C_2H_2	N_2	.58		.4036	1.162		
Air		N_2	1.00		.240	1.293		
Allene (Propadiene)	C_3H_4	N_2	..43		.352	1.787		KR
Ammonia	NH_3	N_2	.73		.492	.760	NEO	NEO
Argon	Ar	Ar	1.000	1.45	.1244	1.782		
Arsine	AsH_3	N_2	.67		.1167	3.478		KR
Boron Trichloride	BCl_3	N_2	.41		.1279	5.227	KR	KR
Boron Trifluoride	BF_3	N_2	.51		.1778	3.025		KR
Bromine	Br_2	N_2	.81		.0539	7.130		
Boron Tribromide	Br_3	N_2	.38		.0647	11.18		KR
Bromine Pentafluoride	BrF_5	N_2	.26		.1369	7.803		KR
Bromine Trifluoride	BrF_3	N_2	.38		.1161	6.108		KR
Bromotrifloromethane (Freon-13 B1)	$CBrF_3$	N_2	.37		.1113	6.644		
1,3-Butadiene	C_4H_6	N_2	.32		.3514	2.413		
Butane	C_4H_{10}	N_2	.26		.4007	2.593	NEO	KR
1-Butane	C_4H_8	N_2	.30		.3648	.2.503	NEO	KR
2-Butane	C_4H_8 CIS	N_2	.324		.336	2.503	NEO	KR
2-Butane	C_4H_8 TRANS	N_2	.291		.374	2.503		
Carbon Dioxide	CO_2	N_2	.74		.2016	1.964		
Carbon Disulfide	CS_2	N_2	.60		.1428	3.397		
Carbon Monoxide	CO	N_2	1.00		.2488	1.250		
Carbon Tetrachloride	CCl_4	N_2	.31		.1655	6.860		KR
Carbon Tetrafluoride (Freon-14)	CF_4	N_2	.42		.1654	3.926		KR
Carbonyl Fluoride	COF_2	N_2	.54		.1710	2.945		
Carbonyl Sulfide	COS	N_2	.66		.1651	2.680		
Chlorine	CL_2	N_2	.86		.114	3.163		KR
Chlorine Trifluoride	CIF_3	N_2	.40		.1650	4.125		KR
Chlorodifluoromethane (Freon-22)	$CHClF_2$	N_2	.46		.1544	3.858		KR
Chloroform	$CHCl_3$	N_2	.39		.1309	5.326		KR
Chloropentafluoroethane (Freon-115)	C_2ClF_5	N_2	.24		.164	6.892		KR
Chlorotrifluromethane (Freon-13)	$CClF_3$	N_2	.38		.153	4.660		KR
Cyanogen	C_2N_2	N_2	.61		.2613	2.322		
Cyanogen Chloride	CICN	N_2	.61		.1739	2.742		KR
Cychlopropane	C_3H_5	N_2	.46		.3177	1.877		KR
Deuterium	D_2	N_2	1.00		.1722	1.799		
Diborane	B_2H_6	N_2	.44		.508	1.235		KR
Dibromodifluoromethane	CBr_2F_2	N_2	.19		.15	9.362		KR
Dibromethane		N_2	.47		.075	7.76		KR
Dichlorodifluoromethane (Freon-12)	CCl_2F_2	N_2	.35		.1432	5.395		KR
Dichlorofluoromethane (Freon-21)	$CHCl_2F$	N_2	.42		.140	4.952		KR
Dichloromethylsilane	$(CH3)_2SiCl_2$	N_2	.25		.1882	5.758		KR
Dichlorosilane	SiH_2Cl_2	N_2	.40		.150	4.506		KR
Dichlorotetrafluoroethane (Freon-114)	$C_2Cl_2F_4$	N_2	.22		.1604	7.626		KR
1,1-Difluoroethylene (Freon-1132A)	$C_2H_2F_2$	N_2	.43		.224	2.857		KR
Dimethylamine	$(CH_3)_2NH$	N_2	.37		.366	2.011		KR

