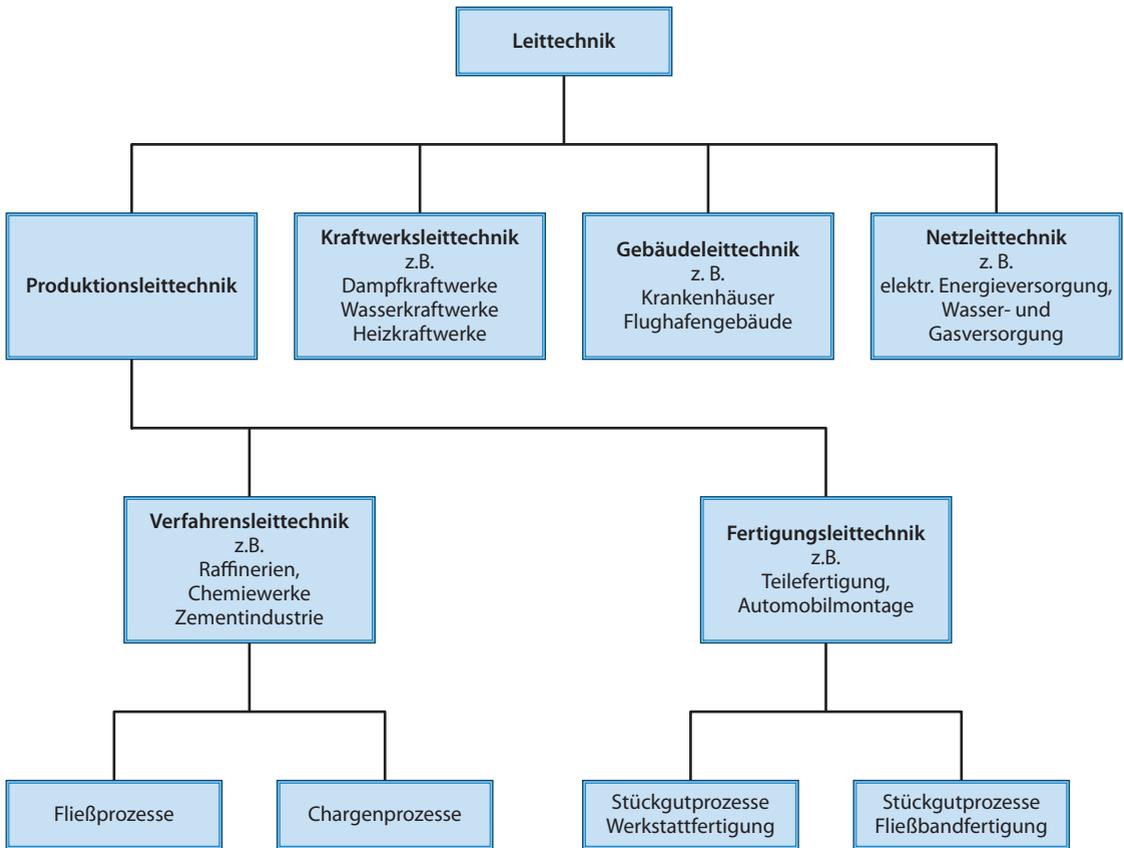


## 1.11 Steuerungs- und Regelungstechnik

### 1.11.5 Leittechnik *control engineering*

#### Anwendungsgebiete der Leittechnik

IEC 60050-351 : 2009-06



#### Leitstruktur Beispiel Chemiewerk

	Ebene	Beispiel	Aufgaben	Funktionen (typisch)
1	Unternehmens-leitebene	Chemiewerk	Leiten des Unternehmens (dispositiv)	Kostenanalysen, Produktions- und Bestandskennzahlen
2	Produktionsleitebene	Siliconproduktion	Leiten der Produktion aller Siliconerzeugnisse (dispositiv)	Spartenbezogene Optimierung der Produktionsabstimmung
3	Betriebsleitebene (Anlagenkomplex)	Bautenschutzmittel-Betrieb	Leiten eines Anlagenverbunds (dispositiv)	Grundrezepte, Mengen- und Qualitätsabstimmung, Qualitätskontrolle
4	Anlagenleitebene	Siliconharzanlage	Leiten einer technischen Anlage (operativ/dispositiv)	Teilrezepte, Ressourceneinsatz, An-, Abfahren, Lastwechsel
5	Gruppenleitebene (Teilanlage)	Vorlagebehälter Destillationskolonne	Leiten einer Funktionsgruppe/ Teilanlage (operativ)	Grundoperationen: dosieren, temperieren überwachen, Störungsmanagement
6	Einzelleitebene (Anlagenteil)	Rührkessel, Pumpe	Leiten eines Einzelprozesses	Grundfunktionen: Regeln, Steuern, Sichern, Schützen
7	Feldebene	Temperaturaufnehmer Rührantrieb	Aufnehmen von Prozessgrößen, Einwirken auf den Einzelprozess	Grundfunktionselemente: Messen, Stellen

## 2.9 Toleranzen

### Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen *general weldment tolerances*

DIN EN ISO 13920 : 1996-11

Allgemeintoleranzen für Längenmaße								
Genauigkeitsgrad	Nennmaßbereich in mm							
	ab 2 bis 30	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000	über 4000 bis 8000	über 8000 bis 12000
obere und untere Abmaße für Längenmaße in mm								
A	±1	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6
B	±1	±2	±2	±3	±4	±6	±8	±10
C	±1	±3	±4	±6	±8	±11	±14	±18
D	±1	±4	±7	±9	±12	±16	±21	±27

### Allgemeintoleranzen für Schweißkonstruktionen (Fortsetzung)

Allgemeintoleranzen für Längenmaße						
Genauigkeitsgrad	Nennmaßbereich in mm für die Länge des kürzeren Schenkels			Nennmaßbereich in mm für die Länge des kürzeren Schenkels		
	bis 400	über 400 bis 1000	über 1000	bis 400	über 400 bis 1000	über 1000
obere und untere Abmaße für Winkelmaße in Grad und Minuten			obere und untere Abmaße für Winkelmaße als Tangenswert der Allgmeintoleranz in mm je 1 m des kürzeren Schenkels*			
A	±20'	±15'	±10'	±6	±4,5	±3
B	±45'	±30'	±20'	±13	±9	±6
C	±1°	±45'	±30'	±18	±13	±9
D	±1° 30'	±1° 15'	±1°	±26	±22	±18

Zeichnungseintragung z. B. für Genauigkeitsgrad C: EN ISO 13920-C

\* Werte gerundet

Allgemeintoleranzen für Form und Lage							
Genauigkeitsgrad	Nennmaßbereich in mm für größere Seitenlänge der Fläche						
	über 30 bis 120	über 120 bis 400	über 400 bis 1000	über 1000 bis 2000	über 2000 bis 4000	über 4000 bis 8000	über 8000 bis 12000
Genauigkeit für Geradheit, Ebenheit, Parallelität in mm							
E	0,5	1	1,5	2	3	4	5
F	1	1,5	3	4,5	6	8	10
G	1,5	3	5,5	9	11	16	20
H	2,5	5	9	14	18	26	32

