



1	Messprinzip	5
2	Grundaufbau	5
3	Berechnung der Messrohr-Schwebekörper-Kombination	6
4	Viskositätseinfluss (1/2" bis 2")	6
5	Definition des Betriebsdrucks für Schwebekörper-Durchflussmesser	9
5.1	Anordnung des Nadelventils	9
6	Schwebekörper	10
6.1	Kugel-Schwebekörper	10
6.2	Schwebekörper mit Führungsring	10
6.3	Schwebekörper mit geringem Druckverlust	10
6.4	Geführte Schwebekörper	10
6.5	Schwebekörper Typ „BL“	10
6.6	Konische Schwebekörper	10
6.7	Schwebekörper mit Führungsstangen	10
7	Messrohr	11
7.1	Glasmessrohre	11
7.1.1	Drei-Flächen-Messrohre	11
7.1.2	Glattkonische Messrohre 1/2" bis 1/4"	11
7.1.3	Glattkonische Messrohre 1/2" bis 2"	11
7.1.4	Drei-Rippen-Messrohre	11
7.2	Metall-Messrohre	11
7.2.1	Glattkonische Messrohre	11
8	Skale	12
9	Kennzeichnung der Glasmessrohre	13
10	Kennzeichnung der Schwebekörper	13
11	Bezeichnung der Kugel-Schwebekörper	13
12	Genauigkeitsklassen	14
13	Zulässige Betriebsdrücke für Glaskonus-Durchflussmesser bei Gasmessungen	14
13.1	Labor-Durchflussmesser Serie 10A1017/18	14
13.2	Glaskonus-Durchflussmesser Serien 10A1187, 10A1190	15
13.3	Glaskonus-Durchflussmesser Serie 10A2700	15
13.4	Kleindurchflussmesser Serie 10A3239S	15
13.5	„Purgemaster“ Serie 10A6100	16
13.6	Glaskonus-Durchflussmesser für Nebenstrommessung Serie 10B1197	16
14	Werkstoff-Auswahl für Schwebekörper-Durchflussmesser	17

1 Messprinzip

In der VDI/VDE-Richtlinie 3513 wird das Schwebekörper-Messprinzip folgendermaßen beschrieben:

Der Schwebekörper-Durchflussmesser ist ein Gerät zur Messung des Durchflusses von Flüssigkeiten und Gasen in Rohrleitungen. Er erhält ein vertikales, sich nach oben erweiterndes und von unten nach oben von dem Messstoff durchströmtes Rohr, in welchem sich ein vertikal beweglicher Schwebekörper befindet.

Dieser Schwebekörper stellt sich mit zunehmendem Durchfluss in zunehmender Höhe stets so ein, dass sein Strömungswiderstand seinem Gewicht in dem Messstoff entgegengesetzt gleich und somit unabhängig vom Durchfluss konstant ist.

Die Höhenstellung des Schwebekörpers dient als Maß für den Durchfluss. Der Durchfluss kann an einer Skale abgelesen werden.

2 Grundaufbau

In seiner einfachsten Ausführung besteht ein Schwebekörper-Durchflussmesser aus den Messelementen (siehe Bild 2-1). Schwebekörper (1), Messkonus (2), Durchflussskale (3), die mit Fittings (5) bzw. Flanschen oder Verschraubungen in der Rohrleitung befestigt und mit Dichtungselementen, O-Ringen (7), abgedichtet werden.

Die Schwebekörperbewegung wird durch Anschläge (4) begrenzt und das Messrohr mit einem schützenden Gehäuse (6) umgeben.

Bei Glasmessrohren wird die den Durchfluss anzeigende Skale vorteilhafterweise direkt auf das Messrohr gebracht. Schwebekörper-Durchflussmesser haben allgemein eine Messbereichsbreite von 1:12,5, das entspricht einem prozentualen Bereich von 8 bis 100 %.

Reichen die mechanischen, thermischen oder chemischen Beständigkeiten von Glasmessrohren in bestimmten Anwendungsfällen nicht aus, werden Metallmessrohre verwendet. Die Höhenstellung des Schwebekörpers als Maß für den momentanen Durchfluss wird dann mittels Übertragungssystemen außerhalb des Messrohres angezeigt (siehe Bild 2-2).

Mit Hilfe von Messumformern mit analogem elektrischem Ausgangssignal (0/4...20 mA) können die Werte auch für Durchflussregelungen oder zur Anzeige und Registrierung fernübertragen werden. Zusätzlich können Grenzwerte signalisiert werden.

Die den einzelnen Schwebekörper-Durchflussmesser-Modellen zugeordneten Spezifikationsblätter enthalten neben den Konstruktionsmerkmalen, technischen Daten, Werkstoffangaben und Maßzeichnungen, auch Messbereichstabellen. Diese Messbereichstabellen geben die jeweils maximalen Durchflüsse für die entsprechenden Messrohrgrößen sowie Messrohr-Schwebekörper-Kombinationen an.

