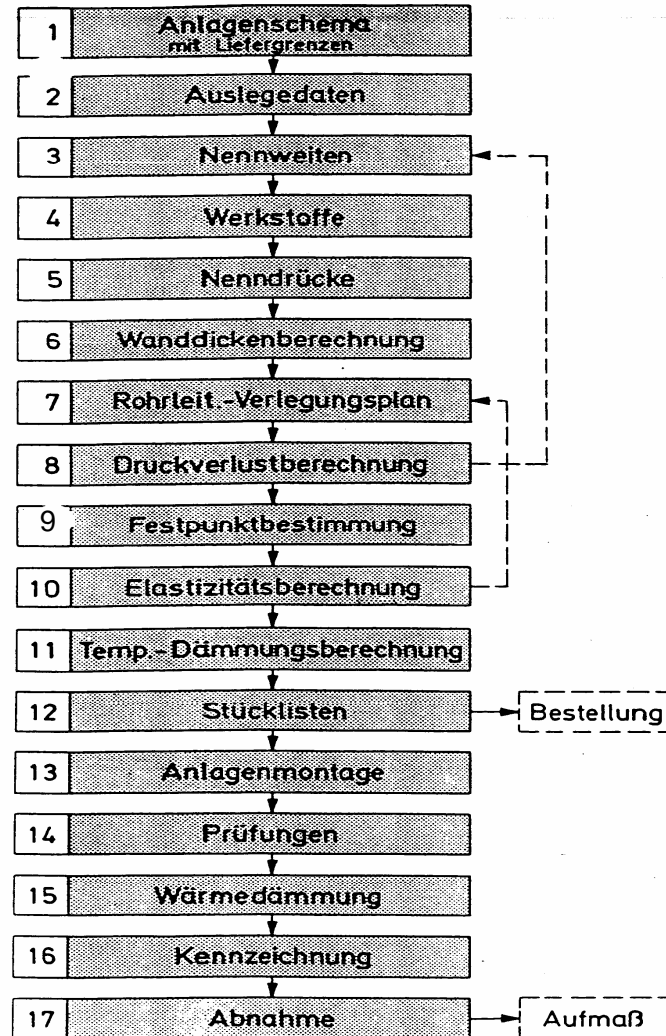




## Fördern von Fluiden



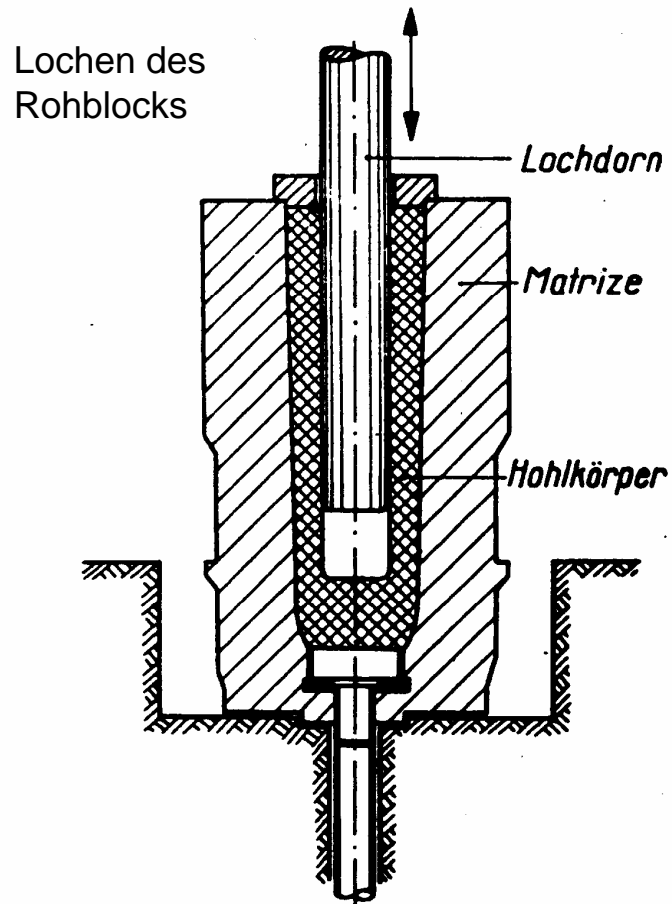
# Rohrleitungsplanung



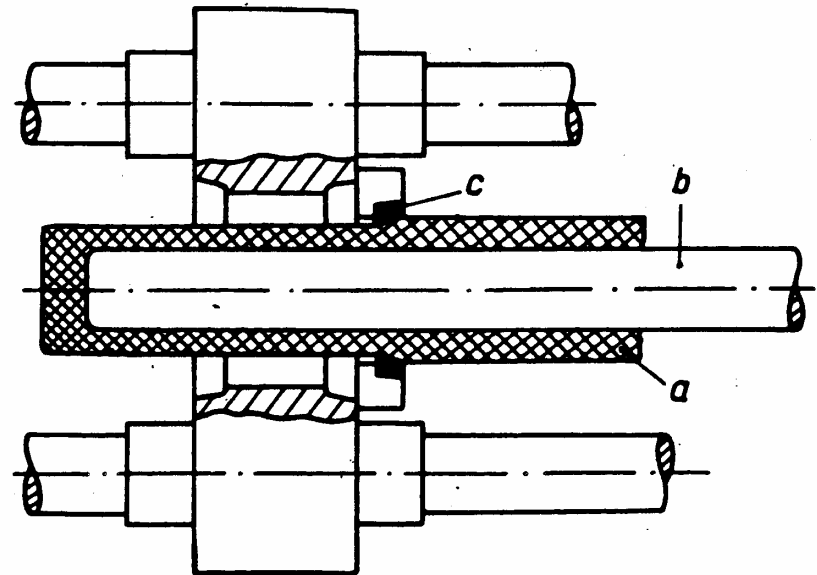
Planungs- und Bauablauf  
eines Rohrleitungssystems