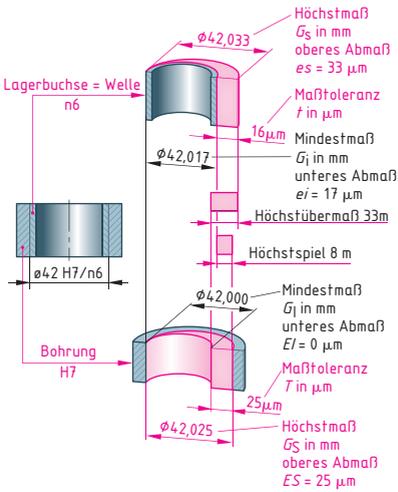
Zeichnungseintragung z. B. für Genauigkeitsgrad „G“: EN ISO 13920-G

kombiniert mit Genauigkeitsgrad B für Länge: EN ISO 13920-BG

## 2.10 Passungen

### Passungen, Begriffe *fits*

DIN ISO 286-1 : 1990-11

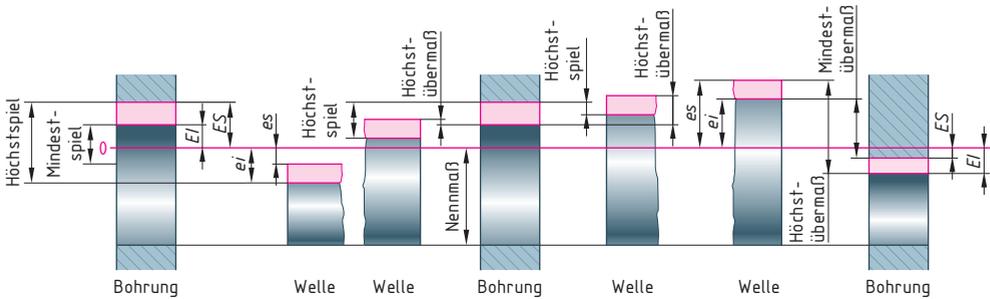


Begriffe	Bedeutung
Nulllinie	Linie, die das Nennmaß darstellt.
Grenzmaße oberes Abmaß ( $ES, es$ ) unteres Abmaß ( $EI, ei$ )	Größtes zugelassenes Istmaß. Kleinstes zugelassenes Istmaß.
Maßtoleranz ( $T, t$ )	Differenz zwischen oberem und unterem Abmaß $T = G_5 - G_1 = ES - EI, t = G_s - G_i = es - ei$
Grundtoleranz	Eine Toleranz in $\mu m$ , die einem Toleranzgrad (z.B. IT7) und einem Nennmaßbereich (z.B. 10...18 mm) zugeordnet ist.
Toleranzgrad	Zahl für einen Grundtoleranzgrad
Toleranzklasse	Benennung für eine Kombination aus einem Grundabmaß mit einem Toleranzgrad, z.B. H7
Höchstmaß	Bohrung: $G_5 = N + ES$ , Welle: $G_s = N + es$
Mindestmaß	Bohrung: $G_1 = N + EI$ , Welle: $G_i = N + ei$
Passung	Differenz zwischen den Maßen zweier zu fügender Bauteile

Spielpassung

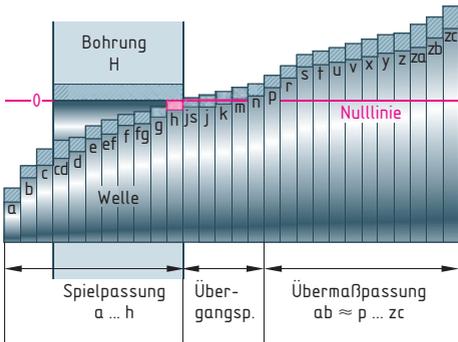
Übergangspassung

Übermaßpassung



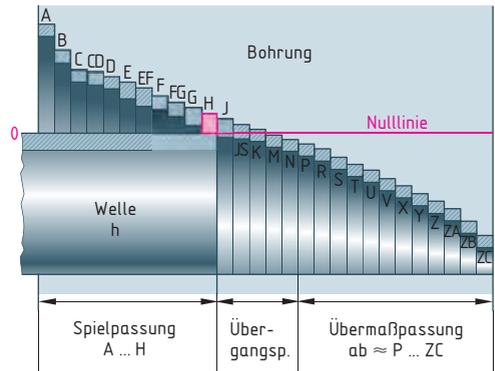
### Passungssysteme *systems of fits*

#### Einheitsbohrung



Bohrungen haben immer H.  
Die H-Toleranz „sitzt“ auf der Nulllinie

#### Einheitswelle



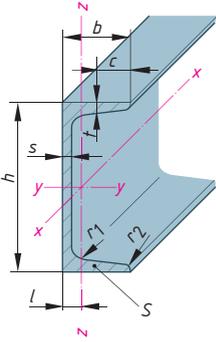
Wellen haben immer h.  
Die h-Toleranz „hängt“ an der Nulllinie.



### 3.11 Warmgewalzte rundkantige U-Profile

DIN 1026-1 : 2009-04

Normallängen: bei Profillängen unter 300 mm: 8 ... 16 m, über 300 mm: 8 ... 18 m  
 Neigung der inneren Flanschflächen: 8% bei  $h \leq 300$  mm, 5% bei  $h > 300$  mm



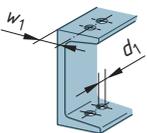
Beispiel:  
**U-Profil DIN 1026 – U 100 – S235JR**  
 Höhe:  $h = 100$  mm  
 Breite:  $b = 50$  mm  
 Querschnittsfläche:  $S = 13,5$  cm<sup>2</sup>  
 Widerstandsmoment (Maß für die Eignung als Träger)  
 („starke“ Achse)  $W_y = 41,2$  cm<sup>3</sup>  
 („schwache“ Achse)  $W_z = 8,49$  cm<sup>3</sup>  
 Flächenmoment 2. Grades (Maß die Eignung als Stütze)  
 („starke“ Achse)  $I_y = 106$  cm<sup>4</sup>  
 („schwache“ Achse)  $I_z = 29,3$  cm<sup>4</sup>

Abweichende Bezeichnungen:  
 DIN 1026 **Stahlbau**  $c = \frac{b}{2}$  bei  $h \leq 300$  mm  $r_1 = t$   
 starke Achse:  $x - x$   $y - y$   
 schwache Achse:  $y - y$   $z - z$   $c = \frac{b-s}{2}$  bei  $h > 300$  mm  $r_2 = \frac{t}{2}$