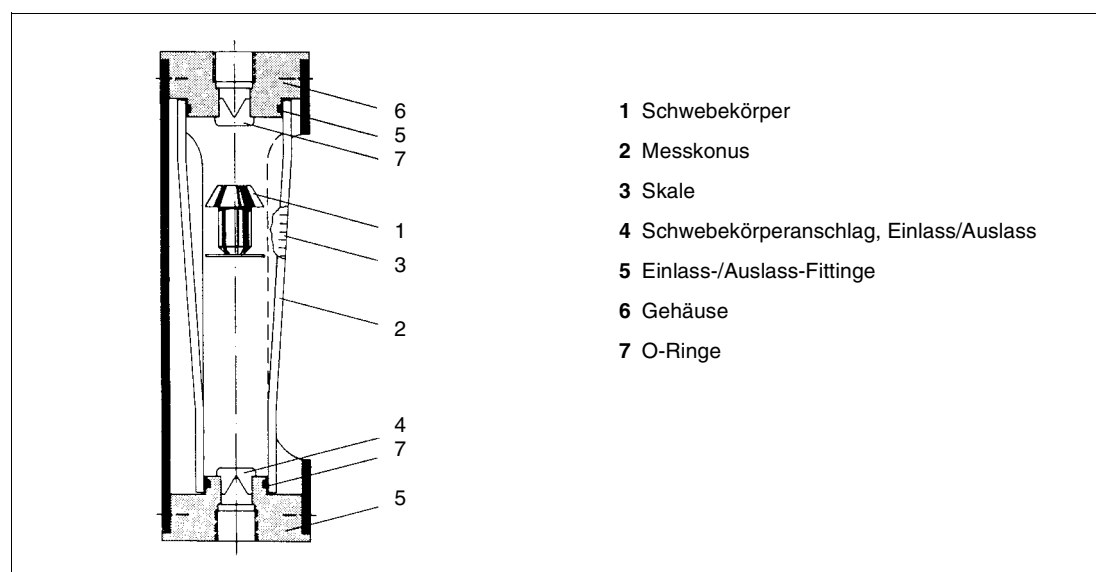


Bild 2-1: Grundaufbau Glaskonus-Durchflussmesser

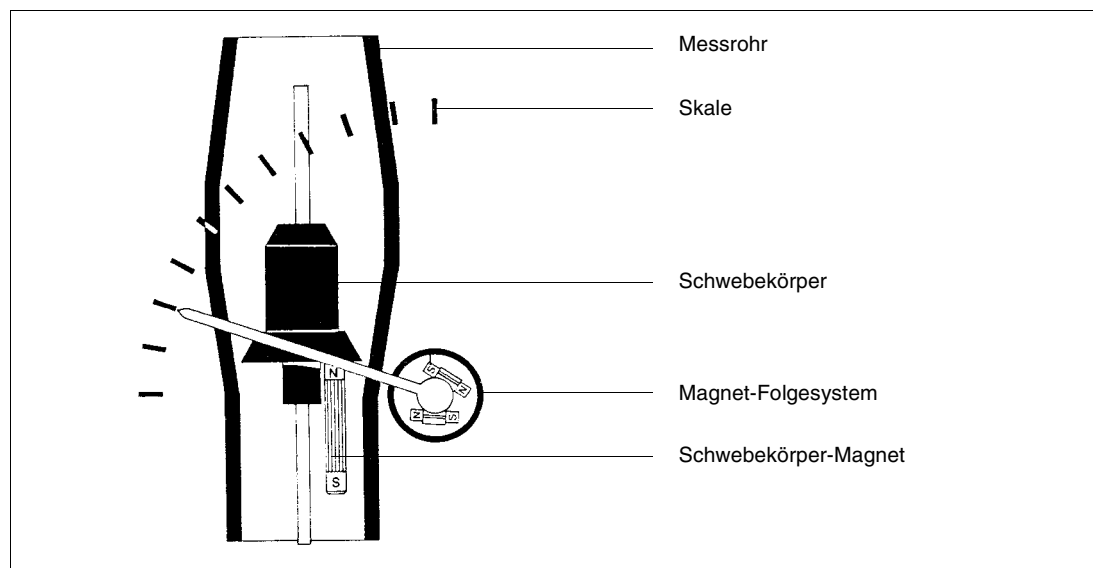


Bild 2-2: Grundaufbau Metallkonus-Durchflussmesser

Die angegebenen Durchflüsse beziehen sich grundsätzlich auf Schwebekörper aus dem Werkstoff Nr. 1.4301 (Dichte $\rho_s = 8,02 \text{ g/cm}^3$) sowie bei flüssigen Messstoffen auf Wasser (Dichte $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$, Viskosität $\eta = 1 \text{ mPa s}$) und bei gasförmigen Messstoffen auf Luft im Normzustand ($t_n = 0 \text{ °C}$; $p_n = 1,013 \text{ bar}$).

3 Berechnung der Messrohr-Schwebekörper-Kombination

Die präzise Herstellung von Messrohren und Schwebekörpern erlauben es, dass in Anlehnung an Richtlinie VDI/VDE 3513 Berechnungen von Volumen- oder Massendurchfluss vereinfacht durchgeführt werden können.

Für die Auswahl eines geeigneten Durchflussmessers in Abhängigkeit vorhandener Messapplikationen stellt ABB das Softwarepaket **Flow Select** zur Verfügung. Mit Hilfe des Programms **FlowCalc** ist es möglich, eine optimale Geräteauswahl unter Berücksichtigung der aktuellen Betriebsbedingungen vorzunehmen. Diese beiden Programme können angefordert werden.

4 Viskositätseinfluss (1/2" bis 2")

Die Schwebekörper sind geometrisch so ausgebildet, dass sie in weiten Grenzen viskositätsunabhängig sind. Das bedeutet, dass innerhalb dieser Grenzen die Viskosität des Messstoffes geändert werden kann, ohne dass sich eine gleichzeitige Änderung der Skale ergibt. In den Messbereichstabellen dieser Schwebekörper-Durchflussmesser befindet sich die Spalte VUZ, welche die Viskositätsunabhängigkeitszahl angibt.

Ist der errechnete VUZ-Wert niedriger oder genau so groß wie in der Messbereichstabelle angegebene VUZ-Wert, ist keine Viskositätsbeeinflussung der Messwerte gegeben.

$$VUZ = \eta \cdot \frac{(\rho_s - 1) \cdot 1}{\sqrt{(\rho_{s1} - \rho_1) \cdot \rho_1}}$$

η = Dynamische Viskosität des Messstoffes [mPa s]
 ρ_s = Dichte des Schwebekörpers laut Tabelle ($\rho = 8,02 \text{ g/cm}^3$)
 ρ_{s1} = Dichte des Schwebekörpers, der verwendet wird
 ρ_1 = Dichte des Messstoffes

Errechnet sich ein höherer als in Tabelle 4-1 ausgewiesener VUZ-Wert, werden die Durchflussmesser im Werk mit einer die Viskosität des Messstoffes berücksichtigende Skale ausgerüstet.

Die Tabelle 4-1 dient dazu, die vom Schwebekörper-Durchflussmesser für Gase angezeigten Werte zu korrigieren, falls die Normdichte des Gases von der bei der Kalibrierung zugrunde gelegten Normdichte abweicht (gleiche Betriebsbedingungen).

Beispiel:

Der vorhandene Durchflussmesser wurde für Luft, Normdichte 1,293 kg/m³ kalibriert und soll für Stickstoff, Normdichte 1,25 kg/m³ eingesetzt werden. Unter Luft wird der Faktor 1,02 (umrandet) abgelesen. Die vom Schwebekörper-Durchflussmesser angezeigten Werte werden mit diesem Faktor multipliziert.

Hinweis:

Neue Normdichte größer: Faktor < 1

Neue Normdichte kleiner: Faktor > 1

Bei Änderung der Betriebstemperatur und des Betriebsdruckes werden die Multiplikationsfaktoren zur Korrektur nach folgenden Gleichungen ermittelt:

Norm- bzw. Gewichtseinheiten

Betriebseinheiten

$$K_p = \sqrt{\frac{p_2}{p_1}}$$

$$K_p = \sqrt{\frac{p_1}{p_2}}$$

$$K_t = \sqrt{\frac{t_1}{t_2}}$$

$$K_t = \sqrt{\frac{t_2}{t_1}}$$

K_p = Korrekturfaktor für Druck

K_t = Korrekturfaktor für Temperatur

p₁ = 1,013 bar + Kalibrierdruck in bar

p₂ = 1,013 bar + neuer Betriebsdruck in bar

t₁ = 273 K + Kalibriertemperatur in °C

t₂ = 273 K + neue Betriebstemperatur in °C

Ermittlung von Korrekturfaktoren bei Flüssigkeits-Dichteänderungen

Volumendurchfluss

Massendurchfluss

$$K_F = \sqrt{\frac{(\rho_{s1} - \rho_2) \cdot \rho_1}{(\rho_{s1} - \rho_1) \cdot \rho_2}}$$

$$K_F = \sqrt{\frac{(\rho_{s1} - \rho_2) \cdot \rho_2}{(\rho_{s1} - \rho_1) \cdot \rho_1}}$$