# Rohrherstellung

Röhrenwerk Reisholz



Ziehen des Hohlkörpers

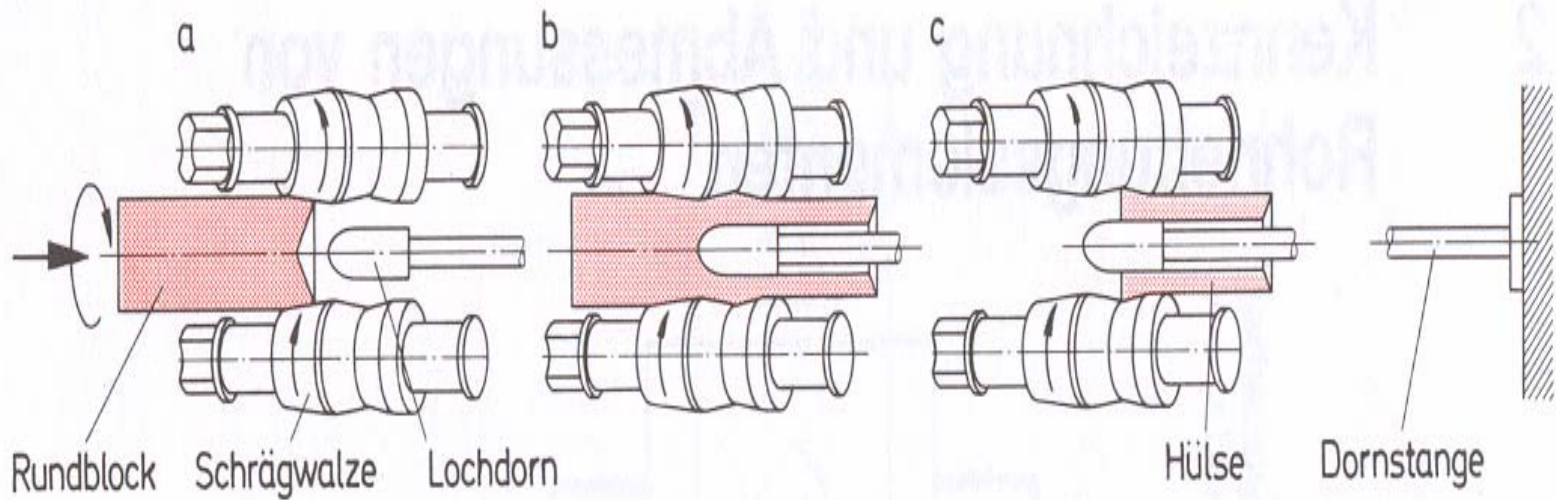


A Hohlkörper , b Dorn, c Ziehring

Verfahren der Stahl- und Röhrenwerke Reisholz

# Rohrherstellung

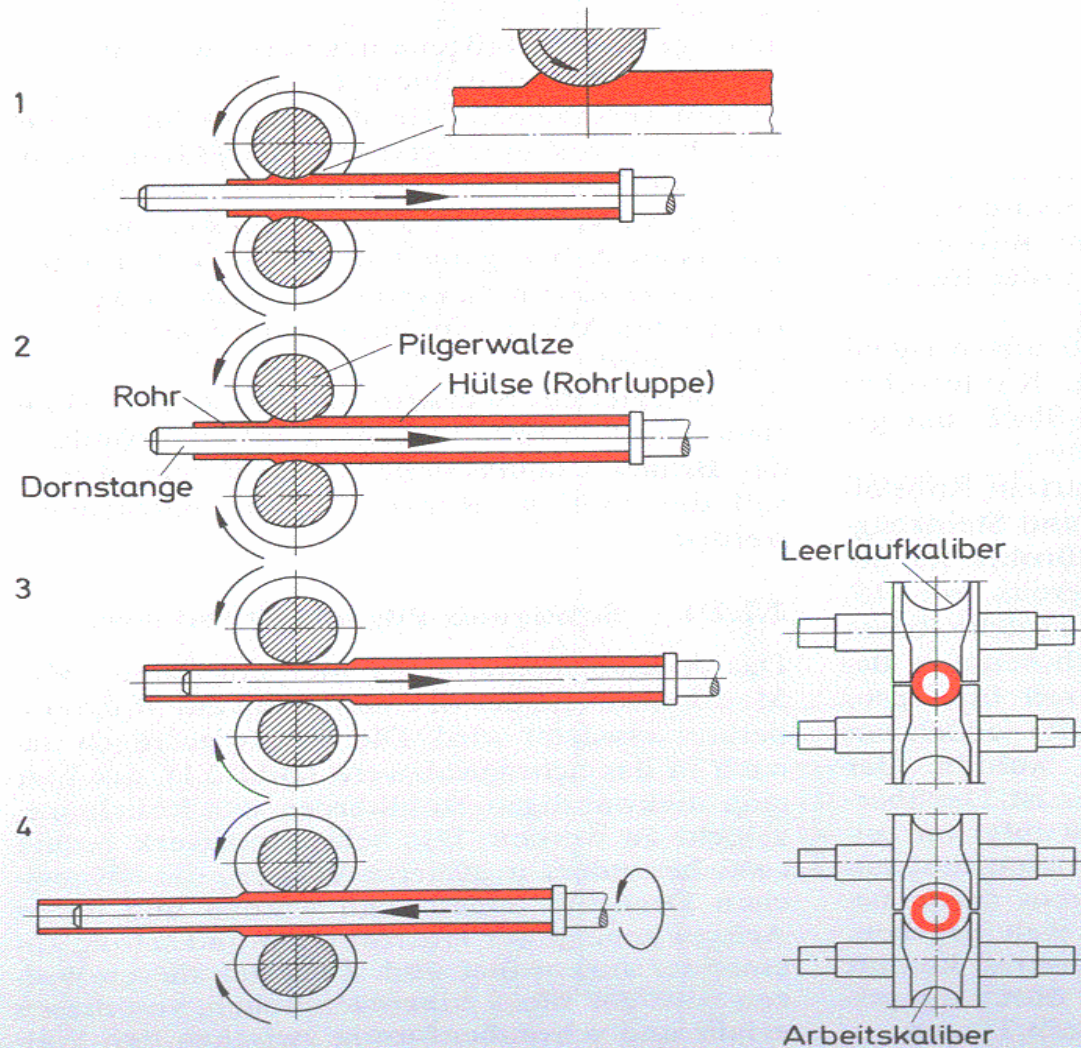
## Schrägwalzverfahren



- a) Einfahren des Rundblockes
- b) Auswalzen der Hülse
- c) Auslaufen der Hülse

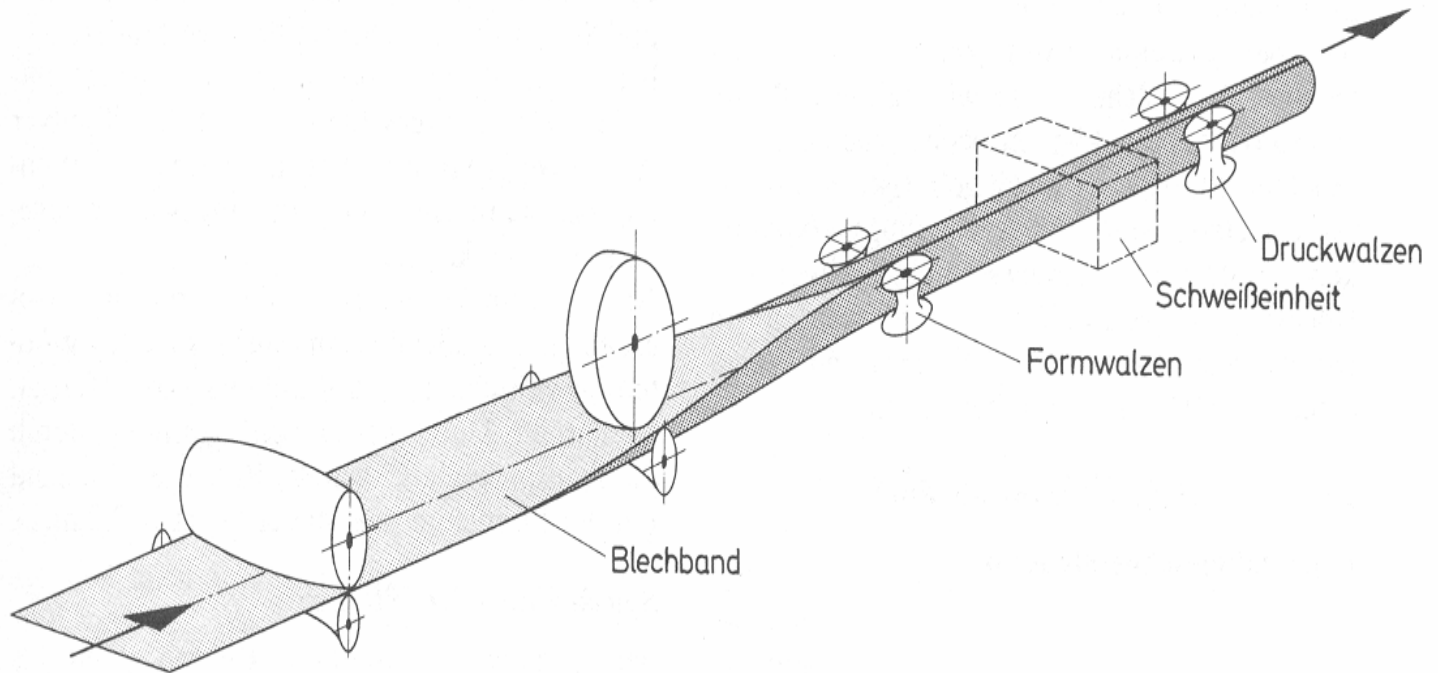
# Rohrherstellung

## Pilgerwalzverfahren (Ausstreckvorgang)



# Rohrherstellung

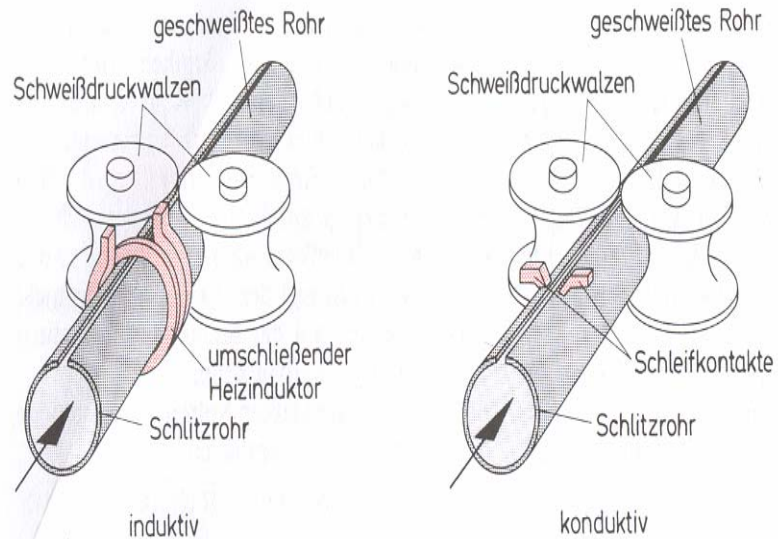
## Pressgeschweißte Rohre



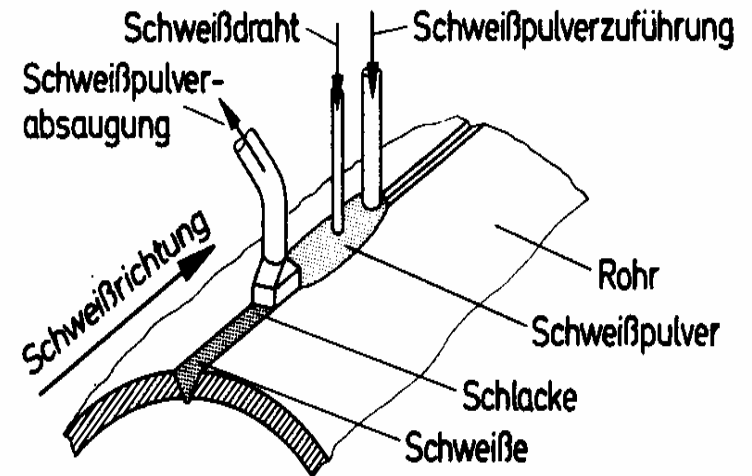
Schema der der Herstellung von pressgeschweißten Rohren

# Rohrherstellung

## Schweißverfahren bei der Rohrherstellung



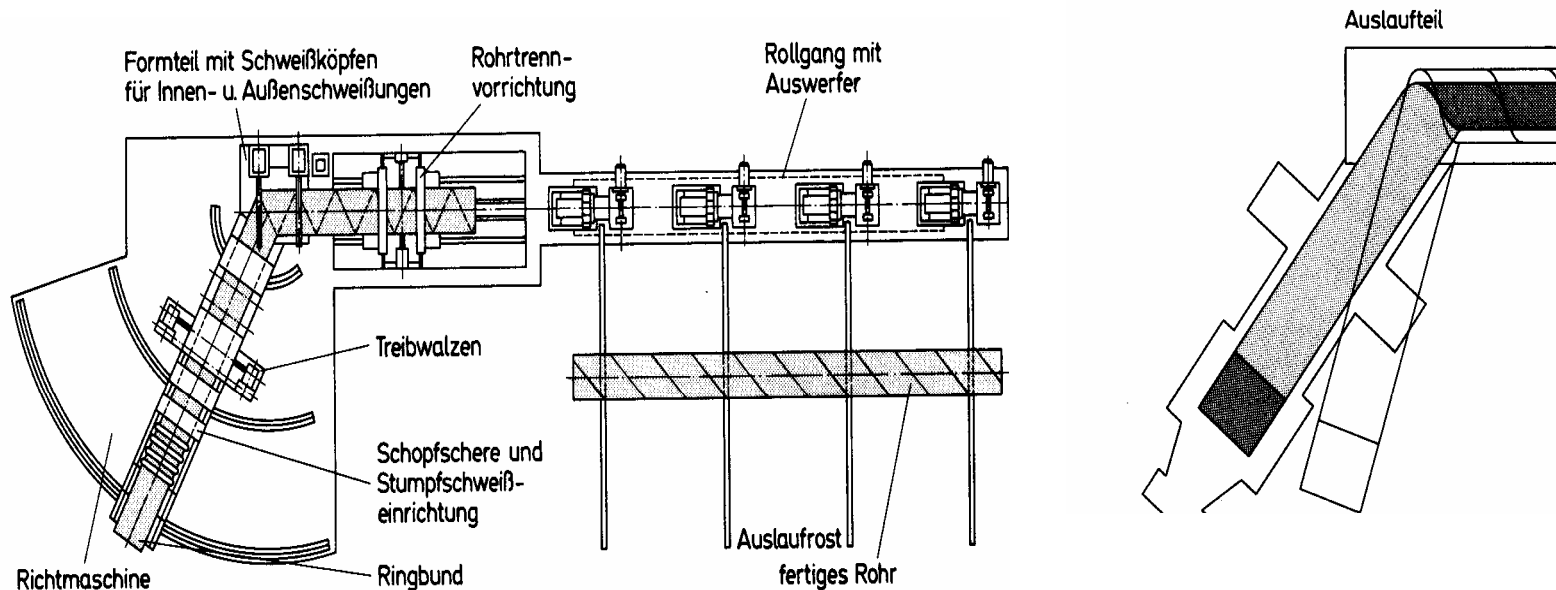
Induktive und konduktive Schweißung



Unterpulverschweißung

# Rohrherstellung

## Spiralnaht-Rohrschweißanlage



Draufsicht auf eine Spiralnaht-Schweißanlage

Herstellstellung verschiedener Durchmesser durch Veränderung des Einlaufwinkels bei gleicher Bandbreite