Kurzzeichen	Abmessungen <sup>1)</sup>					Statische Kennwerte					Längenbezogene	
	$h$ in mm	$b$ in mm	$s$ in mm	$t$ in mm	Querschnittsfläche $S$ in cm <sup>2</sup>	$I_y$ in cm <sup>4</sup>	$W_y$ in cm <sup>3</sup>	$I_z$ in cm <sup>4</sup>	$W_z$ in cm <sup>3</sup>	Abstand Schwerachse $z - z$ $e_z$ in cm	Masse $m'$ in $\frac{kg}{m}$	Oberfläche $A_o'$ in $\frac{m^2}{m}$
U 30 x 15	30	15	4	4,5	2,21	2,53	1,69	0,38	0,39	0,52	1,74	0,103
30	30	33	5	7	5,44	6,39	4,26	5,01	2,60	1,34	4,27	0,174
40 x 20	40	20	5	5,5	3,66	7,58	3,79	1,14	0,86	0,67	2,87	0,142
40	40	35	5	7	6,21	14,1	7,05	6,68	3,08	1,33	4,88	0,199
50 x 25	50	25	5	6	4,92	16,8	6,73	2,49	1,48	0,81	3,86	0,181
50	50	38	5	7	7,12	26,5	10,6	9,10	3,74	1,37	5,59	0,232
60	60	30	6	6	6,46	31,6	10,5	4,51	2,16	0,91	5,07	0,215
65	65	42	5,5	7,5	9,03	57,5	17,7	14,0	5,04	1,42	7,09	0,273
80	80	45	6	8	11,0	106	26,5	19,4	6,35	1,45	8,65	0,312
100	100	50	6	8,5	13,5	205	41,1	29,3	8,45	1,55	10,6	0,372
120	120	55	7	9	17,0	364	60,7	43,1	11,1	1,61	13,3	0,434
140	140	60	7	10	20,4	605	86,4	62,5	14,7	1,76	16,0	0,489
160	160	65	7,5	10,5	24,0	925	115,6	85,1	18,2	1,84	18,9	0,546
180	180	70	8	11	28,0	1354	150	114	22,4	1,93	22,0	0,611
200	200	75	8,5	11,5	32,2	1911	191	148	26,9	2,01	25,3	0,661
220	220	80	9	12,5	37,4	2691	245	196	33,5	2,14	28,4	0,718
240	240	85	9,5	13	42,3	3599	300	247	39,6	2,24	33,2	0,775
260	260	90	10	14	48,3	4824	371	317	47,8	2,37	37,9	0,834
280	280	95	10	15	53,4	6276	448	398	57,2	2,53	41,9	0,890
300	300	100	10	16	58,8	8028	535	493	67,6	2,70	46,1	0,950
320	320	100	14	17,5	75,8	10870	679	597	80,6	2,60	59,5	0,982
350	350	100	14	16	77,30	12840	734	571	75,1	2,40	60,6	1,05
380	380	102	13,5	16	80,4	15760	829	615	78,7	2,38	63,1	1,11
400	400	110	14	18	91,5	20350	1018	851	102	2,68	71,8	1,18

<sup>1)</sup> Abmessungen entsprechen aktuellen Herstellerunterlagen. Diese können von der Norm geringfügig abweichen.

DIN 997 : 1970-10  
 DIN 1026-U



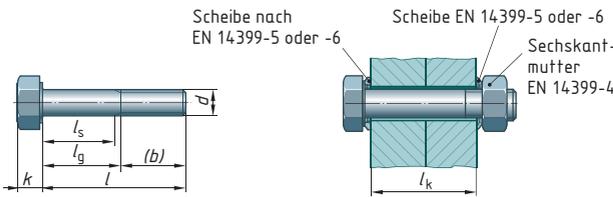
Kurzzeichen	Anreißmaße in mm	
[	$w_1$	$d_1$ max.
30 x 15	10	4,3
30	20	8,4
40 x 20	11	6,4
40	20	8,4
50 x 25	16	8,4
50	20	11
60	18	8,4
65	25	11
80	25	13
100	30	13
120	30	17 ... 13
140	35	17

Kurzzeichen	Anreißmaße in mm	
[	$w_1$	$d_1$ max.
160	35	21 ... 17
180	40	21
200	40	23 ... 21
220	45	23
240	45	25 ... 23
260	50	25
280	50	25
300	65	28
320	58	28
350	58	28
380	60	28
400	60	28

4.1.13 HV-Verbindungen *High-strength friction grip fastening*

Sechskantschrauben mit großen Schlüsselweiten *Hexagon bolts with large nuts across flats*  
 HV-Schrauben (hochfest vorgespannte Schraubenverbindungen im Metall- und Stahlbau)

DIN EN 14399-4 : 2006-06



**HV-Verschraubung mit:**

- Sechskantschraube EN 14399-4
- Sechskantmutter EN 14399-4
- 2 Scheiben für HV-Verbindungen EN 14399-5 oder -6  
 Garnitur nur vom gleichen Hersteller zulässig

**Oberflächenzustand:**

- normal: üblicher Herstellungszustand mit leichtem Ölfilm
- feuerverzinkt
- nach Vereinbarung Festigkeitsklasse: 10.9/10

Gewinde <i>d</i>	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30
Steigung <i>P</i>	1,75	2	2,5	2,5	3	3	3,5
Gewindelänge <i>b</i>	23	28	33	34	39	41	44
Eckenmaß <i>e</i>	23,91	29,56	35,03	39,55	45,2	50,85	55,37
Schlüsselweite <i>s</i>	22	27	32	36	41	46	50
Kopfhöhe <i>k</i>	8	10	13	14	15	17	19
Länge <i>l</i> von	35	40	45	50	60	70	75
bis	95	130	155	165	195	200	200
je 5 mm gestuft							

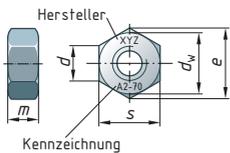
Bezeichnungsbeispiel:

EN 14399-4 – M20 × 100 – 10.9/10 – HV – tZn



Sechskantmuttern mit großen Schlüsselweiten  
 HV-Verbindungen

DIN EN 14399-4 : 2006-06



Gewinde <i>d</i>	M 12	M 16	M 20	M 22	M 24	M 27	M 30
Kopfdurchmesser <i>d<sub>w</sub></i>	20,1	24,9	29,5	33,3	38	42,8	46,6
Eckenmaß <i>e</i>	23,91	29,56	35,03	39,55	45,20	50,85	55,37
Mutterhöhe <i>m</i>	10	13	16	18	20	22	24
Schlüsselweite <i>s</i>	22	27	32	36	41	46	50

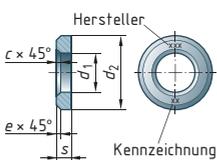
Oberflächenzustand siehe Schraube HV  
 Festigkeitsklasse: 10

Bezeichnungsbeispiel:

Sechskantmutter EN 14399-4: M20 –HV. Hochfest vorspannbare Schraubenverbindung.