K_F = Korrekturfaktor

ρ_{s1} = Dichte des Schwebekörpers, der verwendet wird

ρ₁ = Dichte des Kalibrier-Messstoffes

ρ₂ = Dichte des neuen Messstoffes

4.1. Normdichte-Korrekturtabelle für Volumeneinheiten (Messrohr-Nennweiten 1/2'' bis 2'')

Technische Gase																							
vorher	Normdichte kg/m ³ bei 0 °C und 1013 mbar	Acetylen	Ammoniak	Ammoniak diss.	Argon	Butan	Chlorgas	Erdgas	Helium	Kohlendioxid	Kohlenoxid	Krypton	Luft	Methan	Neon	Propan	Propylen	Sauerstoff	Schwefeldioxid	Stickstoffoxid	Stickoxidul	Stickstoff	Wasserstoff
neu																							
Acetylen	1,17	1	0,81	0,566	1,23	1,51	1,66	0,84	0,39	1,3	1,04	1,79	1,05	0,78	0,88	1,32	1,28	1,11	1,58	1,07	1,3	1,04	0,28
Ammoniak	0,77	1,232	1	0,697	1,52	1,86	2,04	1,04	0,48	1,6	1,27	2,2	1,3	0,96	1,08	1,62	1,58	1,36	1,95	1,32	1,6	1,27	0,34
Ammoniak diss.	0,374	1,77	1,43	1	2,18	2,67	2,93	1,5	0,69	2,3	1,83	3,16	1,86	1,38	1,55	2,32	2,26	1,96	2,8	1,89	2,3	1,83	0,49
Argon	1,78	0,81	0,66	0,458	1	1,22	1,34	0,68	0,32	1,05	0,84	1,45	0,85	0,63	0,71	1,06	1,04	0,9	1,28	0,87	1,05	0,84	0,22
Butan	2,67	0,66	0,54	0,374	0,816	1	1,1	0,56	0,26	0,86	0,66	1,18	0,57	0,52	0,58	0,87	0,85	0,73	1,05	0,71	0,86	0,68	0,18
Chlorgas	3,214	0,603	0,49	0,341	0,74	0,91	1	0,51	0,235	0,78	0,62	1,08	0,63	0,47	0,53	0,79	0,77	0,67	0,95	0,65	0,78	0,62	0,17
Erdgas	0,83	1,19	0,963	0,67	1,46	1,79	1,97	1	0,46	1,54	1,23	2,12	1,25	0,93	1,04	1,56	1,52	1,31	1,88	1,27	1,54	1,23	0,33
Helium	0,178	2,56	2,08	1,45	3,16	3,87	4,25	2,16	1	3,34	2,65	4,6	2,7	2,0	2,24	3,37	3,28	2,83	4,06	2,74	3,34	2,65	0,71
Kohlendioxid	1,98	0,77	0,624	0,435	0,948	1,16	1,27	0,65	0,3	1	0,79	1,37	0,8	0,6	0,67	1,01	0,98	0,85	1,22	0,82	1,0	0,79	0,21
Kohlenoxid	1,25	0,967	0,785	0,547	1,19	1,46	1,6	0,82	0,38	1,26	1	1,73	1,02	0,76	0,85	1,27	1,24	1,07	1,53	1,04	1,26	1,0	0,27
Krypton	3,74	0,56	0,454	0,316	0,69	0,845	0,927	0,47	0,22	0,73	0,58	1	0,6	0,44	0,49	0,73	0,72	0,62	0,89	0,6	0,73	0,58	0,15
Luft	1,293	0,95	0,77	0,54	1,17	1,44	1,58	0,8	0,37	1,24	0,98	1,7	1	0,75	0,83	1,25	1,22	1,05	1,5	1,02	1,24	0,98	0,26
Methan	0,717	1,28	1,04	0,72	1,58	1,93	2,12	1,08	0,5	1,66	1,32	2,3	1,34	1	1,12	1,68	1,63	1,41	2,02	1,37	1,66	1,32	0,35
Neon	0,9	1,14	0,925	0,645	1,41	1,72	1,89	0,96	0,44	1,48	1,18	2,04	1,2	0,8	1	1,5	1,46	1,26	1,8	1,22	1,48	1,18	0,31
Propan	2,019	0,761	0,618	0,43	0,94	1,15	1,26	0,64	0,295	0,99	0,79	1,36	0,8	0,6	0,66	1	0,97	0,84	1,2	0,81	0,99	0,79	0,20
Propylen	1,915	0,78	0,634	0,44	0,96	1,18	1,296	0,66	0,305	1,02	0,81	1,4	0,82	0,61	0,69	1,03	1	0,86	1,24	0,84	1,02	0,81	0,22
Sauerstoff	1,43	0,905	0,734	0,51	1,12	1,37	1,5	0,76	0,35	1,18	0,93	1,62	0,95	0,71	0,79	1,19	1,16	1	1,43	0,97	0,18	0,93	0,21
Schwefeldioxid	2,93	0,632	0,513	0,36	0,78	0,95	1,05	0,53	0,245	0,82	0,65	1,13	0,66	0,5	0,55	0,83	0,81	0,7	1	0,68	0,82	0,65	0,25
Stickstoffoxid	1,34	0,93	0,76	0,53	1,15	1,41	1,55	0,79	0,36	1,22	0,96	1,67	0,98	0,73	0,82	1,23	1,2	1,03	1,48	1	1,22	0,96	0,174
Stickoxidul	1,98	0,77	0,624	0,435	0,948	1,16	1,27	0,65	0,3	1,0	0,79	1,37	0,8	0,6	0,67	1,01	0,98	0,85	1,22	0,82	1	0,79	0,25
Stickstoff	1,25	0,967	0,785	0,547	1,19	1,46	1,6	0,82	0,38	1,26	1,0	1,73	1,02	0,76	0,85	1,27	1,24	1,07	1,53	1,04	1,26	1	0,27
Wasserstoff	0,089	3,36	2,94	2,05	4,47	5,48	6,01	3,05	1,41	4,72	3,75	6,5	3,81	2,84	3,18	4,76	4,64	4,01	5,74	3,88	4,72	3,75	1

Tabelle 4-1: Normdichte-Korrekturtabelle

5 Definition des Betriebsdrucks für Schwebekörper-Durchflussmesser

Als „Betriebsdruck“ sollte derjenige Druck angegeben werden, der sich im Messrohr des Durchflussmessers aufbaut. Dieser Druck ist in der Regel mit dem Druck unmittelbar nach dem Durchflussmesser identisch. Der Druckverlust des Durchflussmessers kann vernachlässigt werden.

5.1 Anordnung des Nadelventils

Bei Flüssigkeitsmessungen spielt es keine Rolle, ob das Nadelventil ein- oder auslassseitig angeordnet ist. Bei Gasmessungen wird wegen der kompressiblen Eigenschaften der Gase allgemein empfohlen, das Nadelventil im Auslass des Durchflussmessers anzuordnen. Hiermit ist gewährleistet, dass das Messrohr unabhängig von Nachdruckschwankungen immer unter konstanten Druckverhältnissen betrieben wird. Bei konstantem Nachdruck kann das Nadelventil auch einlassseitig angeordnet werden. Erfolgt die Messung gegen atmosphärische Bedingungen, dann **muss** sich das Nadelventil im Einlass des Durchflussmessers befinden.

Zudem ist bei Gasmessungen die richtige Anordnung des Ventils (ein-/auslassseitig) immer in Zusammenhang mit dem Kalibrierdruck zu betrachten. Bedingt durch die Dichteänderung des komprimierten Gases, ändern sich die Auftriebskräfte am Schwebekörper und somit natürlich auch die Durchflussleistung entsprechend. Damit der Arbeitsdruck im Bereich des Messrohres immer konstant bleibt, ist das Einstellventil wie folgt anzuordnen (siehe Bild 5-1).

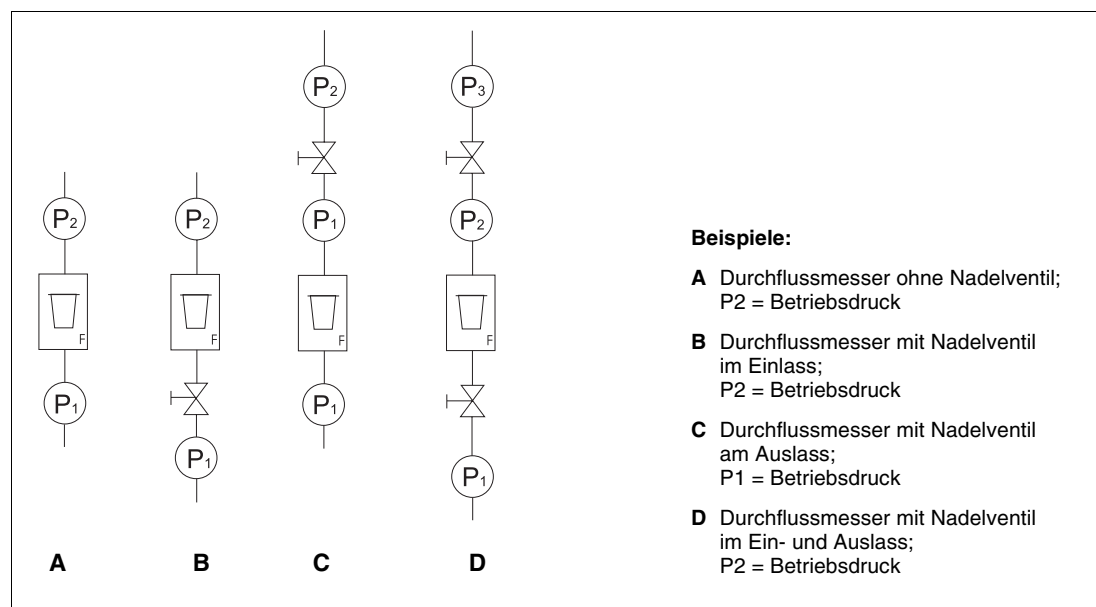


Bild 5-1: Anordnung der Nadelventile

6 Schwebekörper

6.1 Kugel-Schwebekörper

werden zum Messen kleinerer Durchflüsse in den Nennweiten 1/16" bis 3/8" eingesetzt. Um möglichst viele Messbereichsabstufungen innerhalb eines Messrohres zu erhalten, stehen Kugelschwebekörper mit verschiedenen Werkstoffen unterschiedlicher Dichte zur Verfügung.