# Rohrabmessungen

Rohr-Außendurchmesser mm Reihe			Normal- Wanddicke mm	Längenbezogene Massen (Gewichte) in kg/m für Wanddicken in mm												5,6	6,3	7,1
1	2	3		1,4	1,6	1,8	2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5			
10,2			1,6	0,304	<b>0,339</b>	0,3730	0,404	0,448	0,487									
13,5			1,8	0,418	<b>0,470</b>	0,519	<b>0,567</b>	0,635	0,699	0,758	<b>0,813</b>	0,879						
	16		1,8	0,504	0,568	0,630	0,691	0,777	0,859	0,937	1,01	1,10						
17,2			1,8	0,546	<b>0,616</b>	0,684	<b>0,750</b>	0,845	0,936	1,02	1,10	1,21	1,30					
	19		2	0,608	0,687	0,764	0,838	0,947	1,05	1,15	1,25	1,37	1,48					
	20		2	0,642	0,726	0,803	0,888	1,00	1,12	1,22	1,33	1,46	1,58					
21,3			2	0,687	0,777	<b>0,866</b>	<b>0,952</b>	1,08	1,20	1,32	<b>1,43</b>	1,57	1,71	1,86				
	25		2	0,815	0,923	1,03	1,13	1,29	1,44	1,58	1,72	1,90	2,07	2,28	2,47			
		25,4	2	0,829	0,939	1,05	1,15	1,31	1,46	1,61	1,75	1,94	2,11	2,32	2,52			
26,9			2	0,880	<b>0,998</b>	1,11	<b>1,23</b>	1,40	1,56	1,72	<b>1,87</b>	2,07	<b>2,26</b>	2,49	2,70			
	31,8	30	2	0,987	1,12	1,25	1,38	1,57	1,76	1,94	2,11	2,34	2,56	2,83	3,08	3,37	3,68	
			2	1,05	1,19	1,33	1,47	1,67	1,87	2,07	2,26	2,50	2,74	3,03	3,30	3,62	3,96	4,32
33,7			2	1,12	<b>1,27</b>	1,42	<b>1,56</b>	<b>1,78</b>	1,99	2,20	<b>2,41</b>	2,67	2,93	<b>3,24</b>	3,54	3,88	4,26	4,66
	38		2,3	1,26	1,44	1,61	1,78	2,02	2,27	2,51	2,75	3,05	3,35	3,72	4,07	4,47	4,93	5,41
42,4			2,3	1,42	<b>1,61</b>	1,80	<b>1,99</b>	<b>2,27</b>	<b>2,55</b>	2,82	3,09	<b>3,44</b>	3,79	4,21	<b>4,61</b>	<b>5,08</b>	5,61	6,18
	44,5		2,3	1,49	1,69	1,90	2,10	2,39	2,69	2,98	3,26	3,63	4,00	4,44	4,87	5,37	5,94	6,55
48,3			2,3	1,62	<b>1,84</b>	2,06	<b>2,28</b>	<b>2,61</b>	2,93	3,25	<b>3,56</b>	<b>3,97</b>	4,37	4,86	<b>5,34</b>	5,90	6,53	7,21
	51		2,3	1,71	1,95	2,18	2,42	2,76	3,10	<b>3,44</b>	3,77	4,21	4,64	5,16	5,57	6,27	6,94	7,69
	54		2,3	1,82	2,07	2,32	2,56	2,93	3,30	3,65	4,01	4,47	4,93	5,49	6,04	6,68	7,41	8,21
	57		2,3	1,92	2,19	2,45	2,71	3,10	3,49	3,87	4,25	4,74	5,23	5,83	6,41	7,10	7,88	8,74
60,3			2,3	2,03	<b>2,32</b>	2,60	<b>2,88</b>	<b>3,20</b>	3,70	<b>4,11</b>	4,51	5,03	<b>5,56</b>	6,19	6,82	<b>7,58</b>	8,39	9,32
	63,5		2,3		2,44	2,74	3,03	3,47	3,90	4,33	4,76	5,32	5,87	6,55	7,21	8,00	8,89	9,88
	70		2,6		2,70	3,03	3,35	3,84	4,32	4,80	5,27	5,90	6,51	7,27	8,01	8,89	9,90	11,0
		73	2,6		2,82	3,16	3,50	4,01	4,51	5,01	5,51	6,16	6,81	7,60	8,38	9,31	10,4	11,5
76,1			2,6		<b>2,94</b>	3,30	3,65	<b>4,19</b>	<b>4,71</b>	<b>5,24</b>	5,75	6,44	7,11	7,95	<b>8,77</b>	9,74	10,8	12,1
	82,5		2,6		3,19	3,58	3,97	4,55	5,12	5,69	6,26	7,00	7,74	8,66	9,56	10,6	11,8	13,2
88,9			2,9		3,44	3,87	<b>4,25</b>	<b>4,91</b>	5,53	6,15	<b>6,76</b>	7,57	8,38	9,37	10,3	<b>11,5</b>	12,8	14,3
	101,6		2,9				4,91	5,63	6,35	7,06	7,77	8,70	9,63	10,8	11,9	13,3	14,8	16,5
		108	2,9				5,23	6,00	6,76	7,52	8,27	9,27	10,3	11,5	12,7	14,1	15,8	17,7
114,3			3,2				<b>5,54</b>	6,35	<b>7,16</b>	<b>7,97</b>	<b>8,77</b>	<b>9,83</b>	10,9	12,2	13,5	15,0	<b>16,8</b>	18,8
	127		3,2				6,17	7,07	7,98	8,88	9,77	11,0	12,1	13,6	15,0	16,8	18,8	21,0
	133		3,6				6,46	7,41	8,36	9,30	10,2	11,5	12,7	14,3	15,8	17,6	19,7	22,0
139,7			3,6				<b>6,79</b>	7,79	<b>8,79</b>	9,78	<b>10,8</b>	<b>12,1</b>	<b>13,4</b>	15,0	16,6	18,5	<b>20,7</b>	23,2
	152,4		4				7,42	8,51	9,61	10,7	11,8	13,2	14,6	16,4	18,2	20,3	22,7	25,4
	159		4				7,74	8,89	10,0						19,0	21,2	23,7	26,6
168,3			4							11,8	<b>13,0</b>	14,6	<b>16,2</b>	<b>18,2</b>	20,1	22,5	25,2	<b>28,2</b>
	177,8		4,5							12,5	13,8	15,5	17,1	19,2	21,3	23,8	26,6	29,9
	193,7		4,5							13,6	15,0	16,9	18,7	21,0	23,3	26,0	29,1	32,7
219,1			4,5							17,0	<b>18,1</b>	21,2	<b>23,8</b>	26,4	29,5	<b>33,1</b>	37,1	
	244,5		5							19,0	21,4	22,7	26,6	29,5	33,0	37,0	41,6	
273			5							21,3	<b>23,9</b>	26,5	29,8	<b>33,0</b>	<b>36,9</b>	<b>41,4</b>	46,6	
323,9			5,6								25,3	28,4	<b>31,8</b>	<b>35,4</b>	<b>39,3</b>	<b>44,0</b>	49,3	<b>55,5</b>
355,6			5,6								27,8	31,3	<b>35,7</b>	39,0	<b>43,2</b>	<b>48,3</b>	54,3	61,0
406,4			6,3									35,8	<b>39,7</b>	44,6	<b>49,5</b>	<b>55,4</b>	<b>62,2</b>	69,9
457			6,3									40,3	<b>44,7</b>	50,2	<b>55,7</b>	<b>62,3</b>	<b>70,0</b>	78,8
508			6,3									44,8	49,5	55,9	<b>62,0</b>	<b>69,4</b>	<b>77,9</b>	87,7
	559		6,3											61,5	68,3	<b>76,4</b>	85,9	96,6
610			6,3											67,2	<b>74,6</b>	<b>83,5</b>	<b>93,8</b>	106
	660		7,1											72,7	<b>80,8</b>	<b>90,4</b>	102	114
711			7,1											78,4	87,1	<b>97,4</b>	109	123
	762		8											84,1	93,3	<b>104</b>	117	132
813			8											89,7	<b>99,6</b>	<b>112</b>	125	141
	864		8,8											95,4	<b>106</b>	<b>119</b>	133	150
914			10											101	<b>112</b>	<b>125</b>	141	159
1016			10											112	<b>125</b>	<b>140</b>	157	177
1220																<b>168</b>	189	212
1420																	220	247
1620																		282
1820																		
2020																		
2220																		

Die in dieser Tab.  
längenbezogenen

Geschweißte Stahlrohre, Ausschnitt nach DIN 2458

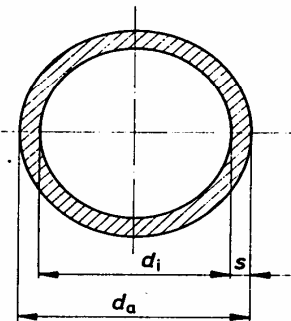
# Rohrabmessungen

nach DIN empfohlene Nennweiten

	10	100	1000
	12*	125	1200 1400
	15 16*	150	1600 1800
	20	200	2000 2200 2400
	25	250	2600 2800
3	32	300 350	3000 3200 3400 3600 3800
4	40	400 450	4000
5	50	500	
6	65	600 700	
8	80	800 900	

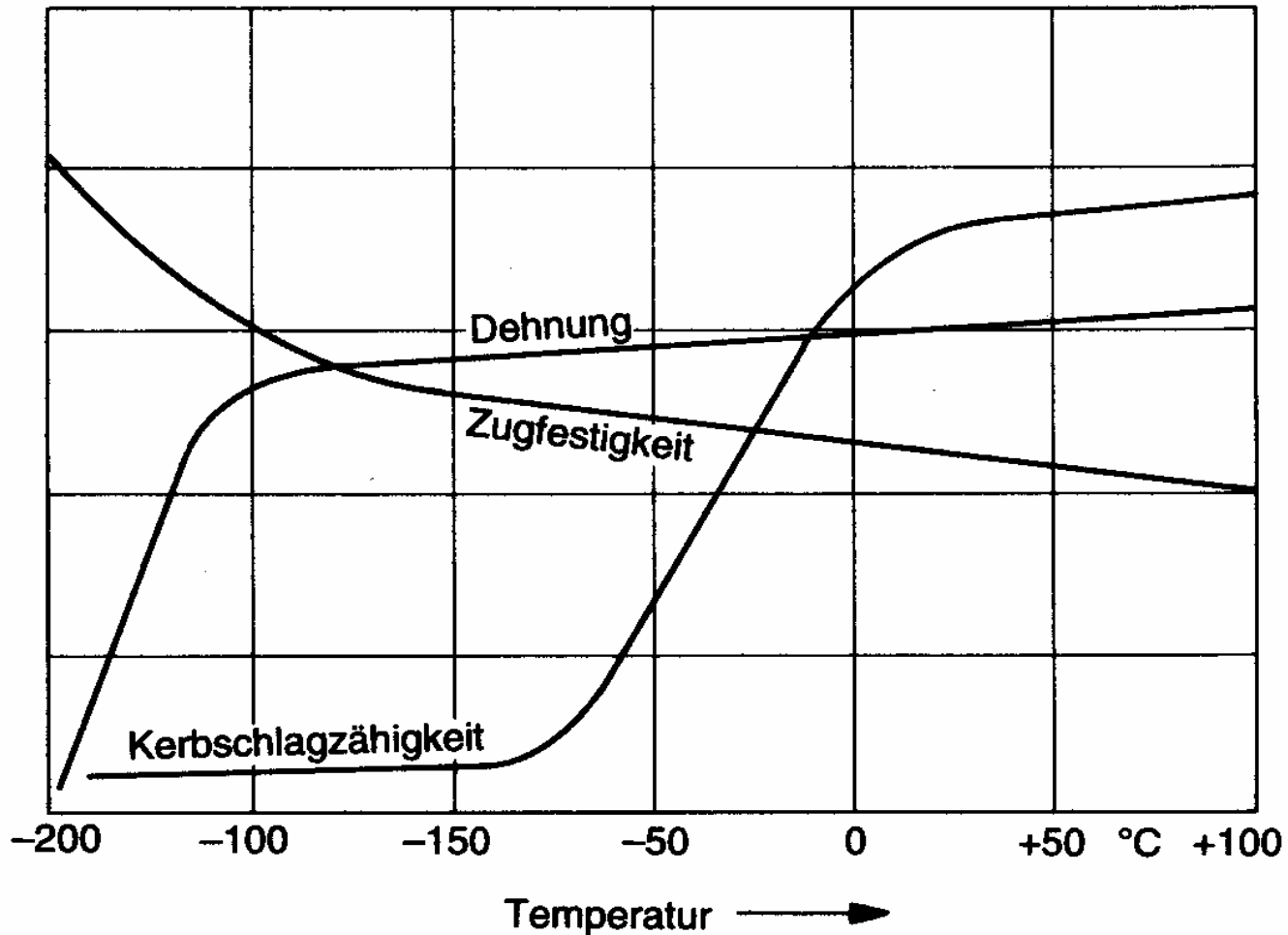
# Rohrabmessungen

PN	DN																							
	10	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1000	
PN 1	$d_a$	17,2	21,3	26,9	33,7	42,4	48,3	60,3	76,1	88,9	114,3	139,7	168,3	219,1	273	323,9	355,6	406,4	508	610	711	813	914	1016
PN 2,5	$s$	1,8	2	2,3	2,6	2,6	2,9	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5,9	6,3	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1
PN 6	$d_i$	13,6	17,3	22,3	28,5	37,2	43,1	54,5	70,3	82,5	107,1	131,7	159,3	207,3	260,4	309,7	341,4	392,2	493,8	595,8	696,8	798,8	899,8	1001,8
PN 10	$d_a$																							
	$s$																				8	8	10	10
	$d_i$																				695	797	894	996
PN 16	$d_a$																							
	$s$																8	8	8	8,8	8,8	10		
	$d_i$																339,6	390,4	492	592,4	693,4	793		
PN 25	$d_a$																							
	$s$																							
	$d_i$																							
PN 40	$d_a$																							
	$s$																							
	$d_i$																							
PN 64	$d_a$																							
	$s$																							
	$d_i$																							
PN 100	$d_a$																							
	$s$																							
	$d_i$																							
PN 160	$d_a$																							
	$s$	2																						
	$d_i$	13,2																						
PN 250	$d_a$																							
	$s$	2,6	2,6																					
	$d_i$	12	16,1																					
PN 320	$d_a$																							
	$s$		3,2																					
	$d_i$		14,9																					
PN 400	$d_a$																							
	$s$	3,6	5																					
	$d_i$	10	16,9																					



Rohranschlussabmessungen, die sich aus den Flanschabmessungen ergeben

# Rohrleitungen



Schematischer Verlauf der Zugfestigkeit, Bruchdehnung und Kerbschlagzähigkeit mit der Temperatur für einen C-armen ferritischen Stahl