Scheiben für HV-Verbindungen

DIN EN 14399-6 : 2006-06



Innendurchmesser <i>d<sub>1</sub></i>	13	17	21	23	25	28	31
Für Gewinde	M 12	M 16	M 20	M 24	M 24	M 27	M 30
Außendurchmesser <i>d<sub>2</sub></i>	24	30	37	39	44	50	56
Innenfase <i>c</i>	1,6	1,6	2	2	2	2,5	2,5
Außenfase <i>e</i>	0,5	0,75	0,75	0,75	0,75	1	1
Scheibendicke <i>s</i>	3	4	4	4	4	5	5

Bezeichnungsbeispiel: Scheibe EN 14399 – 36: HV-Scheibe für HV-Schraubenverbindung mit Gewinde M30



4.7.9 Fräsen *milling*

Schneidbedingungen für das Fräsen mit Schnellarbeitsstählen (HSS)

Werkstoff des Werkstückes	Walzenfräser			Walzenstirnfräser			Schafffräser (Zweischneider)						Schafffräser (Dreischneider)												
	$f_z$ in mm Zahn	$a_p$ in mm		$f_z$ in mm Zahn	$v_c$ in m/min	$v_c$ in m/min	Durchmesser $d$ in mm			Durchmesser $d$ in mm			Durchmesser $d$ in mm			Durchmesser $d$ in mm									
		1	4				8	1	4	8	$\leq 20$	$> 20$	$> 20$	$\leq 20$	$> 20$	$> 20$	$\leq 20$	$> 20$	$> 20$						
$R_m$ in N/mm <sup>2</sup>	$v_c$ in m/min	$f_z$ in mm/Zahn	$v_c$ in m/min	$f_z$ in mm/Zahn	$v_c$ in m/min	$f_z$ in mm/Zahn	$f_z$ in mm/Zahn	$v_c$ in m/min	$f_z$ in mm/Zahn	$v_c$ in m/min	$f_z$ in mm/Zahn	$f_z$ in mm/Zahn	$v_c$ in m/min	$f_z$ in mm/Zahn	$v_c$ in m/min	$f_z$ in mm/Zahn	$f_z$ in mm/Zahn	$v_c$ in m/min							
unlegierter Stahl	0,25	28	22	20	20	0,2	26	22	20	0,01...0,09	45...90	0,09	35...90	0,05	25	0,08	19	0,05	30	0,05	23	0,05	30	0,05	23
	0,1	36	30	25	20	0,1	34	30	27																
500...700	0,16	22	18	15	15	0,15	20	18	16	0,02	35	0,09	60	0,03	20	0,05	15	0,03	20	0,03	15	0,03	20	0,05	15
	0,08	30	22	20	20	0,08	26	23	21	0,05	65	0,08	35	0,01	25	0,03	18	0,01	25	0,01	18	0,01	25	0,03	18
Vergütungsstahl	0,18	28	22	19	19	0,16	26	22	21	0,02	25	0,01	15...20	0,03	22	0,05	18	0,03	22	0,03	18	0,03	22	0,05	18
	0,1	36	30	25	25	0,08	34	30	27	0,06	40			0,01	27	0,03	20	0,01	27	0,01	20	0,01	27	0,03	20
Cu-Zn-Leg. Messing	0,22	60	50	42	42	0,2	60	50	46	0,01	150	0,1	200	0,05	60	0,08	45	0,01	60	0,05	45	0,01	60	0,08	45
	0,11	80	64	55	55	0,1	80	68	60	0,05	220	0,09	140	0,02	74	0,05	55	0,02	74	0,02	55	0,02	74	0,05	55
Bronze	0,18	55	44	38	38	0,16	55	48	44	0,01	40	0,09	50	0,04	55	0,06	40	0,04	55	0,04	40	0,04	55	0,06	40
	0,09	72	58	50	50	0,08	72	63	58	0,05	60	0,08	35	0,02	66	0,04	52	0,02	66	0,02	52	0,02	66	0,04	52
Al-Leg. zäh	0,12	300	240	200	200	0,12	360	250	230	0,01	150	0,1	200	0,03	300	0,05	220	0,01	300	0,03	220	0,01	300	0,05	220
	0,06	390	300	270	270	0,06	390	330	310	0,05	220	0,09	140	0,01	360	0,03	280	0,05	360	0,01	280	0,05	360	0,03	280
spröde	0,14	220	175	150	150	0,14	230	190	170	0,01	150	0,1	200	0,03	220	0,05	170	0,01	220	0,03	170	0,01	220	0,05	170
	0,07	280	230	200	200	0,07	280	246	230	0,05	220	0,09	140	0,01	270	0,03	200	0,05	270	0,01	200	0,05	270	0,03	200

$R_m$  = Zugfestigkeit  
 $f_z$  = Vorschub pro Zahn  
 $a_p$  = Schnitttiefe bzw. Eingriffsgröße  
 $v_c$  = Schnittgeschwindigkeit

**Beachte:** Genannte Werte sind Richtwerte, besondere Herstellerangaben sind zu beachten.

10.2.2.2 Gefahrstoffliste (TRGS 900) *hazardous substances list*

Stand Juni 2008

## Arbeitsplatzgrenzwert (AGW)

Nach der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV)<sup>1)</sup> ist der Arbeitsplatzgrenzwert (AGW) der Grenzwert für die zeitlich gewichtete durchschnittliche Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz in Bezug auf einen gegebenen Referenzzeitraum. Er gibt an, bei welcher Konzentration eines Stoffes akute oder chronische schädliche Auswirkungen auf die Gesundheit im Allgemeinen nicht zu erwarten sind (§ 3 Abs. 6 GefStoffV).