6.2 Schwebekörper mit Führungsring

stellen in Kombination mit Drei-Rippen-Messrohren und Prozentskale die Standardausführung der Schwebekörper-Durchflussmesser dar. Schwebekörper der Type „GSVT“ sind weitgehend viskositätsunabhängig und in den einzelnen Gerätegrößen in unterschiedlichen Werkstoffen und Gewichten verfügbar. Durch die umgekehrte Kopfform „GNSVT“ wird infolge der veränderten geometrischen Form ein um 25...30 % höherer Durchfluss erreicht. Diese Schwebekörperform ist nicht für Messstoffe mit höheren Viskositäten geeignet. Die in den Messbereichstabellen genannten VUZ-Zahlen sind zu beachten. Der Schwebekörper führt sich an der Messkante und dem Führungsring in den Führungsrippen des Messrohres.

6.3 Schwebekörper mit geringem Druckverlust

sind speziell zum Messen von gasförmigen Messstoffen bei niedrigen Drücken entwickelt worden und gewährleisten einen extrem niedrigen Druckverlust des Gerätes. Sie finden Anwendung in Verbindung mit Drei-Rippen-Messrohren.

6.4 Geführte Schwebekörper

in Verbindung mit Messrohren haben in ihrer Längsachse eine Bohrung und werden in ihrer Vertikalbewegung an einer messrohrfesten Stange geführt.

6.5 Schwebekörper Typ „BL“ . . .

sind speziell für hohe Durchflüsse in kleine Nennweiten geeignet. Die Führung erfolgt in den Führungsrippen des Messrohres.

6.6 Konische Schwebekörper

werden nur in Verbindung mit einer im zylindrischen Rohr befindlichen Blende verwendet. Die am Schwebekörper angebrachten Führungsstangen, sowie die im Rohr befestigten Führungselemente, garantieren ein zentrisches Führungssystem. Ein Magnet im Schwebekörper bewirkt die Übertragung der Höhenstellung auf eine außerhalb befindliche Anzeige.

6.7 Schwebekörper mit Führungsstangen

in konischen Metall-Messrohren arbeiten mit einem ähnlichen Übertragungs- und Führungssystem wie zuvor beschrieben. Sie sind weitgehend viskositätsunabhängig und sind ebenfalls in den beschriebenen Kopfformen (siehe Kap. 6.2) lieferbar. Bei einem Angebotsvolumen von rund 100000 möglichen Schwebekörper-Durchflussmesser-Ausführungen, werden unterschiedliche Messrohr-Schwebekörper-Skale-Kombinationen verwendet.

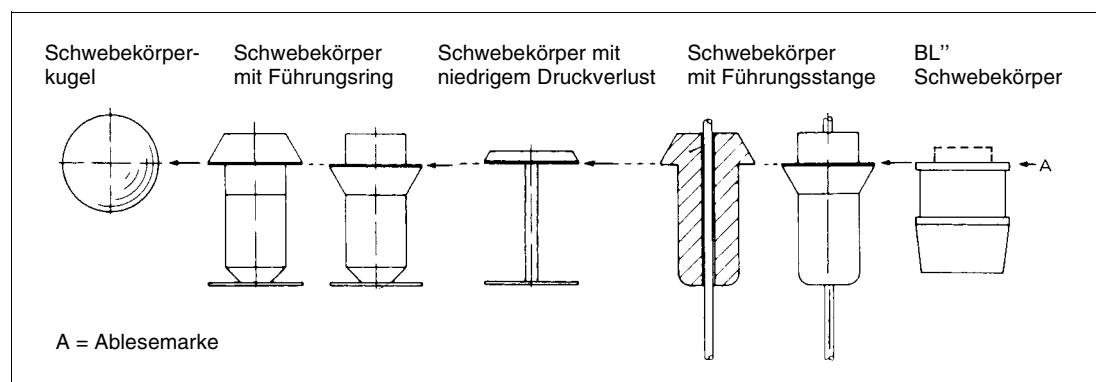


Bild 6-1: Schwebekörperformen

7 Messrohr

7.1 Glasmessrohre

7.1.1 Drei-Flächen-Messrohre

Sie werden bei kleinsten Nennweiten von 1/16" bis 1/4" eingesetzt. In dem sich konisch in Durchflussrichtung erweiternden Messrohr verlaufen drei Flächen parallel zur Mittelachse. Durch diese Fläche wird der Kugel-Schwebekörper über den gesamten Messbereich geführt, der geringe Abstand zwischen Schwebekörper und Messrohr gewährleistet auch bei trübem Messstoff ein einwandfreies Erkennen der Ablesemarke und das Ablesen des Durchflusses. Der Schwebekörper wird exakt in der Mitte des Messrohres geführt.

7.1.2 Glattkonische Messrohre 1/2" bis 1/4"

werden ebenfalls mit Kugelschwebekörpern (siehe Kap. 6.1) zum Messen kleiner Durchflüsse benutzt. Sie haben keine so hohe Genauigkeit wie Drei-Flächen-Messrohre und werden daher nur für einfache Anwendungsfälle eingesetzt. Der Kugelschwebekörper wird bei glattkonischen Messrohren durch den strömenden Messstoff in der Mittellinie des Rohres zentriert.

7.1.3 Glattkonische Messrohre 1/2" bis 2"

werden normalerweise nur für extreme Betriebsverhältnisse (Druckstöße, vibrierende Rohrleitungen, etc.) verwendet. In der Nennweite 2" ergeben sich wegen des größeren Querschnittes im Vergleich zu Dreirippen-Messrohren höhere Messbereichsendwerte. Beim Glattkonischen Messrohr wird der Schwebekörper an einer Führungsstange geführt (siehe Kap. 6.4).

7.1.4 Drei-Rippen-Messrohre

werden bei Nennweiten von 1/2" bis 2" standardmäßig verwendet. Bei dieser Messrohrart haben die parallel zur Mittelachse verlaufenden Rippen die gleiche Aufgabe wie die unter Kap. 7.1.1 beschriebenen Drei-Flächen-Messrohre. Sie führen den Schwebekörper über den gesamten Messbereich. Auch hier gewährleistet der geringe Abstand zwischen Schwebekörper und Messrohr ein einwandfreies Erkennen der Ablesemarke und das Ablesen des Durchflusses auch bei trübem Messstoff. Sie werden zusammen mit den Schwebekörpern nach Kap. 6.2 und Kap. 6.3 eingesetzt.