Actual Gas	Chemical Symbol	Ref. Gas	KFactor Rel. to Ref. Gas	KFactor Relative N2	Cp (Cal/g)	Density (g/ l) @ 0°C	Elastomer O-Ring*	Elastomer Valve Seat
Dimeyl Ether	$(CH_3)_2O$	N_2	.39		.3414	2.055		KR
2,2-Dimethylpropane	C_3H_{12}	N_2	.22		.3914	3.219		KR
Ethane	C_2H_6	N_2	.50		.4097	1.342		
Ethanol	C_2H_6O	N_2	.39		.3395	2.055		KR
EthylAcetylene	C_4H_6	N_2	.32		.3513	2.413		KR
Ethyl Chloride	C_2H_5Cl	N_2	.39		.244	2.879		KR
Ethylene	C_2H_4	N_2	.60		.1365	1.251		
Ethylene Oxide	$C_2H_4O)$	N_2	.52		.268	1.965		KR
Fluorine	F_2	N_2	.980		.1873	1.695		KR
Fluoroform (Freon-23)	CHF_3	N_2	.50		.176	3.127		KR
Freon-11	CCl_3F	N_2	.33		.1357	6.129		KR
Freon-12	CCl_2F_2	N_2	.35		.1432	5.395		KR
Freon-13	$CClF_3$	N_2	.38		.153	4.660		KR
Freon-13	B1 $CFrF_3$	N_2	.37		.1113	6.644		KR
Freon-14	CF_4	N_2	.42		.1654	3.926		
Freon-21	$CHCl_2F$	N_2	.42		.140	4.952		KR
Freon-22	$CHClF_2$	N_2	.46		.1544	3.858		KR
Freon-113	CCl_2FCClF_2	N_2	.20		.161	8.360		KR
Freon-114	$C_2Cl_2F_4$	N_2	.22		.160	7.626		KR
Freon-115	C_2ClF_5	N_2	.24		.164	6.892		KR
Freon-C318	C_4F_6	N_2	.17		.185	8.397		KR
Germane	GeH_4	N_2	.57		.1404	3.418		
Germanium Tetrachloride	$GeCL_4$	N_2	.27		.1071	9.565		KR
Helium	He	He	1.000	1.454	1.241	.1786		
Hexafluoroethane (Freon-116)	C_2F_6	N_2	.24		.1834	6.157		KR
Hexane	C_6H_{14}	N_2	.18		.3968	3.845		KR
Hydrogen	H_2	H_2	1.000	1.01	3.419	.0899		
Hydrogen Bromide	HBr	N_2	1.000		.0861	3.610		KR
Hydrogen Chloride	HCl	N_2	1.000		.1912	1.627	KR	KR
Hydrogen Cyanide	HCN	N_2	1.070		.3171	1.206		KR
Hydrogen Fluoride	HF	N_2	1.000		.3479	.893	KR	KR
Hydrogen Iodide	HI	N_2	1.000		.0545	5.707		KR
Hydrogen Selenide	H_2Se	N_2	.79		.1025	3.613		KR
Hydrogen Sulfide	H_2S	N_2	.80		.2397	1.520		KR
Iodine Pentafluoride	IF_5	N_2	.25		.1108	9.90		KR
Isobutane	$CH(CH_3)_3$	N_2	.27		.3872	3.593		KR
Isobutylene	C_4H_8	N_2	.29	.	.3701	2.503		KR
Krypton	Kr	Ar	1.002	1.453	.0593	3.739		
Methane	CH_4	N_2	.72		.5328	.715		
Methanol	CH_3OH	N_2	.58		.3274	1.429		
Methyl Acetylene	C_3H_4	N_2	.43		.3547	1.787		KR
Methyl Bromide	CH_2Br	N_2	.58		.1106	4.236		
Methyl Chloride	CH_3Cl	N_2	.63		.1926	2.253		KR
Methyl Fluoride	CH_3F	N_2	.68		.3221	1.518		KR
Methyl Mercaptan	CH_3SH	N_2	.52		.2459	2.146		KR
Methyl Trichlorosilane	$(CH_3)\ SiCl_3$	N_2	.25		.164	6.669		KR
Molybdenum Hexafluoride	MoF_6	N_2	.21		.1373	9.366		KR