Arbeitsplatzgrenzwerte sind Schichtmittelwerte bei in der Regel täglich achtstündiger Exposition an 5 Tagen pro Woche während der Lebensarbeitszeit. Die Konzentration eines Stoffes in der Luft ist die in der Einheit des Luftvolumens befindliche Menge dieses Stoffes. Sie wird angegeben als Masse pro Volumeneinheit oder bei Gasen und Dämpfen auch als Volumen pro Volumeneinheit.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Gefahrstoffverordnung vom 23. Dezember 2004 (BGBl. I S. 3758)

<sup>2)</sup> Spalten „Arbeitsplatzgrenzwert“

E einatembare Fraktion

A alveolengängige Fraktion

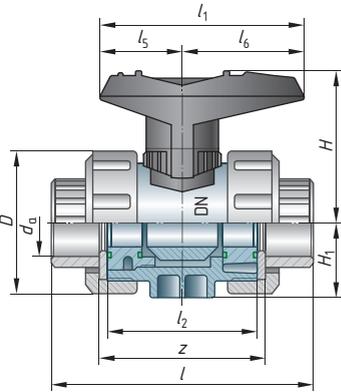
Gefahrstoff	Grenzwert in ml/m <sup>3</sup>	Grenzwert in mg/m <sup>3</sup>	Gefahrstoff	Grenzwert in ml/m <sup>3</sup>	Grenzwert in mg/m <sup>3</sup>
Acetaldehyd	50	91	Bis(2-ethylhexyl)phthalat		10
Aceton	500	1200	2,5-(und 2,6-) Bis(isocyanato-methyl)-bicyclo[2.2.1]heptan	0,005	0,045
Acetonitril	20	34	Bis(2-methoxyethyl)ether	5	28
Acrylaldehyd	0,09	0,2	Bisphenol A		5 E
Acrylsäure	10	30	Bis(tributylzinn)oxid	0,0021	0,05
Aldrin (ISO)		0,25 E	Borsäure und Natriumborate		0,5
Allgemeiner Staubgrenzwert Alveolengängige Fraktion einatembare Fraktion		3 10	Bortrifluorid	0,35	1
Allylalkohol	2	4,8	Bortrifluorid-Dihydrat	0,35	1,5
Allylpropyldisulfid	2	12	Bromtrifluormethan (R 13 B1)	1000	6200
Ameisensäure	5	9,5	Brom		0,7
2-Amino-ethanol	2	5,1	Butan	1000	2400
2-Aminonaphthalin-1-sulfon-säure		6 E	Butan-1,4-diol	50	200
2-Aminopropan	5	12	Butan-1-ol	100	310
2-Amino-2-methylpropanol (AMP)	1	4,6	Butanon	200	600
1-Aminopropan-2-ol (MIPA)	2	5,8	Butan-1-thiol	0,5	1,9
Amitrol (ISO)		0,2 E	But-2-in-1,4-diol		0,2 E
Ammoniak	20	14	2-Butoxy-ethanol	20	98
Anilin	2	7,7	2-(2-Butoxyethoxy)ethanol		100
Arsin	0,005	0,016	2-Butoxyethyl-acetat	20	130
Atrazin (ISO)		2 E	n-Butylacrylat	2	11
Azinphos-methyl (ISO)		0,2 E	4-tert-Butylbenzoesäure		2 E
Bariumverbindungen, löslich (außer Bariumoxid und Bariumhydroxid)		0,5 E	Butylchlorformiat	0,2	1,1
Baumwollstaub		1,5 E	(tert-Butyl)methylether	50	180
Benzothiazol-2-thiol		4 E	4-tert-Butylphenol	0,08	0,5
Benzol-1,2,4-tricarbonsäure- 1,2-anhydrid (Rauch)		0,04 A	Butyraldehyd	20	64
			Calciumcyanamid		1 E
			Calciumsulfat		6 A
			ε-Caprolactam (Dampf und Staub)		5 E

11.4.5 Kunststoffarmaturen aus PVC/PP nach Herstellerangaben *plastic fittings made of PVC/PP*

Teil 2 ▶ siehe [Kap\\_11.pdf](#) Auswahlkriterien für Handarmaturen

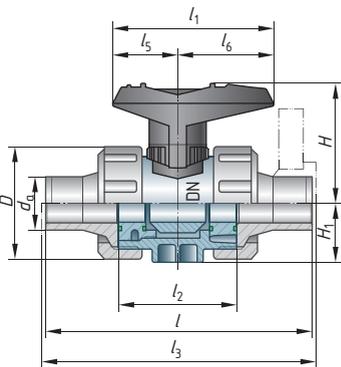
Armaturenabmessungen nach DIN 3441 aus PVC-U, PVC-C oder PP-H, Baulängen nach EN 558-1  
 Anschluss mit Klebemuffen oder Klebestutzen aus PVC, mit Gewindemuffe aus PVC/PP, mit Schweißmuffe aus PP/PE, mit Schweißstutzen aus PP/PE oder mit Stumpfschweißstutzen aus PP/PE

PVC-U Kugelhahn mit Klebemuffen<sup>1)</sup> *ball valve with adhesive sleeves*



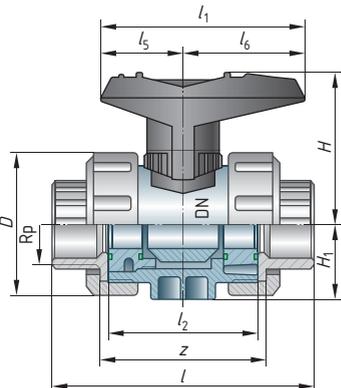
DN	da mm	D mm	H mm	H <sub>1</sub> mm	l mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	l <sub>4</sub> mm	l <sub>5</sub> mm	l <sub>6</sub> mm	z mm
10	16	50	57	27	92	77	56	25	32	45	64
15	20	50	57	27	95	77	56	25	32	45	64
20	25	58	67	30	110	97	65	25	39	58	72
25	32	68	73	36	123	97	71	25	39	58	79
32	40	84	90	44	146	128	85	45	54	74	94
40	50	97	97	51	157	128	89	45	54	74	95
50	63	124	116	64	183	152	101	45	66	87	107
65	75	166	149	85	233	270	136	70	64	206	144
80	90	200	161	105	254	270	141	70	64	206	151
100	110	238	178	123	301	320	164	120	64	256	174

PVC-U Kugelhahn mit Klebestutzen<sup>1)</sup>



DN	da mm	D mm	H mm	H <sub>1</sub> mm	l mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	l <sub>3</sub> mm	l <sub>5</sub> mm	l <sub>6</sub> mm
10	16	50	57	27	114	77	56	130	32	45
15	20	50	57	27	124	77	56	130	32	45
20	25	58	67	30	144	97	65	150	39	58
25	32	68	73	36	154	97	71	160	39	58
32	40	84	90	44	174	128	85	180	54	74
40	50	97	97	51	194	128	89	200	54	74
50	63	124	116	64	224	152	101	230	66	87
65	75	166	149	85	284	270	136	290	64	206
80	90	200	161	105	300	270	141	310	64	206
100	110	238	178	123	340	320	164	350	64	256