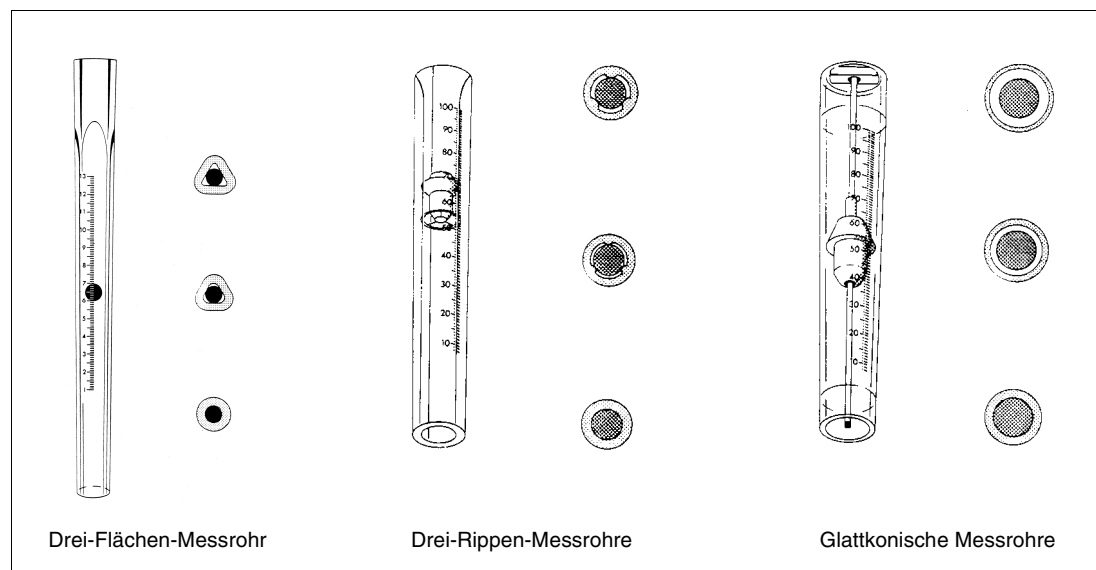


Bild 7-1: Messrohrtypen

7.2 Metall-Messrohre

7.2.1 Glattkonische Messrohre

mit messrohrfesten Führungselementen in Verbindung mit Schwebekörpern nach Kap. 6.7 sind die Standard-Messelemente unseres Ganzmetall-Durchflussmesser-Angebotes. Die Schwebekörperstellung wird mittels Magnetsystem auf den Anzeiger übertragen.

8 Skale

Verhältnisskale DK/Ds

Die Verhältnisskale stellt das Öffnungsverhältnis des Messrohres als Zahlenwert dar. Sie ist universell für Gase und Flüssigkeiten verwendbar und eignet sich besonders gut für wechselnde Betriebsdaten. Zur Ermittlung des angezeigten Durchflusses wird eine Durchflusstabelle kostenlos mitgeliefert. Umrechnungen auf andere Betriebsbedingungen sind problemlos mit unserem Berechnungsprogramm **Flow-Calc** möglich. Diese Skalenart wird standardmäßig für Drei-Flächen-Messrohre in Verbindung mit Kugelschwebekörpern verwendet.

Prozent-Skale

Die linearisierte Prozentskale ist die Standardskale für alle anderen Schwebekörper-Durchflussmesser, überwiegend für Drei-Rippen-Messrohre und Glattkonische Messrohre (siehe Kap. 7.1.3). Sie zeigt den prozentualen Anteil, bezogen auf den maximalen Durchfluss an und erstreckt sich meist über den Gesamtbereich von 8...100 %. Bei Kenntnis der Betriebsdaten, der physikalischen Eigenschaften des Messstoffes sowie der geometrischen Ausführung des Schwebekörpers lassen sich relativ einfach die maximalen Durchflüsse berechnen und umrechnen. Jede Prozentskale hat die von uns gewährleistete Genauigkeit.

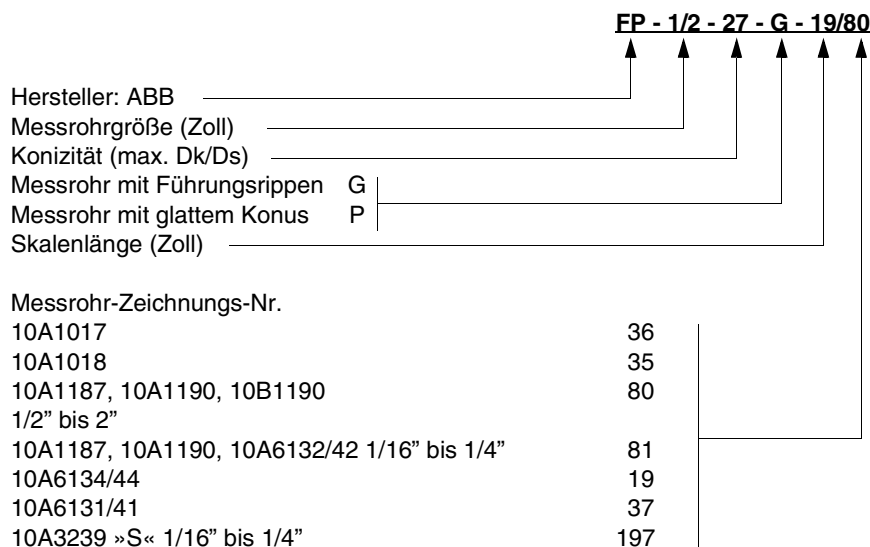
Direkt ablesbare Skale

Die Skale zeigt den Volumen- bzw. Massendurchfluss pro Zeiteinheit direkt an (z. B. l/h Wasserstoff, cm³/min H₂O). Sie haben nur für einen Messstoff bei genau definierten Betriebsverhältnissen Gültigkeit. Der universellen Verwendbarkeit der Messrohre sind durch die direkt ablesbare Skale gewisse Grenzen gesetzt.

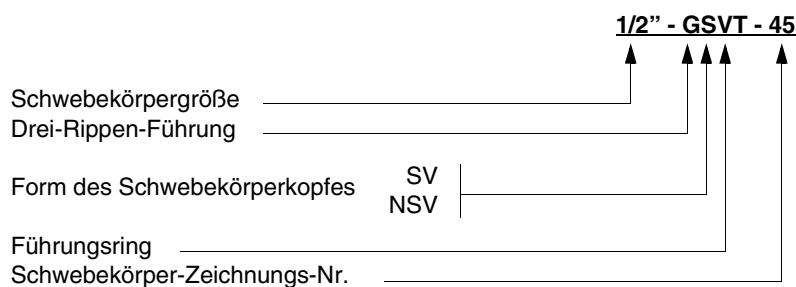
Millimeter-Skale

Diese wird in der Regel nur dann eingesetzt, wenn ein festgelegter Durchflusswert zu reproduzieren ist und der tatsächliche Messbereich eine untergeordnete Rolle spielt. In Verbindung mit viskosen Messstoffen kann diese Skale allerdings als universal angesehen werden.

9 Kennzeichnung der Glasmessrohre



10 Kennzeichnung der Schwebekörper



11 Bezeichnung der Kugel-Schwebekörper

Type			
Werkstoff	Dichte (g/cm³)		
Glas(schwarz)	2,28 (nur 1/4", 3/8")	CD	↑
Glas(schwarz)	2,53 (nur 1/16", 1/8")	BG	
Saphir(rot)	3,98	SA	
CrNi-Stahl 1.4301	8,02	SS	
Carboly	14,95	CA	
Tantal	16,6	TA	
Größe			
1/16"		16	
1/8"		18	
1/4"		14	
3/8"		38	

12 Genauigkeitsklassen

Für Schwebekörper-Durchflussmesser wird die Genauigkeit nach der VDE/VDI Richtlinie 3513, Bl. 2, durch verschiedene Genauigkeitsklassen definiert, wobei jeder Genauigkeitsklasse ein Fehlerbereich zugeordnet ist. Der zulässige Maximalfehler ist die Summe folgender Teilfehler.

1. Teilfehler: 3/4 der als Genauigkeitsklasse angegeben Zahl ist der Fehler in Prozent vom Messwert
2. Teilfehler: 1/4 der als Genauigkeitsklasse angegebenen Zahl ist der Fehler in % vom Skalenendwert

Für den jeweiligen Messwert errechnet sich der Gesamtfehler in % vom Messwert wie folgt:

$$f = (3/4M + 1/4E) \cdot K/M$$

M = Messwert in Durchflusseinheiten

E = Skalenendwert in Durchflusseinheiten

K = als Genauigkeitsklasse angegebene Zahl nach VDI/VDE 3513/2

F = Gesamtfehler in % vom Messwert

Durchfluss in %	Genauigkeitsklasse				
	1	1,6	2,5	4	6
Gesamtfehler in % vom Messwert					
100	1,000	1,600	2,500	4,000	6,000
90	1,028	1,644	2,569	4,111	6,167
80	1,063	1,700	2,656	4,250	6,375
70	1,107	1,771	2,768	4,429	6,643
60	1,167	1,807	2,917	4,667	7,000
50	1,250	2,000	3,125	5,000	7,500
40	1,375	2,200	3,438	5,500	8,250
30	1,583	2,533	3,958	6,333	9,500
20	2,000	3,200	5,000	8,000	12,000
10	3,250	5,200	8,125	13,000	19,500

13 Zulässige Betriebsdrücke für Glaskonus-Durchflussmesser bei Gasmessungen

Die Gewährleistung der Sicherheit für Mensch und Umwelt ist bei ABB-Messgeräten ein wichtiges Qualitätsmerkmal. ABB stellt sich damit den Herausforderungen neuer Sicherheitsbestimmungen. Zum Schutz vor gefährlicher Splitterwirkung, bei eventuell berstendem Messrohr, werden unsere Glaskonus-Durchflussmesser für Gasmessungen grundsätzlich mit einer Schutzvorrichtung (Schutzkappe oder Schutzrohr) ausgerüstet. Gleichermäßen verhindert die Schutzvorrichtung direkte mechanische Einwirkung von außen.