# Rohrleitungsklassen

Bearb.: Schü/Er		Gepr.: Japen.		Gem.: TRR		Kunst		Insgesamt 3 Seiten																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
GELTUNGSBEREICH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
DIN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
PN 16, TB -10 bis 100 °C, Dichtfläche Form C DIN 2526, Korrosionszusatz 1 mm																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
VERWENDUNGSBEREICH																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Wasser (nicht aggressiv), oberirdisch																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
EINSATZGRENZEN Begriffsdefinitionen für TB und PB siehe DIN 2401, Teil 1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Temperatur		TB °C		-10 bis 100																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Druck		PB bar		16																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
ROHRABMESSUNGEN																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
DN		15 (20 1)		25		40		50 (65 1)		80		100		150		200		250																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Außendurchmesser		mm		21,3		26,9		33,7		40,3		46,3		50,3		56,3		60,3		65,3		70,3		75,3		80,3		85,3		90,3		95,3		100,3		105,3		110,3		115,3		120,3		125,3		130,3		135,3		140,3		145,3		150,3		155,3		160,3		165,3		170,3		175,3		180,3		185,3		190,3		195,3		200,3		205,3		210,3		215,3		220,3		225,3		230,3		235,3		240,3		245,3		250,3		255,3		260,3		265,3		270,3		275,3		280,3		285,3		290,3		295,3		300,3		305,3		310,3		315,3		320,3		325,3		330,3		335,3		340,3		345,3		350,3		355,3		360,3		365,3		370,3		375,3		380,3		385,3		390,3		395,3		400,3		405,3		410,3		415,3		420,3		425,3		430,3		435,3		440,3		445,3		450,3		455,3		460,3		465,3		470,3		475,3		480,3		485,3		490,3		495,3		500,3		505,3		510,3		515,3		520,3		525,3		530,3		535,3		540,3		545,3		550,3		555,3		560,3		565,3		570,3		575,3		580,3		585,3		590,3		595,3		600,3		605,3		610,3		615,3		620,3		625,3		630,3		635,3		640,3		645,3		650,3		655,3		660,3		665,3		670,3		675,3		680,3		685,3		690,3		695,3		700,3		705,3		710,3		715,3		720,3		725,3		730,3		735,3		740,3		745,3		750,3		755,3		760,3		765,3		770,3		775,3		780,3		785,3		790,3		795,3		800,3		805,3		810,3		815,3		820,3		825,3		830,3		835,3		840,3		845,3		850,3		855,3		860,3		865,3		870,3		875,3		880,3		885,3		890,3		895,3		900,3		905,3		910,3		915,3		920,3		925,3		930,3		935,3		940,3		945,3		950,3		955,3		960,3		965,3		970,3		975,3		980,3		985,3		990,3		995,3		1000,3		1005,3		1010,3		1015,3		1020,3		1025,3		1030,3		1035,3		1040,3		1045,3		1050,3		1055,3		1060,3		1065,3		1070,3		1075,3		1080,3		1085,3		1090,3		1095,3		1100,3		1105,3		1110,3		1115,3		1120,3		1125,3		1130,3		1135,3		1140,3		1145,3		1150,3		1155,3		1160,3		1165,3		1170,3		1175,3		1180,3		1185,3		1190,3		1195,3		1200,3		1205,3		1210,3		1215,3		1220,3		1225,3		1230,3		1235,3		1240,3		1245,3		1250,3		1255,3		1260,3		1265,3		1270,3		1275,3		1280,3		1285,3		1290,3		1295,3		1300,3		1305,3		1310,3		1315,3		1320,3		1325,3		1330,3		1335,3		1340,3		1345,3		1350,3		1355,3		1360,3		1365,3		1370,3		1375,3		1380,3		1385,3		1390,3		1395,3		1400,3		1405,3		1410,3		1415,3		1420,3		1425,3		1430,3		1435,3		1440,3		1445,3		1450,3		1455,3		1460,3		1465,3		1470,3		1475,3		1480,3		1485,3		1490,3		1495,3		1500,3		1505,3		1510,3		1515,3		1520,3		1525,3		1530,3		1535,3		1540,3		1545,3		1550,3		1555,3		1560,3		1565,3		1570,3		1575,3		1580,3		1585,3		1590,3		1595,3		1600,3		1605,3		1610,3		1615,3		1620,3		1625,3		1630,3		1635,3		1640,3		1645,3		1650,3		1655,3		1660,3		1665,3		1670,3		1675,3		1680,3		1685,3		1690,3		1695,3		1700,3		1705,3		1710,3		1715,3		1720,3		1725,3		1730,3		1735,3		1740,3		1745,3		1750,3		1755,3		1760,3		1765,3		1770,3		1775,3		1780,3		1785,3		1790,3		1795,3		1800,3		1805,3		1810,3		1815,3		1820,3		1825,3		1830,3		1835,3		1840,3		1845,3		1850,3		1855,3		1860,3		1865,3		1870,3		1875,3		1880,3		1885,3		1890,3		1895,3		1900,3		1905,3		1910,3		1915,3		1920,3		1925,3		1930,3		1935,3		1940,3		1945,3		1950,3		1955,3		1960,3		1965,3		1970,3		1975,3		1980,3		1985,3		1990,3		1995,3		2000,3		2005,3		2010,3		2015,3		2020,3		2025,3		2030,3		2035,3		2040,3		2045,3		2050,3		2055,3		2060,3		2065,3		2070,3		2075,3		2080,3		2085,3		2090,3		2095,3		2100,3		2105,3		2110,3		2115,3		2120,3		2125,3		2130,3		2135,3		2140,3		2145,3		2150,3		2155,3		2160,3		2165,3		2170,3		2175,3		2180,3		2185,3		2190,3		2195,3		2200,3		2205,3		2210,3		2215,3		2220,3		2225,3		2230,3		2235,3		2240,3		2245,3		2250,3		2255,3		2260,3		2265,3		2270,3		2275,3		2280,3		2285,3		2290,3		2295,3		2300,3		2305,3		2310,3		2315,3		2320,3		2325,3		2330,3		2335,3		2340,3		2345,3		2350,3		2355,3		2360,3		2365,3		2370,3		2375,3		2380,3		2385,3		2390,3		2395,3		2400,3		2405,3		2410,3		2415,3		2420,3		2425,3		2430,3		2435,3		2440,3		2445,3		2450,3		2455,3		2460,3		2465,3		2470,3		2475,3		2480,3		2485,3		2490,3		2495,3		2500,3		2505,3		2510,3		2515,3		2520,3		2525,3		2530,3		2535,3		2540,3		2545,3		2550,3		2555,3		2560,3		2565,3		2570,3		2575,3		2580,3		2585,3		2590,3		2595,3		2600,3		2605,3		2610,3		2615,3		2620,3		2625,3		2630,3		2635,3		2640,3		2645,3		2650,3		2655,3		2660,3		2665,3		2670,3		2675,3		2680,3		2685,3		2690,3		2695,3		2700,3		2705,3		2710,3		2715,3		2720,3		2725,3		2730,3		2735,3		2740,3		2745,3		2750,3		2755,3		2760,3		2765,3		2770,3		2775,3		2780,3		2785,3		2790,3		2795,3		2800,3		2805,3		2810,3		2815,3		2820,3		2825,3		2830,3		2835,3		2840,3		2845,3		2850,3		2855,3		2860,3		2865,3		2870,3		2875,3		2880,3		2885,3		2890,3		2895,3		2900,3		2905,3		2910,3		2915,3		2920,3		2925,3		2930,3		2935,3		2940,3		2945,3		2950,3		2955,3		2960,3		2965,3		2970,3		2975,3		2980,3		2985,3		2990,3		2995,3		3000,3		3005,3		3010,3		3015,3		3020,3		3025,3		3030,3		3035,3		3040,3		3045,3		3050,3		3055,3		3060,3		3065,3		3070,3		3075,3		3080,3		3085,3		3090,3		3095,3		3100,3		3105,3		3110,3		3115,3		3120,3		3125,3		3130,3		3135,3		3140,3		3145,3		3150,3		3155,3		3160,3		3165,3		3170,3		3175,3		3180,3		3185,3		3190,3		3195,3		3200,3		3205,3		3210,3		3215,3		3220,3		3225,3		3230,3		3235,3		3240,3		3245,3		3250,3		3255,3		3260,3		3265,3		3270,3		3275,3		3280,3		3285,3		3290,3		3295,3		3300,3		3305,3		3310,3		3315,3		3320,3		3325,3		3330,3		3335,3		3340,3		3345,3		3350,3		3355,3		3360,3		3365,3		3370,3		3375,3		3380,3		3385,3		3390,3		3395,3		3400,3		3405,3		3410,3		3415,3		3420,3		3425,3		3430,3		3435,3		3440,3		3445,3		3450,3		3455,3		3460,3		3465,3		3470,3		3475,3		3480,3		3485,3		3490,3		3495,3		3500,3		3505,3		3510,3		3515,3		3520,3		3525,3		3530,3		3535,3		3540,3		3545,3		3550,3		3555,3		3560,3		3565,3		3570,3		3575,3		3580,3		3585,3		3590,3		3595,3		3600,3		3605,3		3610,3		3615,3		3620,3		3625,3		3630,3		3635,3		3640,3		3645,3		3650,3		3655,3		3660,3		3665,3		3670,3		3675,3		3680,3		3685,3		3690,3		3695,3		3700,3		3705,3		3710,3		3715,3		3720,3		3725,3		3730,3		3735,3		3740,3		3745,3		3750,3		3755,3		3760,3		3765,3		3770,3		3775,3		3780,3		3785,3		3790,3		3795,3		3800,3		3805,3		3810,3		3815,3		3820,3		3825,3		3830,3		3835,3		3840,3		3845,3		3850,3		3855,3		3860,3		3865,3		3870,3		3875,3		3880,3		3885,3		3890,3		3895,3		3900,3		3905,3		3910,3		3915,3		3920,3		3925,3		3930,3		3935,3		3940,3		3945,3		3950,3		3955,3		3960,3		3965,3		3970,3		3975,3		3980,3		3985,3		3990,3		3995,3		4000,3		4005,3		4010,3		4015,3		4020,3		4025,3		4030,3		4035,3		4040,3		4045,3		4050,3		4055,3		4060,3		4065,3		4070,3		4075,3		4080,3		4085,3		4090,3		4095,3		4100,3		4105,3		4110,3		4115,3		4120,3		4125,3		4130,3		4135,3		4140,3		4145,3		4150,3		4155,3		4160,3		4165,3		4170,3		4175,3		4180,3		4185,3		4190,3		4195,3		4200,3		4205,3		4210,3		4215,3		4220,3		4225,3		4230,3		4235,3		4240,3		4245,3		4250,3		4255,3		4260,3		4265,3		4270,3		4275,3		4280,3		4285,3		4290,3		4295,3		4300,3		4305,3		4310,3		4315,3		4320,3		4325,3		4330,3		4335,3		4340,3		434	

Einteilung einer Rohrklasse für Luftzerlegungsanlagen (Linde Standard: RKL D3C03/Teil 1)

# Rohrleitungen

Hochtemperaturfeste Stähle nach EN 10095 (1999)

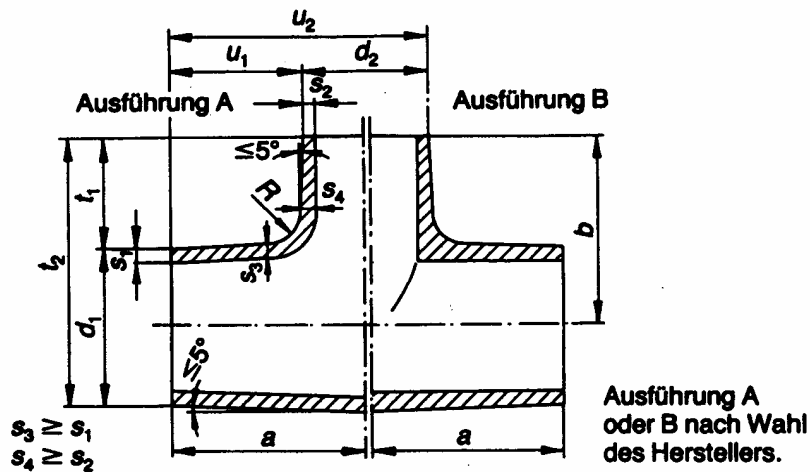
Bezeichnung		Werkstoff- nummer	$T_a \text{ max.}$ °C
ferritische hitzebeständige Stähle			
X10CrAlSi7		1.4713	800 <sup>2)</sup>
X10CrAlSi13		1.4724	850 <sup>2)</sup>
X10CrAlSi18		1.4742	1 000 <sup>2)</sup>
X10CrAlSi25		1.4762	1 150 <sup>2)</sup>
X18CrN28		1.4749	1 100
X3CrAlTi18-2		1.4736	1 000
austenitische hitzebeständige Stähle			
X8CrNiTi18-10		1.4878	850 <sup>2)</sup>
X15CrNiSi20-12		1.4828	1 000 <sup>2)</sup>
X9CrNiSiNCCe21-11-2		1.4835	1 150
X12CrNi23-13		1.4833	1 000 <sup>2)</sup>
X8CrNi25-21		1.4845	1 050 <sup>2)</sup>
X15CrNiSi25-21		1.4841	1 150 <sup>2)</sup>
X12NiCrSi35-16		1.4864	1 100 <sup>2)</sup>
X10NiCrAlTi32-21		1.4876	1 100 <sup>2)</sup>
X6NiCrNbCe32-27		1.4877	1 150 <sup>2)</sup>
X25CrMnNiN25-9-7		1.4872	1 150 <sup>2)</sup>
X6CrNiSiNCCe19-10		1.4818	1 050
X6NiCrSiNCCe35-25		1.4854	1 170
X10NiCrSi35-19		1.4886	1 100
X10NiCrSiNb35-22		1.4887	1 100
austenitisch-ferritischer hitzebeständiger Stahl			
X15CrNiSi25-4		1.4821	1 100 <sup>2)</sup>
hitzebeständige Nickellegierungen			
NiCr15Fe		2.4816	1 150 <sup>2)</sup>
NiCr20Ti		2.4951	1 150
NiCr22Mo9Nb		2.4856	1 000
NiCr23Fe		2.4851	1 200 <sup>2)</sup>
NiCr28FeSiCe		2.4889	1 200

1) siehe B.3.