PVC-U Kugelhahn mit Gewindemuffen<sup>1)</sup> *ball valve with female thread*



DN	Rp inch	D mm	H mm	H <sub>1</sub> mm	l mm	l <sub>1</sub> mm	l <sub>2</sub> mm	l <sub>5</sub> mm	l <sub>6</sub> mm	z mm
10	3/8	50	57	27	95	77	56	32	45	69
15	1/2	50	57	27	100	77	56	32	45	67
20	3/4	58	67	30	114	97	65	39	58	78
25	1	68	73	36	127	97	71	39	58	85
32	1 1/4	84	90	44	146	128	85	54	74	100
40	1 1/2	97	97	51	152	128	89	54	74	106
50	2	124	116	64	177	152	101	66	87	121
65	2 1/2	166	149	85	233	270	136	64	206	144
80	3	200	161	105	254	270	141	64	206	151
100	4	238	178	123	301	320	164	64	256	174

<sup>1)</sup> Kugeldichtung aus PTFE

## 12 Anlagentechnik

### 12.1 Technische Kommunikation der Verfahrenstechnik

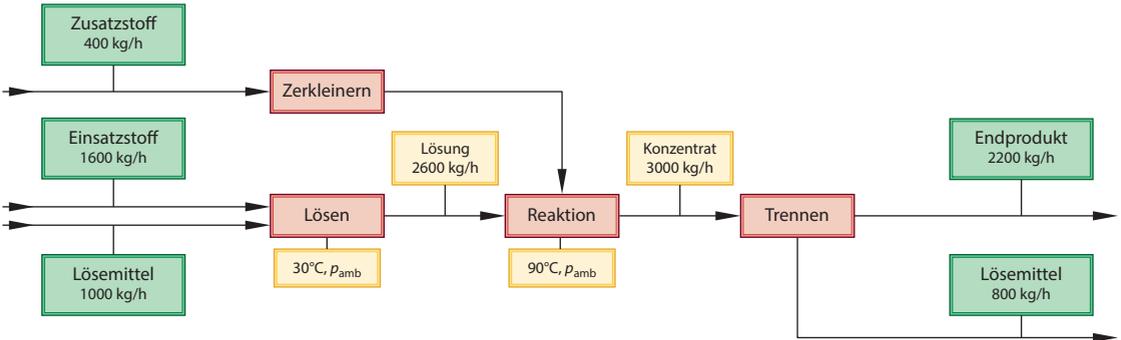
#### 12.1.1 Fließschemata für verfahrenstechnische Anlagen nach DIN EN ISO 10628 : 2001-03

Fließschemata für verfahrenstechnische Anlagen werden im Wesentlichen in den Bereichen Chemie, pharmazeutische Industrie, Nahrungsmittel- und Getränkeindustrie sowie im Umweltbereich angewendet. Je nach Umfang der benötigten Angaben wird zwischen Grund-, Verfahrens- und RI-Fließschema unterschieden.

##### 12.1.1.1 Grundfließschemata *basic flowcharts*

Das Grundfließschema ist die Darstellung eines Verfahrens oder einer verfahrenstechnischen Anlage in einfacher Form. Die Darstellung erfolgt mit Hilfe von Rechtecken, die durch Linien verbunden werden.

##### Grundfließschema mit Grundinformationen und Zusatzinformationen



##### Grundinformationen

- Benennung der Rechtecke und der Ein- und Ausgangsstoffe
- Fließweg und Fließrichtung der Hauptstoffe

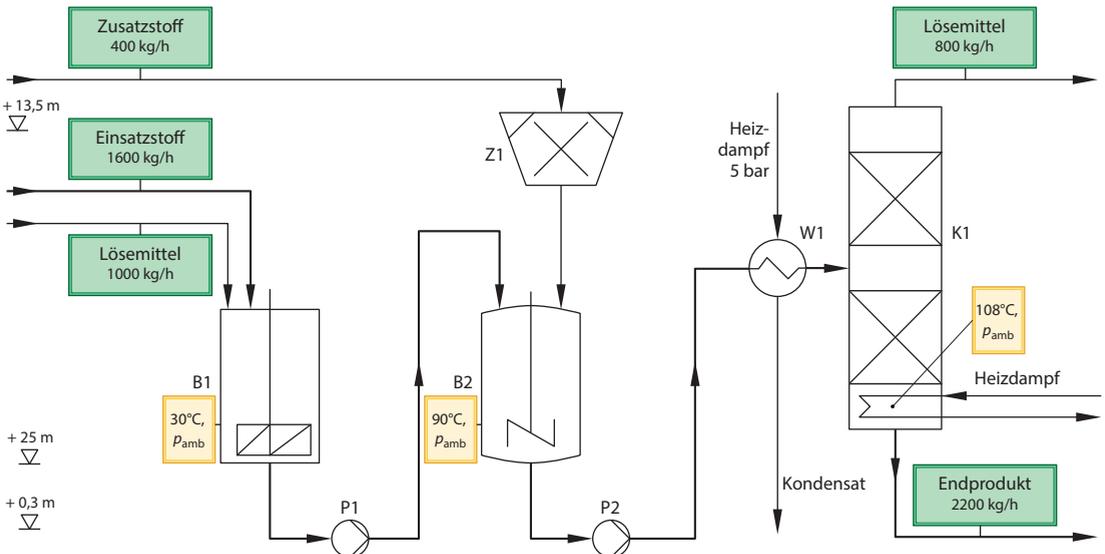
##### Zusatzinformationen

- Benennung der Hauptstoffe zwischen den Rechtecken
- Durchflüsse bzw. Mengen der Stoffe
- Benennung, Fließrichtungen und Mengen bzw. Durchflüsse der Energien bzw. Energieträger und charakteristische Betriebsbedingungen

##### 12.1.1.2 Verfahrensfließschemata *process flowcharts*

Das Verfahrensfließschema ist die Darstellung eines Verfahrens oder einer verfahrenstechnischen Anlage mit Hilfe von grafischen Symbolen, die durch Linien verbunden sind. Die Symbole bedeuten Anlagenteile, die Linien Fließlinien für Stoffe und Energien bzw. Energieträger.

##### Verfahrensfließschema mit Grund- und Zusatzinformationen



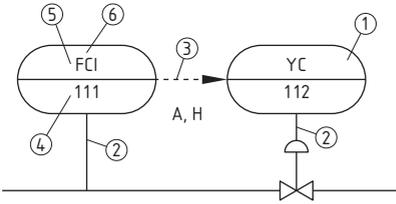
### 12.2.4.3 Aufgabenbezogene Darstellung der Prozessleittechnik (PCE)

#### Darstellung von PCE-Aufgaben in einem RI-Fließbild

Das Rohrleitungs- und Instrumenten (RI)-Fließbild bildet die strukturellen Zusammenhänge der Anlage und deren Energie- und Materieflüsse ab. Die zur Funktionsfähigkeit der Anlage notwendigen Mess-, Regel- und Steuerungsvorgänge stellen in ihrer Gesamtheit die Aufgaben der Prozessleittechnik (PCE-Aufgaben) dar.

Die PCE-Aufgaben werden im Rohrleitungs- und Instrumenten (RI)-Fließbild mit grafischen Symbolen dargestellt.