13.1 Labor-Durchflussmesser Serie 10A1017/18

Modell	Max. zulässiger Betriebsdruck (bar)
10A1017	0,5
10A1018	0,5

Anmerkung

- Angegebener max. zul. Betriebsdruck bei 20 °C Messstofftemperatur und 20 °C Umgebungstemperatur
- Max. Messstofftemperatur: 0...95 °C
- Wird ohne Schutzvorrichtung geliefert

13.2 Glaskonus-Durchflussmesser Serien 10A1187, 10A1190

Gerätegröße	Messrohrgröße	Max. zul. Betriebsdruck (bar)	
		Standardausf.	Alarmausführung
1/4"	1 1/16"...1/4"	30	–
1/2"	1/2"	17	17
3/4"	3/4"	13	13
1"	1"	10	10
1 1/2"	1 1/2"	4	4
2"	2"	2	2

Anmerkung

- Angegebener max. zul. Betriebsdruck bei 20 °C Messstofftemperatur und 20 °C Umgebungstemperatur
- Max. Umgebungstemperatur: 40 °C
- Max. Messstofftemperatur: 0...100 °C
- Bei Messstofftemperaturen oder Umgebungtemperaturen über 30 °C verringert sich der max. zul. Betriebsdruck um 1,05 %/1 °C (siehe Bild 13-1)

13.3 Glaskonus-Durchflussmesser Serie 10A2700

Gerätegröße	Messrohrgröße	Max. zul. Betriebsdruck (bar)
1/4"	1/16"...1/4"	6,0
3/4" ¹⁾	1/2"...1"	0,5
1 1/2"	1 1/2"...2"	1,0

Anmerkung

- Angegebener max. zul. Betriebsdruck bei 20 °C Messstofftemperatur und 20 °C Umgebungstemperatur
- Max. Messstofftemperatur: 0...150 °C

¹⁾ Messrohrgröße 1/2" und 3/4" max. 5 bar mit PC-Schutzrohr

13.4 Kleindurchflussmesser Serie 10A3239S

Gerätegröße	Messrohrgröße	Max. zul. Betriebsdruck (bar)
1/4"	1/16"	18
	1/8"	18
	1/4"	18

Anmerkung

- Angegebener max. zul. Betriebsdruck bei 20 °C Messstofftemperatur und 20 °C Umgebungstemperatur
- Max. Umgebungstemperatur: 40 °C
- Max. Messstofftemperatur: 0...80 °C
- Bei Messstofftemperaturen oder Umgebungtemperaturen über 30 °C verringert sich der max. zul. Betriebsdruck um 1,05 %/1 °C (siehe Bild 13-1)

13.5 „Purgemaster“ Serie 10A6100

Gerätegröße	Skalenlänge	Max. zul. Betriebsdruck (bar)
1/4"	38/70	18
	100/130	18
	250	18

Anmerkung

- Angegebener max. zul. Betriebsdruck bei 20 °C Messstofftemperatur und 20 °C Umgebungstemperatur
- Max. Umgebungstemperatur: 40 °C
- Max. Messstofftemperatur: 0...100 °C
- Bei Messstofftemperaturen oder Umgebungstemperaturen über 30 °C verringert sich der max. zul. Betriebsdruck um 1,05 %/1 °C (siehe Bild 13-1)

13.6 Glaskonus-Durchflussmesser für Nebenstrommessung Serie 10B1197

Gerätegröße	Max. zul. Betriebsdruck (bar)
1/2"	17

Anmerkung

- Angegebener max. zul. Betriebsdruck bei 20 °C Messstofftemperatur und 20 °C Umgebungstemperatur
- Max. Umgebungstemperatur: 40 °C
- Max. Messstofftemperatur: 0...100 °C
- Bei Messstofftemperaturen oder Umgebungstemperaturen über 30 °C verringert sich der max. zul. Betriebsdruck um 1,05 %/1 °C (siehe Bild 13-1)

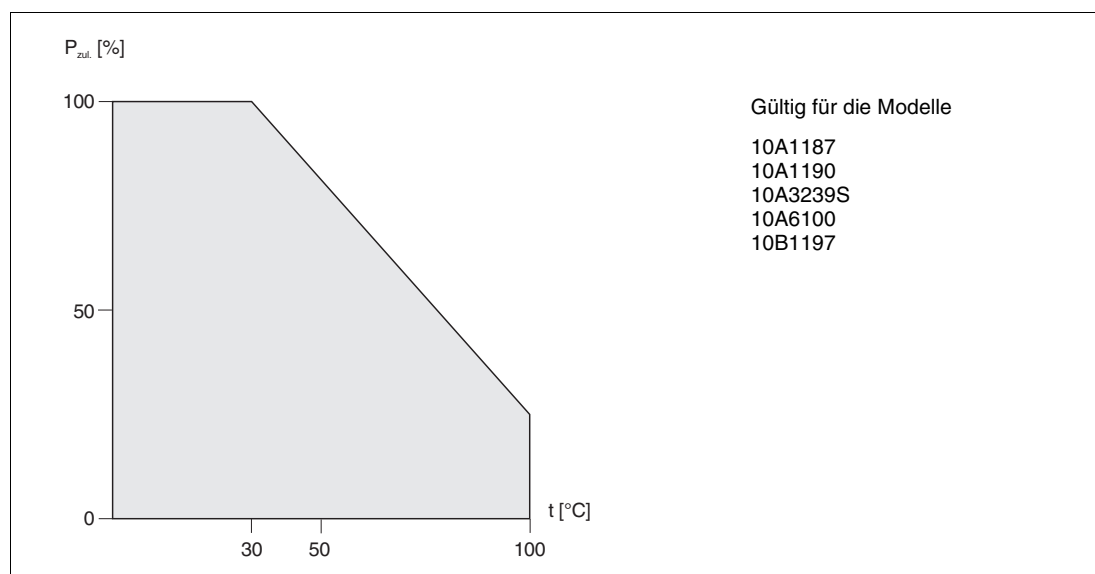


Bild 13-1: Zulässiger Betriebsdruck in Abhängigkeit von der Temperatur



Achtung

Durchflussmesser nur in Betrieb nehmen mit Schutzschild oder Schutzrohr vor dem Glas-Messrohr. Die maximal zulässigen Betriebsverhältnisse sind unbedingt zu beachten (siehe Betriebsanleitung für Installation und Inbetriebnahme).

Hinweis:

Die zulässigen Betriebsdrücke sind statische Drücke. Auswahl- und Einbauempfehlungen für Schwebekörper-Durchflussmesser sind zu beachten. Sachgemäße Behandlung und Bedienung der Durchflussmesser (siehe Betriebsanleitung) und die Einhaltung der angegebenen zulässigen Betriebsverhältnisse liegen in der alleinigen Verantwortung des Anwenders.

14 Werkstoff-Auswahl für Schwebekörper-Durchflussmesser

Diese Auswahl erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, bietet jedoch eine Erleichterung bei der Festlegung der Werkstoffe, z. T. beruhen die Empfehlungen auf Laborversuchen der Werkstoffhersteller oder auf immer wiederkehrenden Einsatzfällen in der Praxis. In Zweifelsfällen sind vom Anwender die Werkstoffe festzulegen, da hier die größte Erfahrung vorliegt. Nicht berücksichtigt wurden die Kugelschwebekörper der Gr. 1/16" bis 1/4". Wenn ein Glas-Messrohr verwendet werden kann, so kann davon ausgegangen werden, dass Schwebekörper aus Glas bzw. Saphir ebenfalls ausreichend beständig sind.