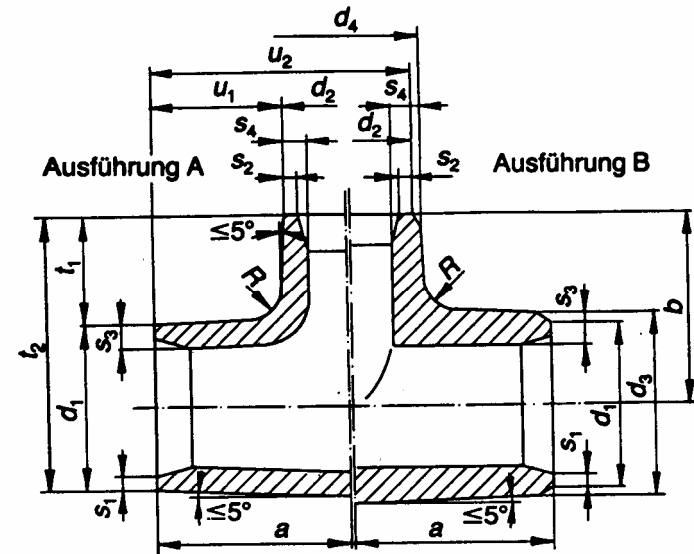
2) Der Gewichtsverlust durch Verzundern von Metall ist im Durchschnitt nicht höher als  $1 \text{ g/m}^2 \cdot h$  bei  $T_a$  bzw.  $2 \text{ g/m}^2 \cdot h$  bei  $T_a + 50^\circ\text{C}$  für eine Beanspruchungsdauer von 120 h bei 4 Zwischenabkühlungen.

# Rohrverbindungen

## Formstücke



T-Stück mit vermindertem Ausnutzungsgrad



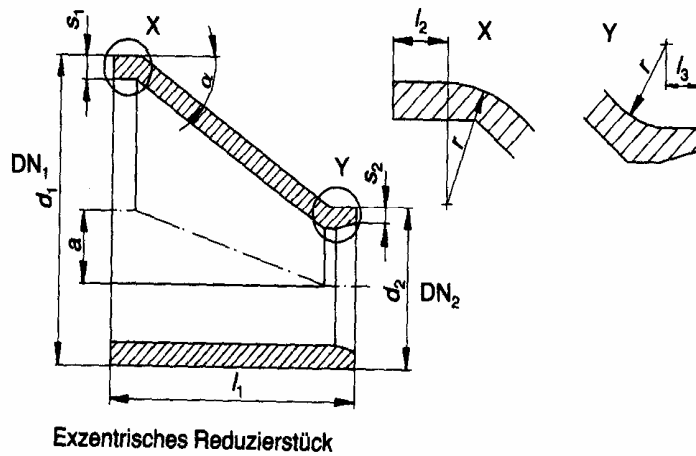
T-Stück mit vollem Ausnutzungsgrad

Ausführung A: Gesamte Verstärkung innen

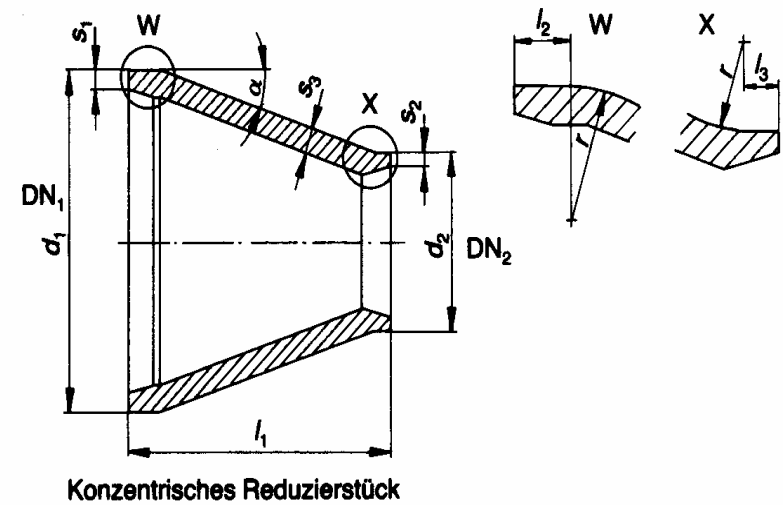
Ausführung B: Verstärkung teilweise oder ganz nach außen gelegt

# Rohrverbindungen

## Reduzierstücke



Exzentrisches Reduzierstück  
DIN 2616-1-E-114,3x3,6-60,3x2,9S-G

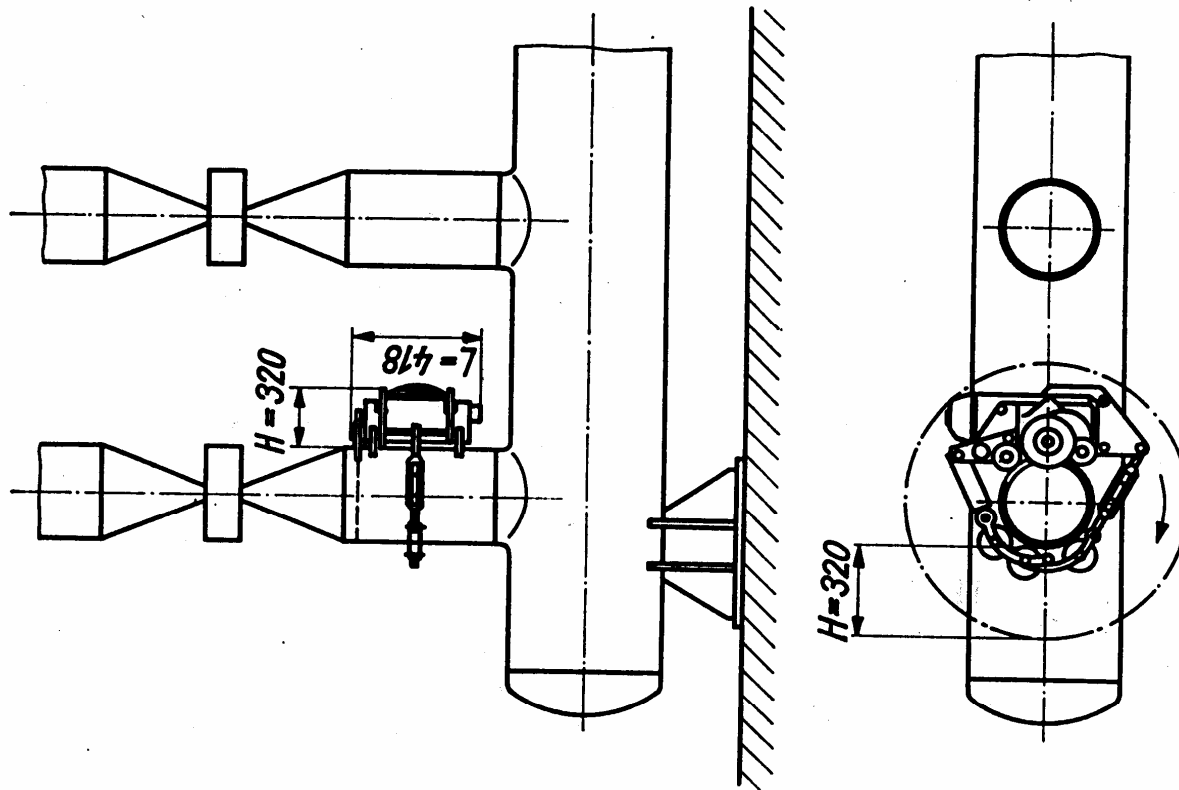


Konzentrisches Reduzierstück  
DIN-K-114,3\*3,6-60,3x2,9 W-B



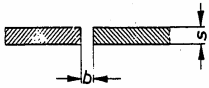
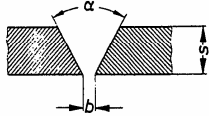
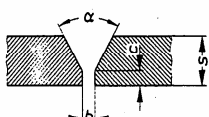
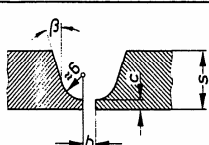
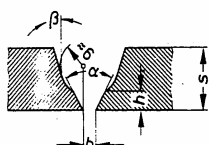
# Rohrverbindungen

Platzbedarf bei eingeschweißten Armaturen

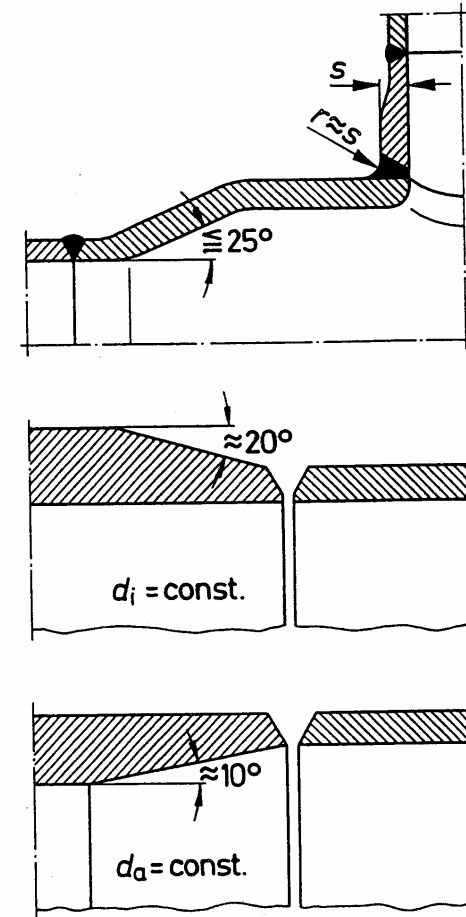


# Rohrverbindungen

## Schweißnahtgestaltung

Kennzahl	Wanddicke $s$	Benennung	Sinnbild'	Fugenformen Schnitt
1	bis 3	I-Naht	==	
21	bis 16	V-Naht	V	
22	bis 16	V-Naht	V	
3	über 12	U-Naht	U	
4	über 12	U-Naht auf V-Wurzel	U	

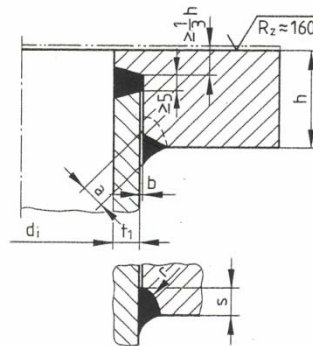
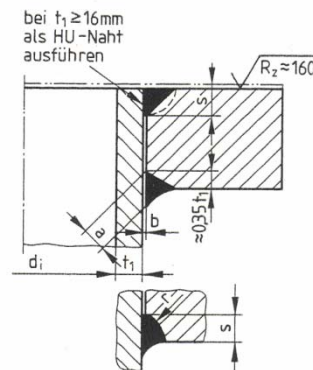
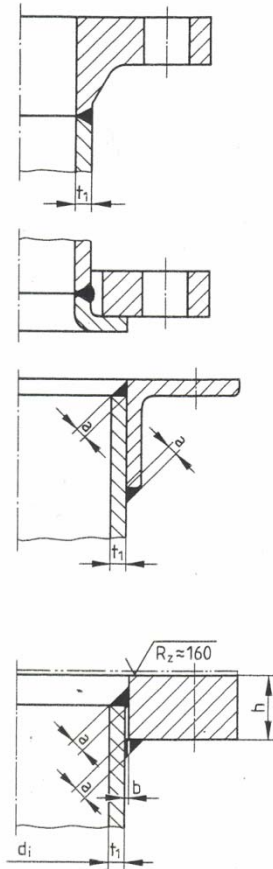
Richtlinien für die Fugenform bei der Schweißung von Stahlrohren