#### Graphische Darstellung einer PCE-Aufgabe in einem RI-Fließbild



\* Die Folgebuchstaben A, H und L werden außerhalb der Umrandung angegeben.

①		Bedienung über eine lokale Bedienoberfläche
		Bedienung über ein lokales Schaltschalt-pult
		Bedienung über einen zentralen Leitstand
		Prozessrechner für PCE-Leitfunktionen
②		Prozessverbindungsline
③		Signalverbindung
④	XXXX	Nummerierung
⑤	Erstbuchstabe	PCE-Kategorie (Art der Aufgabe)
⑥	Folgebuchstaben	Prozessverarbeitungsfunktion (Inhalt der Aufgabe)

Erstbuchstabe	PCE-Kategorie	Folgebuchstaben	PCE-Verarbeitungsfunktion				
			Reihenfolge bei mehreren Buchstaben	1.	2.	3.	4.
A	Analyse	A*		1.	2.	3.	4.
B	Flammenüberwachung	B	1.	F	D	Y	C
C	Kann vom Anwender definiert werden	C	2.	B	Q	X	
D	Dichte	D					
E	Elektrische Spannung	E					
F	Durchfluss	F					
G	Abstand, Länge, Stellung	G					
H	Handeingabe, Handeingriff (hiermit sind alle Eingriffe und Eingaben durch den Menschen zu kennzeichnen)	H*					
I	Elektrischer Strom	I					
J	Elektrische Leistung	J					
K	Zeitbasierte Funktionen	K					
L	Füllstand	L*					
M	Feuchte	M					
N	Motor / Stellmotor	N					
O	Kann vom Anwender definiert werden	O					
P	Druck	P					
Q	Menge oder Anzahl	Q					
R	Strahlungsgrößen	R					

Kritische Temperatur und kritischer Druck ausgewählter Gase (Fortsetzung)

Medium	Kritische Temperatur <sup>1)</sup> $\vartheta_K (\theta)$ in °C	Kritischer Druck <sup>1)</sup> $p_K (II)$ in bar
Methan	-82,5	46,4
Propan	96,8	40,6
Sauerstoff	-118,5	50,6
Stickstoff	-147,2	33,9
Wasserdampf	374,2	220,6
Wasserstoff	-240	13

<sup>1)</sup> Wird die kritische Temperatur eines Gases unterschritten, muss der Druck über dem kritischen Druck bleiben um Kondensatbildung zu vermeiden.

## 12.4 Wärmeübertragung *heat transfer*

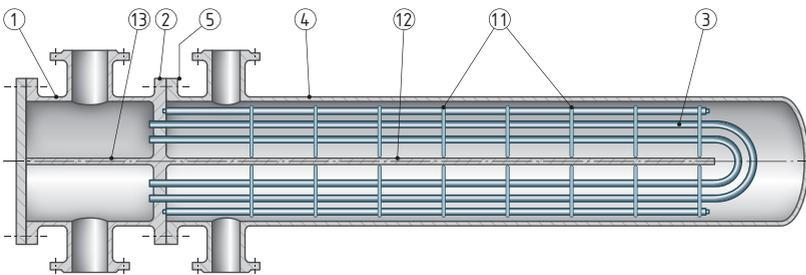
### 12.4.1 Wärmübertrager *heat exchanger*

#### 12.4.1.1 Übersicht Wärmübertrager (Auswahl)

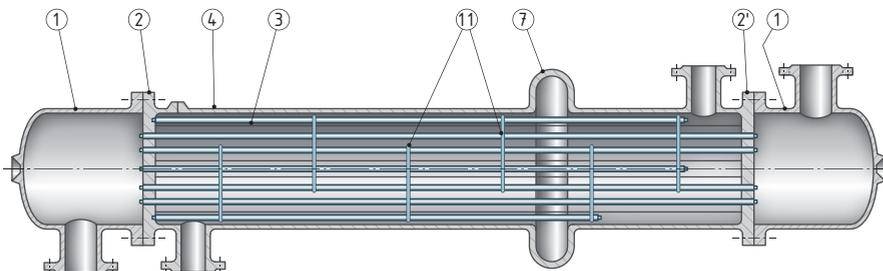
Bauform	Symbol <sup>1)</sup>	Vorteile	Einsatzgebiete
Platten-Wärmeübertrager		<ul style="list-style-type: none"> <li>flexible Plattenzahl</li> <li>hohe Wärmeübertragung</li> <li>kompakte Bauweise</li> <li>einfache Demontage</li> <li>hoher Wirkungsgrad</li> <li>freie Werkstoffwahl</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lebensmittelindustrie</li> <li>chemische Industrie</li> <li>Energietechnik</li> </ul>
Spiralrohr-Wärmeübertrager		<ul style="list-style-type: none"> <li>einfache Demontage</li> <li>geringe Druckverluste</li> <li>hohe Temperaturen möglich</li> <li>hohe Strömungsgeschwindigkeiten möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Heiz- und Kühlaufgaben</li> <li>Lebensmittelindustrie</li> <li>Energietechnik</li> </ul>
Doppelrohr-Wärmeübertrager		<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Drücke möglich</li> <li>einfache Konstruktion</li> <li>gute Reinigungsmöglichkeiten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kühler</li> <li>für hochviskose Medien</li> <li>chemische Industrie</li> </ul>
Rohrbündel-Wärmeübertrager		<ul style="list-style-type: none"> <li>hohe Drücke</li> <li>hohe Temperaturen</li> <li>große Apparate und Volumenströme möglich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Universallösung für die chemische Industrie und in der Energietechnik</li> </ul>

<sup>1)</sup> DIN EN ISO 10628

#### 12.4.1.2 Rohrbündelwärmübertrager nach DIN EN 13445-3 : 2011-12 *manifold heat exchangers*



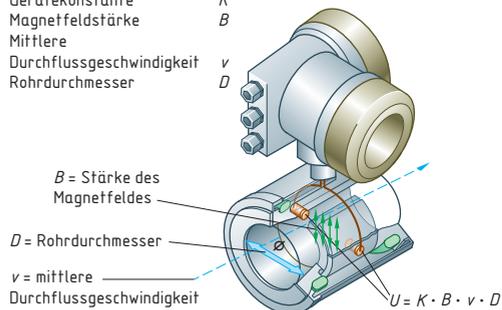
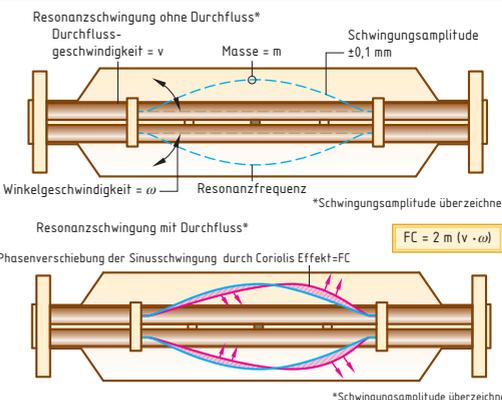
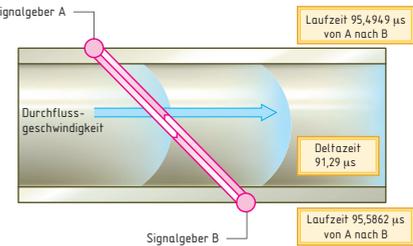
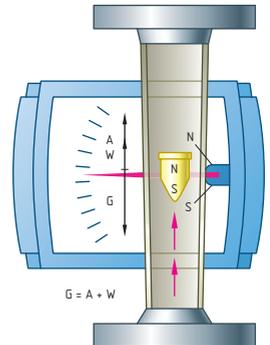
a) U-Rohr-Wärmeübertrager (Haarnadel-Wärmeübertrager)