Messstoff	Konzentration in %	Temperatur in °C	Fittinge							Schwebekörper							O-Ringe			Messrohr	Messkonus bei Ganzmetall-Durchflussmesser		
			1,4301/ Messing	Bronze	1,4301/ Stahl	1,4571	PVC/40 °C	Hastelloy C	PVDF/PTFE	1,4571	PVC/40 °C	1,4301	Hastelloy C	Hastelloy B	Titan	PVDF/PTFE	Buna-N	Viton-A	Ethyl. Propyl.		Glas	1,4571	Hastelloy C
Acetaldehyd						x				x								x	x	x			
Aceton			x		x					x	x								x	x			
Acetylen			x		x					x	x					x			x	x			
Acrolein						x				x						a.A.			x	x			
Äthan			x		x					x	x					x			x	x			
Äthancarbonsäure						x				x						x			x	x			
Äthanolamin					x	x				x	x					x			x	x			
Äther, Methyl, Äthyl			x		x					x	x					x			x	x			
Äthylacetat					x	x				x	x						x		x	x			
Äthylacrylat					x	x				x	x						x		x	x			
Äthyläther			x		x					x	x					x			x	x			
Äthylalkohol			x		x					x	x					x			x	x			
Äthylecellulose					x	x				x	x					x			x	x			
Äthylen			x		x					x	x					x			x	x			
Äthylenchlorhydrin					x	x				x	x						x		x	x			
Äthylenchlorid					x	x				x	x					x			x	x			
Äthylendiamin						x				x						x		x	x	x			
Äthylendichlorid						x				x							x		x	x			
Äthylenglykol					x	x				x	x							x	x	x			
Äthylenoxid					x	x				x	x							x	x	x			
Ätzkali, sh. Kaliumhydroxid																							
Ätznatron, sh. Natronlauge																							
Alaun, sh. Kalialaun																							
Alkohol			x			x				x	x					x			x	x			
Aluminiumsulfat						x	x			x	x					x			x	x			
Ameisensäure	0-100	80				x						x				x			x	x			
Ammoniakgas					x	x	x			x	x	x				x			x	x			
Ammoniaklösung	1	25			x	x	x			x	x	x				x			x	x			
Ammoniak, flüssig						x				x						x			x	x			
Ammoniumchlorid							x								x	x			x				
Ammoniumhydroxid					x	x				x		x						x	x	x			
Ammoniumkarbonat					x	x				x		x						x	x	x			

Messstoff	Konzentration in %	Temperatur in °C	Fittinge							Schwabekörper							O-Ringe			Messrohr	Messkonus bei Ganzmetall-Durchflussmesser			
			1.4301/ Messing	Bronze	1.4301/ Stahl	1.4571	PVC/40 °C	Hastelloy C	PVDF/PTFE	1.4571	PVC/40 °C	1.4301	Hastelloy C	Hastelloy B	Titan	PVDF/PTFE	Buna-N	Viton-A	Ethyl. Propyl.		Glas	1.4571	Hastelloy C	PTFE max. 125 °C
			Ammoniumnitrat					x			x							x				x	x	
Ammoniumphosphat					x			x							x			x	x					
Ammoniumsulfat					x			x							x			x	x					
Amylacetat					x			x									x	x	x					
Amylalkohol			x	x	x			x	x								x	x	x					
Amylchlorid			x	x				x	x								x		x	x	x			
Anilin				x	x			x	x								x	x	x					
Antichlor, sh. Natriumthiosulfat																								
Apfelsäure					x			x							x			x	x					
Argon			x	x				x	x	x					x			x	x					
Asphalt								x												x				
ATE-Bremsflüssigkeit			x					x	x						x			x	x					
Bariumchlorid															x	x		x				x		
Bariumhydroxid					x	x		x	x						x			x	x					
Bariumnitrat					x			x							x			x	x					
Bariumsulfid					x			x							x			x	x					
Benzaldehyd					x			x	x								x	x	x					
Benzin			x	x				x	x						x			x	x					
Benzoessäure					x			x								x		x	x					
Benzol			x	x				x	x							x		x	x					
Bittersalz, sh. Magnesiumsulfat																								
Blausäure					x			x							x			x	x					
Blut					x			x							x			x	x					
Borax					x			x	x								x	x	x					
Borchlorid					x			x	x							x		x	x					
Borsäure					x			x							x			x	x					
Brom-Gas															x	x		x				x		
Bromwasserstoffsäure															x	x		x				x		
Bunker C Öl								x												x				
Butadien			x	x				x	x								x	x	x					
Butan			x	x				x	x						x			x	x					
Butan, flüssig			x	x				x	x						x			x	x					
Buttersäure					x			x									x	x	x					
Butylacetat			x	x				x	x								x	x	x					
Botylalkohol			x					x	x						x			x	x					
Butylen			x					x	x						x			x	x					

Messstoff	Konzentration in %	Temperatur in °C	Fittinge						Schwabekörper						O-Ringe			Messrohr	Messkonus bei Ganzmetall-Durchflussm.					
			1.4301/ Messing	Bronze	1.4301/ Stahl	1.4571	PVC/40 °C	Hastelloy C	PVDF/PTFE	1.4571	PVC/40 °C	1.4301	Hastelloy C	Hastelloy B	Titan	PVDF/PTFE	Buna-N		Viton-A	Ethyl. Propyl.	Glas	1.4571	Hastelloy C	PTFE max. 125 °C
			Calciumbisulfid						x	x	x		x						x			x		
Calciumchlorid		40				x	x		x		x			x	x			x				x		
Calciumchlorid		üb. 40					x				x			x	x			x				x		
Calciumhydroxid				x	x			x			x				x			x		x				
Calciumhypochlorid							x	x						x		x		x				x		
Carbonsäure					x			x									x	x		x				
Chlor (trockenes Gas)				x							x					x		x		x				
Chlor (flüssig)				x				x			x			x		x		x				x		
Chlor (feuchtes Gas)							x	x			x			x		x		x				x		
Chlordioxid (trockenes Gas)				x				x			x			x		x		x				x		
Chlorkalk	3	30				x					x			x		x		x				x		
Chloroform			x	x	x			x		x						x		x		x				
Chlorwasser		20				x		x			x			x		x		x				x		
Chlorwasserstoff-Gas (HCL-Gas)					x	x		x			x			x		x		x				x		
Chromsäure	50	40				x		x			x → b. 20 %			x		x		x				x		
Chromsäure, rein, SO3-frei	10-50				x			x								x		x		x				
Condopal			x					x		x						x		x		x				
Condorid-S					x	x		x	x							x		x		x				
Cyclohexan				x	x			x		x						x		x		x				
Cyclohexanol				x	x			x		x						x		x		x				
Cyclohexanon				x	x			x		x							x	x		x				
Cyclopropan			x	x	x			x		x						x		x		x				
Dampf								x														x		
Diaceton			x	x	x			x		x								x		x		x		
Diacetonalkohol			x	x	x			x		x								x		x		x		
Diätylenglykol				x	x			x		x						x		x		x				
Diboran					x			x									x	x		x				
Dibutylphtalat					x			x										x		x				
Dichlormethan					x			x									x	x		x				
Dieselöl, leicht				x				x		x						x		x		x				
Diisopropylekton					x			x										x		x				
Dimethyläther, sh. Äther, Methyl																								
Diphenyl				x				x		x								x		x				
Düsentreibstoff JP 1+4			x	x	x			x		x								x		x				
Eisen-II-chlorid						x		x		x				x	x			x				x		
Eisen-III-chlorid						x		x		x				x	x			x				x		