Konstruktive Gestaltung bei Wandstärkeänderungen

# Rohrverbindungen

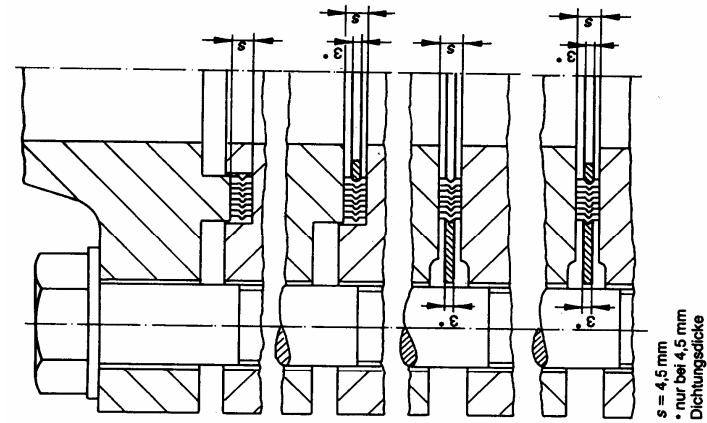
## Schweißnahtgestaltung - Flanschverbindungen



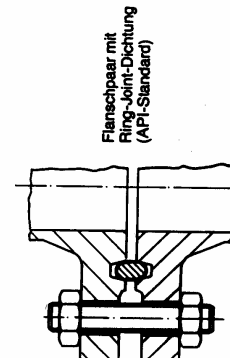
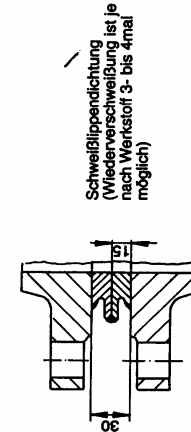
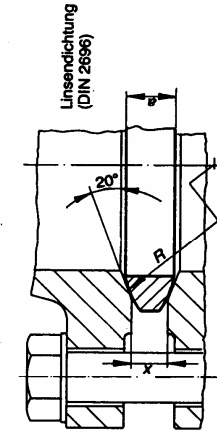
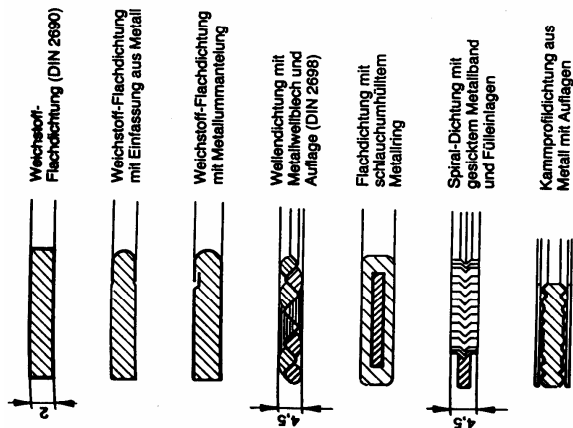
Ausführungsbeispiele für  
Flanschverbindungen  
nach DIN 8558 T1

# Rohrverbindungen

## Dichtungsgestaltung



Einbauarten am Beispiel der Spiraldichtung



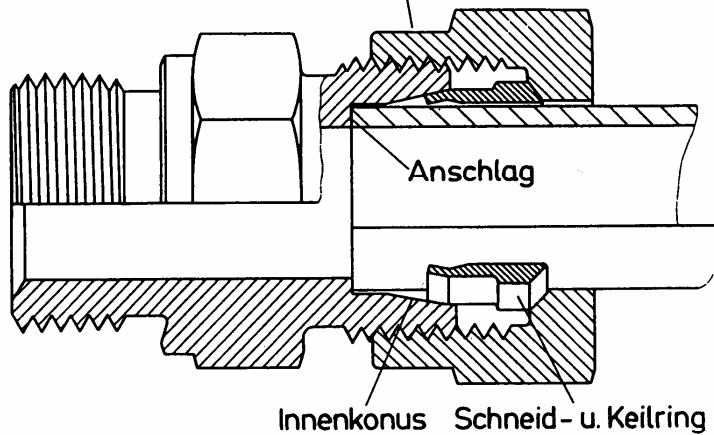
Gestaltung von Flanschdichtungen



# Rohrverbindungen

## Schneidringverschraubungen

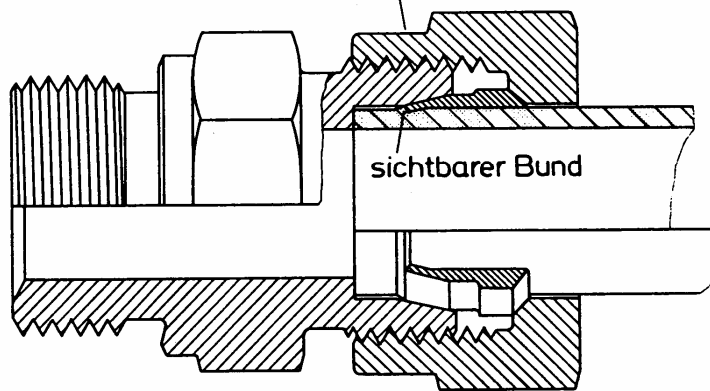
Vor dem Anzug der Überwurfmutter



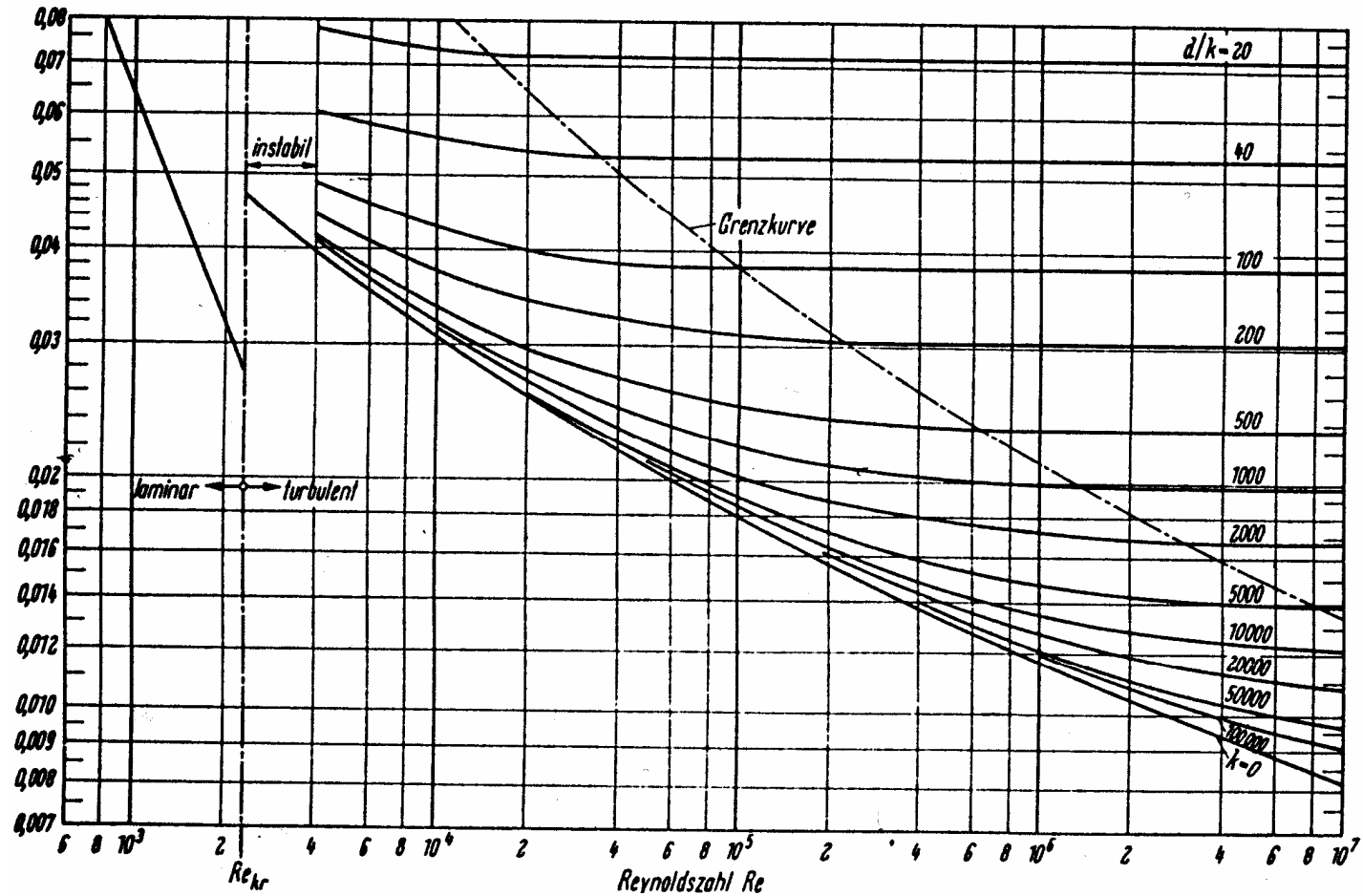
Schneidringverschraubungen  
Werden von verschiedenen  
Anbietern geliefert, u.a.:

ERMETO Verschraubungen  
SERTO Verschraubungen  
SWAGELOK Verschraubung

Nach dem Anzug der Überwurfmutter


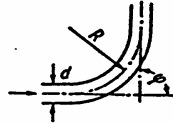
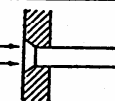
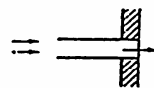
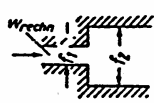
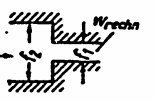