b) Festkopf-Wärmeübertrager mit festen Böden (Wärmeübertrager mit festen Böden)

## 12.6 Industrielle Messtechnik

### 12.6.1 Durchflussmessung *flow measurement*

<p>Spannung <math>U</math>                  Gerätekonstante <math>K</math>                  Magnetfeldstärke <math>B</math>                  Mittlere                  Durchflussgeschwindigkeit <math>v</math>                  Rohrdurchmesser <math>D</math></p>  <p><math>B</math> = Stärke des Magnetfeldes  <math>D</math> = Rohrdurchmesser  <math>v</math> = mittlere Durchflussgeschwindigkeit  <math>U = K \cdot B \cdot v \cdot D</math></p>	<p><b>Magnetisch-induktives Verfahren (MID)</b>                  In einem Leiter bzw. einem leitfähigen Medium, das sich in einem Magnetfeld bewegt, wird eine bestimmte Spannung induziert. Diese Spannung ist proportional zur Bewegungsgeschwindigkeit des Mediums.</p>
 <p>Resonanzschwingung ohne Durchfluss*                  Durchflussgeschwindigkeit = <math>v</math>                  Masse = <math>m</math>                  Schwingungsamplitude <math>\pm 0,1 \text{ mm}</math>                  Winkelgeschwindigkeit = <math>\omega</math>                  Resonanzfrequenz                  *Schwingungsamplitude überzeichnet</p> <p>Resonanzschwingung mit Durchfluss*                  Phasenverschiebung der Sinusschwingung durch Coriolis Effekt = <math>FC</math>  <math>FC = 2 m \cdot (v \cdot \omega)</math>                  *Schwingungsamplitude überzeichnet</p>	<p><b>Corioliseffektverfahren</b>                  Zur Erfassung des Coriolis-Effektes dienen zwei Sensorspulen.                  Ist kein Durchfluss vorhanden, zeichnen beide Sensoren das gleiche sinusförmige Signal auf.                  Sobald es zu einem Durchfluss kommt, wirkt die Coriolis-Kraft auf die strömenden Massepartikel des Mediums ein und führt zu einer Verformung des Messrohres und damit zu einer Phasenverschiebung zwischen den Sensorsignalen.                  Die Sensoren messen die Phasenverschiebung der sinusförmigen Schwingungen. Diese Phasenverschiebung ist direkt proportional zum Massedurchfluss.</p>
 <p>Signalgeber A                  Laufzeit 95,4949 <math>\mu\text{s}</math> von A nach B                  Durchflussgeschwindigkeit                  Deltazeit 91,29 <math>\mu\text{s}</math>                  Signalgeber B                  Laufzeit 95,5862 <math>\mu\text{s}</math> von A nach B</p>	<p><b>Ultraschallverfahren</b>                  Ultraschall-Durchflussmessgeräte arbeiten nach dem Laufzeitdifferenzverfahren. Dabei fungieren zwei schräg gegenüberliegende Ultraschallsensoren abwechselnd als Sender und Empfänger. So wird das Schallsignal, das wechselweise von beiden ausgeht, einmal von der Strömung beschleunigt und einmal gegen die Strömung abgebremst. Die Differenz der Zeiten, die das Signal für das Zurücklegen der Messstrecke benötigt, ist direkt proportional zur mittleren Strömungsgeschwindigkeit, aus der sich der Volumendurchfluss errechnen lässt.</p>
 <p><math>G = A + W</math></p>	<p><b>Schwabekörperverfahren</b>                  Messgeräte bestehen in der Regel aus einem senkrecht stehenden konischen, transparenten Messrohr. Darin bewegt sich der Schwabekörper frei auf und ab. Das zu messende Medium strömt von unten nach oben und hebt den Schwabekörper an. Bei konstantem Durchfluss stabilisiert sich die Lage des Schwabekörpers, bis die an ihm angreifende Auftriebskraft (<math>A</math>), der Formwiderstand (<math>W</math>) und sein Gewicht (<math>G</math>) in der Balance sind.</p>

**Absperrventile in Eckform mit Flanschen und Stopfbuchsabdichtung**  
*shut-off valves angle pattern with flanges and gland seal*

	Druckbereiche	PN 16, PN 25, PN 40
	Nennweiten	DN 15 ... 500
	Werkstoffe	EN-JL 1040 EN-JS 1049 1.0619 + N 1.0460 1.4408
	Einsatzgebiete (Auszug)	Anlagenbau, Industrie, Kraftwerkstechnik, Schiffbau
	Medien (Auszug)	Dämpfe, Gase, Flüssigkeiten

**Abmessungen**

DN		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300
<i>l</i>	mm	90	95	100	105	115	125	145	155	175	200	225	275	325	375
<i>H</i> <sub>1</sub>	mm	185	185	200	200	215	215	245	280	320	360	415	495	575	655
$\varnothing C$	mm	120	120	140	140	160	160	180	200	225	250	400	520	520	520
Hub	mm	9	9	13	13	21	19	28	32	36	52	56	73	80	110
Mass PN 25	kg	5,2	7,2	7,4	8,4	12,4	13,6	20	25	34	53	70	138	170	290
Mass PN 40	kg	5,2	7,2	7,4	8,4	12,4	13,6	20	25	34	53	70	148	183	327

**12.8.1.2 Schieber (Herstellerangaben) nach DIN 3352-5 : 1980-10 (Auswahl) *slide valve***

	Druckbereiche	PN 10, PN 16
	Nennweiten	DN 40 ... 300 weitere Nennweiten auf Anfrage
	Werkstoffe	EN-GJL-250 EN-JL 1040
	Einsatzgebiete (Auszug)	Anlagenbau, Industrie, Kraftwerkstechnik, Schiffbau
	Medien (Auszug)	Dämpfe, Gase, Flüssigkeiten