Messstoff	Konzentration in %	Temperatur in °C	Fittinge							Schwebekörper							O-Ringe			Messrohr	Messkonus bei Ganzmetall-Durchflussmesser				
			1.4301/Messing	Bronze	1.4301/ Stahl	1.4571	PVC/40 °C	Hastelloy C	PVDF/PTFE	1.4571	PVC/40 °C	1.4301	Hastelloy C	Hastelloy B	Titan	PVDF/PTFE	Buna-N	Viton-A	Ethyl. Propyl.		Glas	1.4571	Hastelloy C	PTFE max. 125 °C	
			Natrium- bzw. triphosphat					x	x				x		x							x		x	
Natriumsilikat (Wasserglas)					x	x				x		x						x		x					
Natriumsulfat (Glaubersalz)					x	x				x		x						x		x					
Natriumsulfid					x	x				x		x						x		x					
Natriumsulfit					x					x		x						x		x					
Natriumthiosulfat (Antichlor)							x			x								x		x					
Natronlauge = Natriumhydroxid	0-20	20			x	x				x		x								x					
Natronlauge = Ätznatron	üb. 20	20			x	x				x		x								x					
Natronlauge = Ätznatron	üb. 20	> 20								x															
Neon			x		x	x				x		x						x			x				
Nickelchlorid							x		x						x			x						x	
Nickelsulfat						x				x								x			x				
Nitrobenzol/-benzin						x				x		x							x			x			
geschwefeltes Öl						x				x								x			x				
Ölsäure							x			x								x							
Oleum, sh. Schwefelsäure																					x			x	
Olivenöl			x			x				x		x						x			x			x	
Oxalsäure, kalt						x				x									x			x		x	
Ozon						x		x		x		x							x		x			x	
Palminsäure						x	x			x		x						x			x			x	
Parafin			x			x	x			x		x						x			x			x	
Pektin							x			x								x			x			x	
Pentan			x			x				x		x						x			x			x	
Perchloräthylen			x			x	x			x		x							x		x			x	
Petroleum			x			x	x			x		x						x			x			x	
Pflanzenöl						x	x	x		x		x						x			x			x	
Phenol, sh. Karbolsäure							x						x								x				x
Phenylamin							x			x								x			x			x	
Phosgen										x														x	
Phosphin							x			x									x		x			x	
Phosphor, flüssig										x														x	
Phosphorsäure							x		x	x			x						x		x			x	
Pikinsäure							x			x									x		x			x	
Propan (Gas)			x			x	x			x		x							x		x			x	
Propan, flüssig							x	x		x		x							x		x			x	
Propylen			x			x	x			x		x							x		x			x	

Messstoff	Konzentration in %	Temperatur in °C	Fittinge							Schwabekörper							O-Ringe			Messrohr	Messkonus bei Ganzmetall-Durchflussm.			
			1.4301/Messing	Bronze	1.4301/Stahl	1.4571	PVC/40 °C	Hastelloy C	PVDF/PTFE	1.4571	PVC/40 °C	1.4301	Hastelloy C	Hastelloy B	Titan	PVDF/PTFE	Buna-N	Viton-A	Ethyl. Propyl.		Glas	1.4571	Hastelloy C	PTFE max. 125 °C
			Propylenoxid					x			x										x	x	x	
Pyrid				x	x			x		x							x	x	x					
Silicysäure					x			x									x	x	x			x		
Salpetersäure	< 50				x	x		x	x					x		x		x	x			x		
Salpetersäure konzentr.					x			x								x		x	x					
Salpetersäure, rauchend		20		AL/95,5%				x	AL/95,5%				x	x					x		x			
Salzsäure						x		x	x					x		x			x		x			
Salzsole	50-65							x			x			x	x				x			x		
Sauerstoff			x		x	x		x		x						x			x	x				
Seewasser				x			x	x						x	x				x			x		
Silikonöl						x		x								x			x	x				
Skydrol 500 B u. C/7000			x		x	x		x		x							x		x	x				
Soda, sh. Natriumkarbonat																								
Sojaöl						x		x		x					x				x	x				
Spaltglas					x	x		x		x					x				x	x				
Spinnbad											x			x		x						x		
Sulfitlauge						x										x			x	x				
Schwefel, geschmolzen								x																
Schwefelchlorid, trocken						x		x								x			x	x				
Schwefeldioxid, trocken					x	x	x		x	x	x						x		x	x				
Schwefeldioxid, feucht							x		x		x			x					x			x		
Schwefeldioxid, flüssig					x	x			x		x						x		x	x				
Schwefelhexafluoridgas			x			x	x		x	x	x						x		x	x				
schweflige Säure	20-30					x	x		x	x		x		x		x			x	x				
Schwefelsäure	≤ 90						x		x		x			x		x			x			x		
Schwefelsäure	90-95						x	x		x				x		x			x			x		
Schwefelsäure	96	20					x		x		x			x		x			x			x		
Schwefelsäure =	98 konz.	20			x	x	x		x	x	x	x		x		x			x	x		x		
Schwefelwasserstoff, trocken					x	x	x		x	x									x	x	x			
Schwefelwasserstoff, feucht						x			x										x	x	x			
Stärke						x			x		x				x				x	x				
Stearinsäure						x			x		x				x				x	x				
Stickstoff			x		x	x			x	x	x				x				x	x				
Stickstoffdioxid						x			x						x				x	x				
Stickstoffmonoxid			x			x			x		x				x				x	x				
Stickstoffoxydul, sh. Lachgas																								

Messstoff	Konzentration in %	Temperatur in °C	Fittinge						Schwebekörper						O-Ringe			Messrohr	Messkonus bei Ganzmetall-Durchflussmesser				
			1.4301/Messing	Bronze	1.4301/ Stahl	1.4571	PVC/40 °C	Hastelloy C	PVDF/PTFE	1.4571	PVC/40 °C	1.4301	Hastelloy C	Hastelloy B	Titan	PVDF/PTFE	Buna-N		Viton-A	Ethyl. Propyl.	Glas	1.4571	Hastelloy C
Styrol			x		x				x		x						x						
Tannin						x			x							x			x	x			
Teer									x										x	x			
Terpentin					x	x			x	x						x			x	x			
Tetrachlor					x	x			x	x						x			x	x			
TID						x			x							x			x	x			
Toluol (methylbenzol)					x	x			x	x						x			x	x			
Träthanolamin					x	x			x	x							x		x	x			
Trichloräthan					x	x			x	x						x			x	x			
Trichloräthylen					x	x			x	x						x			x	x			
Trinatriumphosphat					x	x			x	x					x				x	x			
Turbineöl			x		x	x			x	x					x				x	x			
Vinylacetat			x			x			x	x							x		x	x			
Vinylchlorid					x	x			x	x						x			x	x			
Wasser			x		x	x			x	x					x				x	x			
Wasser, demineralisiert						x	x		x	x					x				x	x			
Wasser, destilliert						x			x						x				x	x			
Wasser, entsalzt						x	x		x	x					x				x	x			
Wasserglas, sh. Natriumsilikat																							
Wasserstoff			x		x	x			x	x					x				x	x			
Wassertsoffsuperoxid						x			x							x			x	x			
Wein						x			x						x				x	x			
Wein(stein)säure						x			x						x				x	x			
Würze						x			x						x				x	x			
Zelluloseacetat						x			x	x					x					x			
Zinkchlorid							x	x		x					x	x			x			x	
Zinksulfat						x			x						x				x	x			
Zitronensäure						x			x						x				x	x			
Zuckerflüssigkeit						x			x	x					x				x	x			
Xenon			x		x	x			x	x					x				x	x			
Xylol						x	x		x	x						x			x	x			

* mit doppelter O-Ring-Abdichtung

Werkstoffe sind mit dem Anwender festzulegen, da 1.4571/1.4401 in einigen Fällen nicht ausreicht, alternativ 1.4439

nach Typ



ABB Automation Products GmbH

Dransfelder Straße 2
D-37079 Göttingen
Tel. +49(0)5 51 - 90 50
Fax +49(0)5 51 - 90 57 77
<http://www.abb.de/durchfluss>

Technische Änderungen vorbehalten
Printed in the Fed. Rep. of Germany
D184B003U45 Rev. 01
Ausgabe 05.01