Monoethylamine	$C_2H_5NH_2$	N_2	.35		.387	2.011		KR
Monomethylamine	CH_3NH_2	N_2	.51		.4343	1.386		KR
Neon	NE	Ar	1.006	1.46	.245	.900		
Nitric Oxide	NO	N_2	.990		.2328	1.339		
Nitrogen	N_2	N_2	1.000		.2485	1.25		
Nitrogen Dioxide	NO_2	N_2	.74		.1933	2.052		

Actual Gas	Chemical Symbol	Ref. Gas	KFactor Rel. to Ref. Gas	KFactor Relative N2	Cp (Cal/g)	Density (g/l) @ 0°C	Elastomer O-Ring*	Elastomer Valve Seat
Nitrogen Trifluoride	NF_3	N_2	.48		.1797	3.168		KR
Nitrosyl Chloride	NOCl	N_2	.61		.1632	2.920		KR
Nitrous Oxide	N_2O	N_2	.71		.2088	1.964		
Octafluorocyclobutane (Freon-C318)	C_4F_6	N_2	.17		.185	8.397		KR
Oxygen Difluoride	OF_2	N_2	.63		.1917	2.406		
Oxygen	O_2	N_2	1.000		.2193	1.427		
Ozone	O_3	N_2	.446		.3	2.144		
Pentaborane	B_5H_9	N_2	.26		.38	2.816		KR
Pentane	C_5HI_2	N_2	.21		.398	3.219		KR
Perchloryl Fluoride	ClO_3F	N_2	.39		.1514	4.571		KR
Perfluoropropane	C_3F_8	N_2	.174		.197	8.388		KR
Phosgene	$COCl_2$	N_2	.44		.1394	4.418		KR
Phosphine	PH_3	N_2	1.070		.2374	1.517		KR
Phosphorous Oxychloride	$POCl_3$	N_2	.36		.1324	6.843		KR
Phosphorous Pentafluoride	PH_5	N_2	.30		.1610	5.620		KR
Phosphorous Trichloride	PCl_5	N_2	.30		.1250	6.127		KR
Propane	C_3H_8	N_2	.36		.3885	1.967		KR
Propylene	C_3H_6	N_2	.41		.3541	1.877		KR
Silane	SiH_4	N_2	.60		.3189	1.433		KR
Silicon Tetrachloride	$SiCl_4$	N_2	.28		.1270	7.580		KR
Silicon Tetrafluoride	SiF_4	N_2	.35		.1691	4.643		KR
Sulfur Dioxide	So_2	N_2	.69		.1488	2.858		KR
Sulfur Hexafluoride	SF_6	N_2	.26		.1592	6.516		KR
Sulfuryl Fluoride	SO_2F_2	N_2	.39		.1543	4.562		KR
Teos		N_2	.090				KR	KR
Tetrafluorahydrazine	N_2F_4	N_2	.32		.182	4.64		KR
Trichlorofluormethane (Freon-11)	CCl_3F	N_2	.33		.1357	6.129		KR
Trichlorisilane	$SiHCl_3$	N_2	.33		.1380	6.043		KR
1,1,2-Trichloro-1,2,2 Trifluorethane (Freon-113)	CCl_2FCClF_2	N_2	.20		.161	8.360		KR
Trisobutyl Aluminum	$(C_4H_9)Al$	N_2	.061		.508	8.848		KR
Titanium Tetrachloride	$TiCl_4$	N_2	.27		.120	8.465		KR
Trichloro Ethylene	C_2HCl_3	N_2	.32		.163	5.95		KR
Trimethylamine	$(CH_3)_3N$	N_2	.28		.3710	2.639		KR
Tungsten Hexasfuoride	WF_6	N_2	.25		.0810	13.28	KR	Teflon
Uranium Hexafluoride	UF_6	N_2	.20		.0888	15.70		KR
Vinyl Bromide	CH_2CHBr	N_2	.46		.1241	4.772		KR
Vinyl Chloride	CH_2CHCl	N_2	.48		.12054	2.788		KR
Xenon	Xe	Ar	.993	1.44	.0378	5.858		