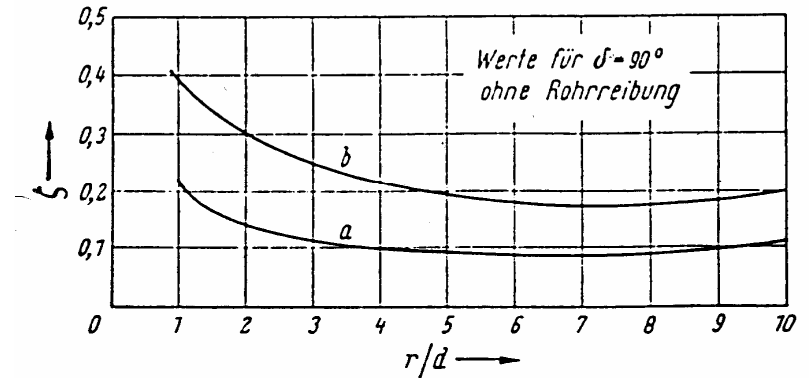
*Druckverlustbeiwert*



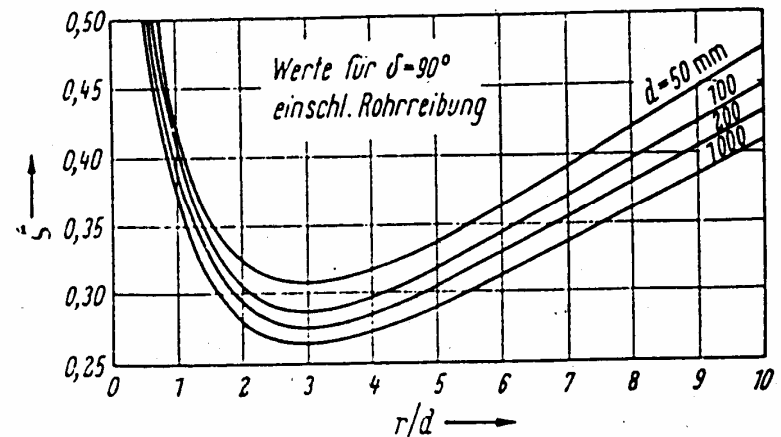
# Rohrleitungen

## Einzelwiderstände - Druckverlustkoeffizienten

Art des Widerstandes	Koeffizient des Einzelwiderstandes																								
<b>Rohrknie</b> 	$\alpha = 90^\circ \quad 120^\circ \quad 135^\circ \quad 150^\circ$ $\zeta = 1,1 \quad 0,55 \quad 0,35 \quad 0,2$																								
<b>Rohrbogen</b> 	<table><tr><th><math>R/d \backslash \varphi</math></th><th>30°</th><th>45°</th><th>60°</th><th>75°</th><th>90°</th><th>105°</th><th>120°</th></tr><tr><td>1,5</td><td>0,08</td><td>0,11</td><td>0,14</td><td>0,16</td><td>0,175</td><td>0,19</td><td>0,2</td></tr><tr><td>2,0</td><td>0,07</td><td>0,1</td><td>0,12</td><td>0,14</td><td>0,15</td><td>0,16</td><td>0,17</td></tr></table>	$R/d \backslash \varphi$	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	1,5	0,08	0,11	0,14	0,16	0,175	0,19	0,2	2,0	0,07	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17
$R/d \backslash \varphi$	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°																		
1,5	0,08	0,11	0,14	0,16	0,175	0,19	0,2																		
2,0	0,07	0,1	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17																		
<b>Rohreintritt</b> 	Mit scharfen Kanten: $\zeta = 0,5$ Mit abgerundeten Kanten: $\zeta = 0,2$																								
<b>Rohraustritt</b> 	$\zeta = 1$																								
<b>Rohrerweiterung<sup>1</sup></b> 	$\zeta = \left(1 - \frac{f_1}{f_2}\right)^2$ <table><tr><th><math>\frac{f_1}{f_2}</math></th><td>0</td><td>0,1</td><td>0,2</td><td>0,3</td><td>0,4</td><td>0,5</td><td>0,6</td><td>0,7</td><td>0,8</td><td>0,9</td><td>1,0</td></tr><tr><th><math>\zeta</math></th><td>1</td><td>0,81</td><td>0,64</td><td>0,49</td><td>0,36</td><td>0,25</td><td>0,16</td><td>0,09</td><td>0,04</td><td>0,01</td><td>0</td></tr></table>	$\frac{f_1}{f_2}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	$\zeta$	1	0,81	0,64	0,49	0,36	0,25	0,16	0,09	0,04	0,01	0
$\frac{f_1}{f_2}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0														
$\zeta$	1	0,81	0,64	0,49	0,36	0,25	0,16	0,09	0,04	0,01	0														
<b>Rohreinengung<sup>1</sup></b> 	$\zeta$ 0,5   0,47   0,43   0,38   0,33   0,30   0,25   0,20   0,15   0,09   0																								
<b>Probehahn<sup>2)</sup></b> <b>Normales Ventil</b> <b>Ventil mit Schrägspindel</b>	Nenndurchmesser [mm]																								
	13   19   25   32   38   50 u. mehr																								
	Koeffizient $\zeta$																								
	<table><tr><td>4</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td></tr><tr><td>11</td><td>7</td><td>6</td><td>6</td><td>6</td><td>5</td></tr><tr><td>3</td><td>3</td><td>3</td><td>2,5</td><td>2,5</td><td>2</td></tr></table>	4	2	2	2	2	2	11	7	6	6	6	5	3	3	3	2,5	2,5	2						
4	2	2	2	2	2																				
11	7	6	6	6	5																				
3	3	3	2,5	2,5	2																				
<b>Schieber</b>	Nenndurchmesser [mm]																								
	15 ... 100   175 ... 200   300 u. mehr																								
	Koeffizient $\zeta$																								
	<table><tr><td>0,5</td><td>0,25</td><td>0,15</td></tr></table>	0,5	0,25	0,15																					
0,5	0,25	0,15																							



Druckverlust ohne Rohrreibung; a hydr. Glatt, b rau



Optimales Biegeverhältnis  $r/d = 3 - 4$

<sup>1)</sup>  $f_1$  und  $f_2$  geben nicht die linearen Abmessungen, sondern entsprechen der Querschnittsfläche. Bei Berechnung des Einzelwiderstandes muß die Geschwindigkeitshöhe aus dem kleinsten Querschnitt  $f_1$  berechnet werden.

# Rohrleitungen

## Rohrinnenrauigkeit

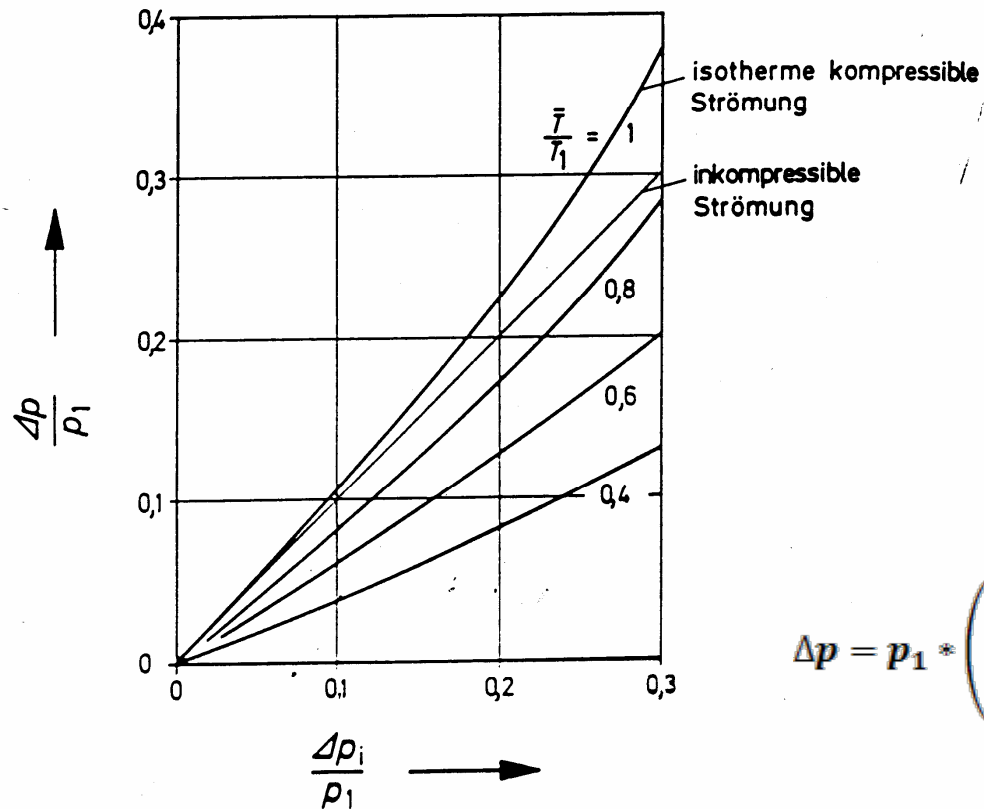
Werkstoff	Rohre		absolute Rauigkeit $k$ in mm
	Art	Zustand	
Kupfer Messing Bronze Leichtmetall Glas	gezogen oder gepreßt	neu (auch Stahlrohre mit angegebenem Werkstoffüberzug)	$0,0013 + 0,0015$
Gummi	Druckschlauch	neu nicht versprödet	0,0016
Kunststoff		neu	$0,0015 + 0,0070$
Stahl	nahtlos (handelsüblich)	neu · Walzhaut · gebeizt · verzinkt	$0,02 + 0,06$ $0,03 + 0,04$ $0,07 + 0,10$
	längsnahtgeschweißt	neu · Walzhaut · bitumiert · galvanisiert	$0,04 + 0,10$ $0,01 + 0,05$ 0,008
	nahtlos und längsnahtgeschweißt	gebraucht · mäßig verrostet bzw. leicht verkrustet	$0,1 + 0,2$
Gußeisen		neu · mit Gußhaut · bitumiert	$0,2 + 0,6$ $0,1 + 0,2$
		gebraucht	$0,5 + 1,5$
Asbest-Zement (z. B. Eternit)		neu	$0,03 + 0,1$
Beton		neu · sorgfältig geglättet · Glattstrich · mittelrauh · rau	$0,1 + 0,2$ $0,3 + 0,8$ $1 + 2$ $2 + 3$

Rohrrauigkeit  $k$  in mm für ausgewählte Rohrmaterialien



# Rohrleitungen

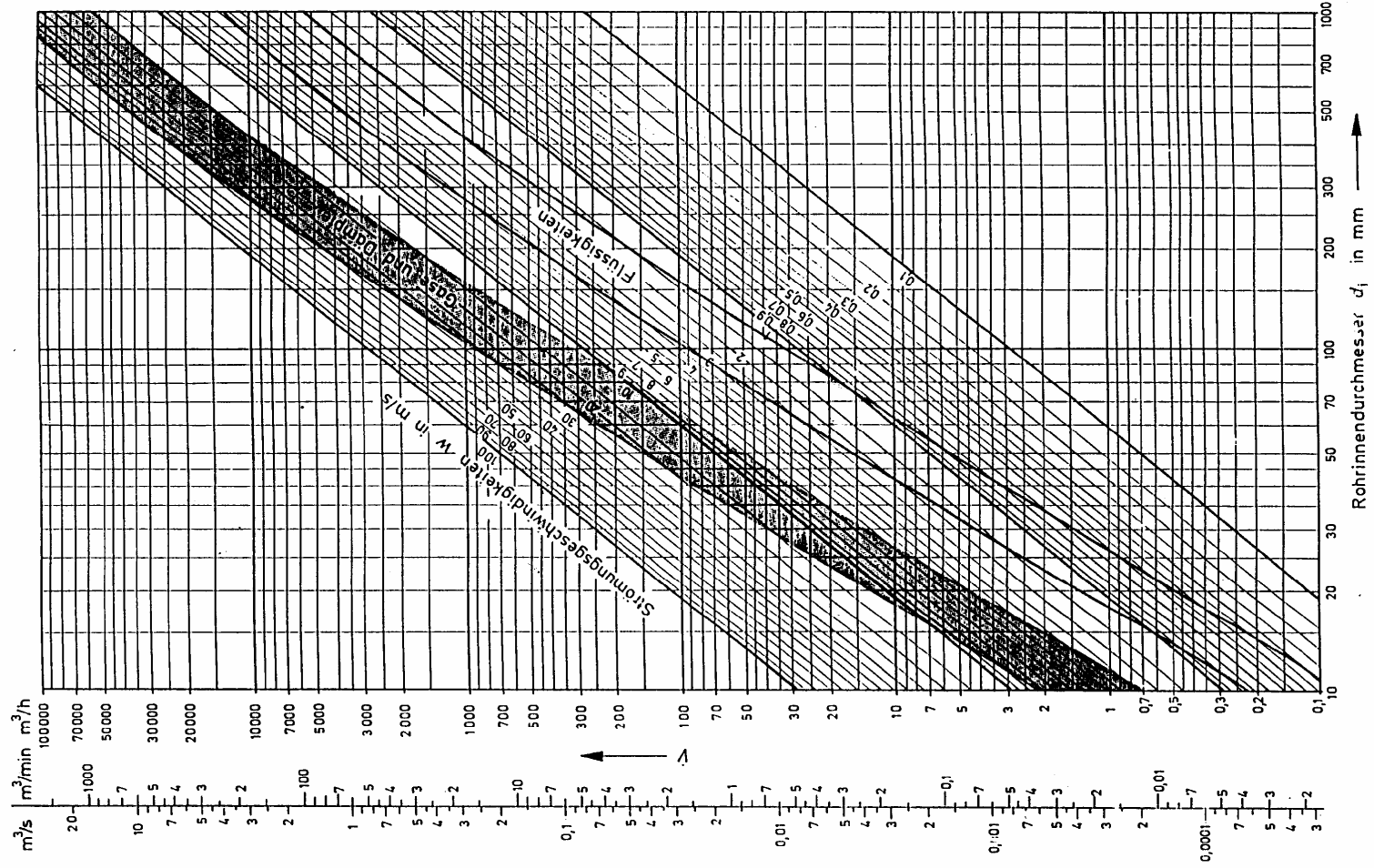
## Druckverlust einer kompressiblen Strömung



$$\Delta p = p_1 * \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{\Delta p_{ink}}{p_1} * \frac{T_1 + T_2}{T_1}} \right)$$

# Rohrleitungen

## Richtgeschwindigkeiten



# Rohrleitungen

## Richtgeschwindigkeiten

Empfohlene Geschwindigkeiten in Rohrleitungen (m/s)

	bis DN 50	DN 80 – DN 250	DN 250 – DN 500
<b>Wasser</b>			
Saugleitung	0,3 ... 0,6	0,6 ... 1,2	0,9 ... 1,8
Druckleitung	0,6 ... 1,5	0,9 ... 2,5	1,2 ... 3,0
<b>Kohlenwasserstoffe</b>			
Saugleitung	0,4 ... 0,8	0,6 ... 1,2	0,9 ... 1,8
Druckleitung	0,8 ... 1,1	0,9 ... 1,5	1,2 ... 2,1
Entleerungen	0,9 ... 1,2	0,9 ... 1,5	-
Zähflüssige Öle			
Saugl.	-	0,4 ... 0,9	0,7 ... 1,5
Teer und Heizöl Saugl.	-	0,1 ... 0,2	0,25 ... 0,3
<b>Sonstige Leitungen</b>			
Sattdampf (bis 10 bar)	12 ... 30	15 ... 35	20 ... 42
Heißdampfleitung (bis 100 bar)		20 ... 60 m/s	
Preßluft		2 ... 10 m/s	
Lüftung und Klima			
a) Hochdruck		7 ... 12 m/s	
b) Niederdruck		3 ... 7 m/s	
Reboiler Downcomer		0,1 ... 2 m/s	
Reboiler Riser		10 ... 14 m/s	
Kopfkondensator		7 ... 30 m/s	
Zweiphasenströmung		10 ... 22 m/s	
Kompressorsaugleitung		22 ... 60 m/s	
Kompressordruckleitung		30 ... 75 m/s	
Dampfturbinenzulauf		35 ... 95 m/s	
Gasturbinenzulauf		45 ... 105 m/s	
Sicherheitsventilablaß		0,5 ... 1 m/s	

Maximale Strömungsgeschwindigkeit bei Korrosionsgefahr

In Stahlleitungen	
Schwefelsäure	1,2 m/s
Kühlturmwasser	3,5 m/s
Salzwasser	1,8 m/s
Calciumchloridsole	2,4 m/s
Natronlauge	1,2 m/s
Wäßrige Amine	3 m/s
Phenolwasser	0,9 m/s
Phenoldämpfe (feucht)	18 m/s
Flüssigkeiten in Kunststoff- oder gummierten Leitungen	3 m/s

Überschlägige Geschwindigkeit für Flüssigkeiten, Gas und Dampf

$$v_{Fl} = \sqrt[3]{\frac{5000}{\rho}}$$

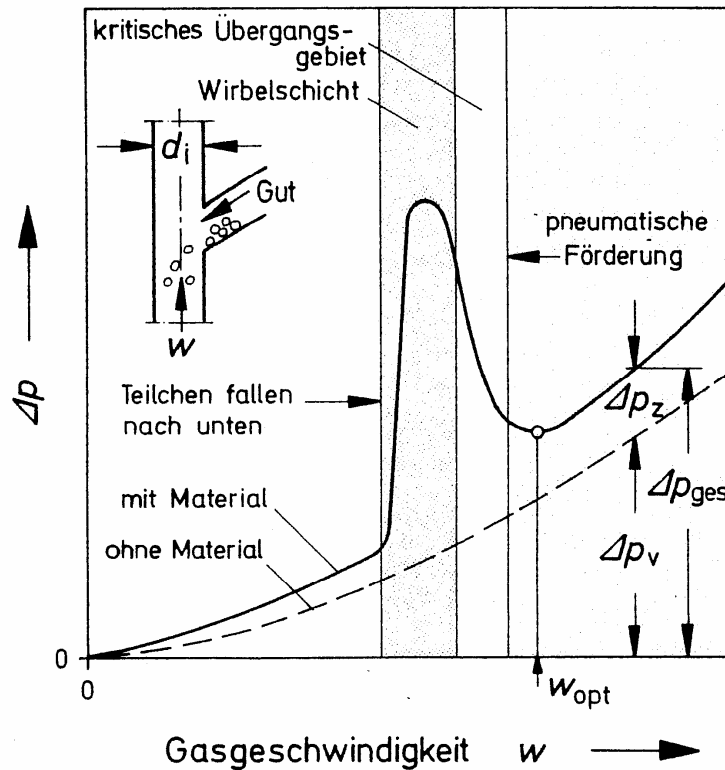
$$v_{Gas} = \sqrt[2]{\frac{1000}{\rho}}$$

$$v_{Gas\ max} = 0,1 * a = \sqrt{\frac{\kappa * R * T}{100 * M}} = \sqrt{\frac{\kappa * p}{100 * \rho}}$$

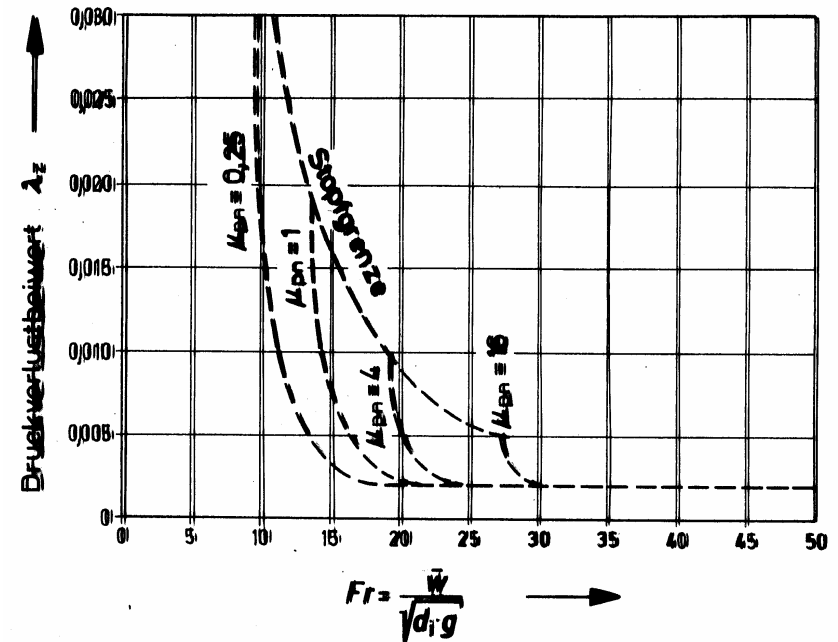
a = Schallgeschwindigkeit

Dimension in SI Einheiten

# Pneumatischer Transport

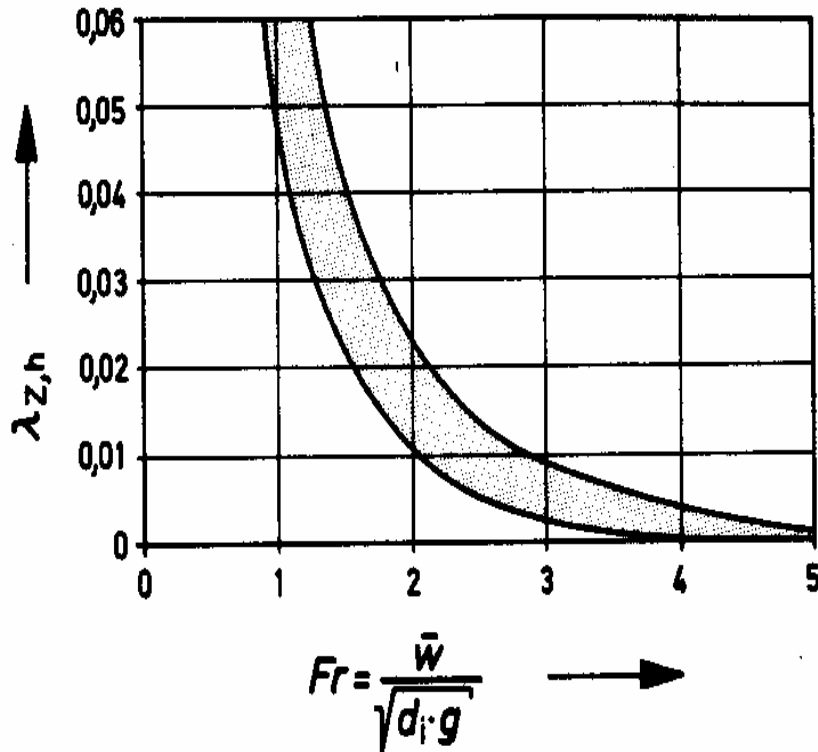


Druckverlust in Abhängigkeit von der Gasgeschwindigkeit



Zusätzlicher Druckverlustbeiwert in Abhängigkeit von der Beladung und Der Fr - Zahl


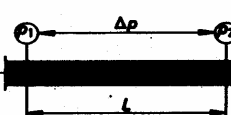
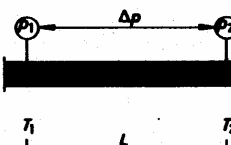
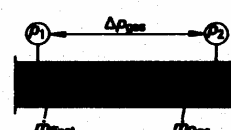
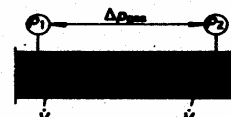
# Hydraulischer Transport

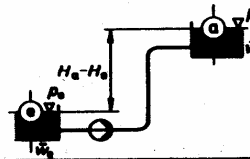
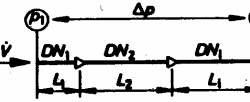
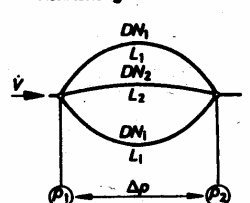


- Zusatz-Druckverlustbeiwert für die hydraulische Förderung in Abhängigkeit von der Fr – Zahl
- Gültig für waagerechte Leitungen

# Rohrverlegung

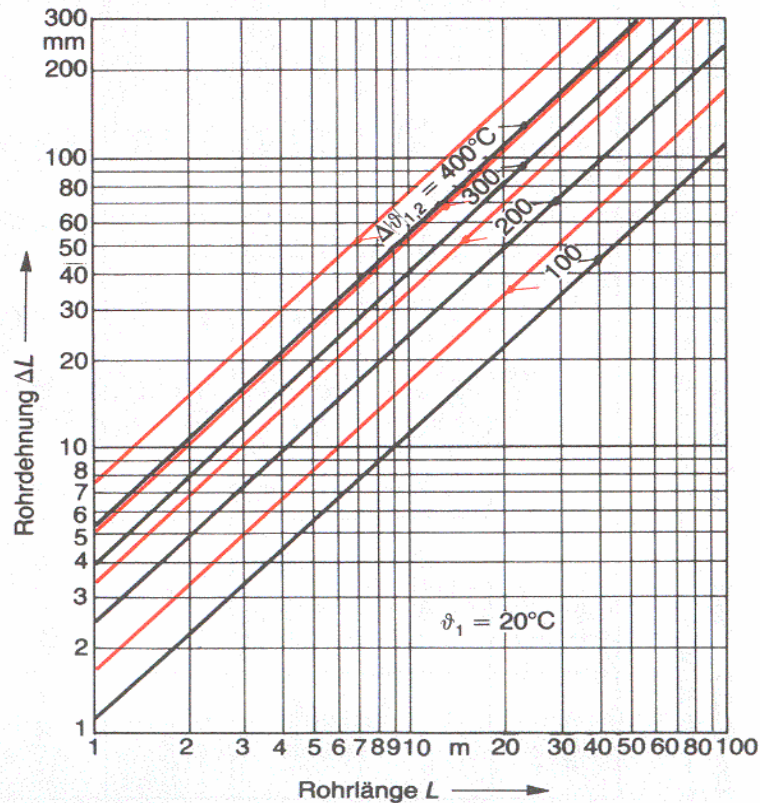
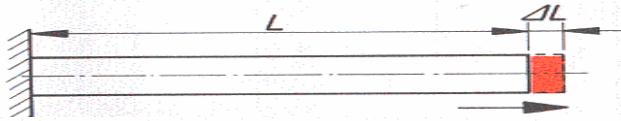
## Wichtigste Bestimmungsgleichungen der Strömungsmechanik

Pos	Benennung	Bestimmungsformel
1	Innendurchmesser 	$d_i = \sqrt{\frac{\dot{V} \cdot 4}{w \cdot \pi}}$ s. Bild 4.1
2	Druckabfall (Flüssigkeiten) 	$\Delta p_1 = \lambda \cdot \frac{L}{d_i} \cdot \rho \cdot \frac{w^2}{2}$ λ s. Bild 4.3 $\Delta p_2 = \left( \lambda \cdot \frac{L}{d_i} + \zeta \right) \cdot \rho \cdot \frac{w^2}{2}$
3	Druckabfall (Gase) 	$\frac{p_1^2 - p_2^2}{2 \cdot \rho_1} = \lambda \cdot \frac{L}{d_i} \cdot \rho_1 \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \frac{T}{T_1}$ mit: $T = \frac{T_1 + T_2}{2}$ oder: $\frac{\Delta p}{\rho_1} = 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot T}{T_1} \cdot \frac{\Delta p_1}{\rho_1}}$ mit: $\Delta p_1 = \Delta p_2$ n. Gl. 4.11
4	Pneumatische Förderung 	$\Delta p_{\text{gas}} = (\lambda + \lambda_s \cdot \mu_{\text{pm}}) \cdot \frac{L}{d_i} \cdot \rho_a \cdot \frac{w^2}{2}$ λ s. Bild 4.7 $\mu_{\text{pm}} = \frac{m_{\text{Fest}}}{m_{\text{Gas}}}$
5	Hydraulische Förderung 	$\Delta p_{\text{gas}} = (\lambda \cdot Q_{\text{Fl}} + \lambda_{s,h} \cdot \mu_h [Q_{\text{Fest}} - Q_{\text{Fl}}]) \cdot \frac{L \cdot w^2}{d_i^2 \cdot 2}$ λ s. Bild 4.8 $\mu_h = \frac{V_{\text{Fest}}}{V_{\text{Fest}} + V_{\text{Fl}}}$

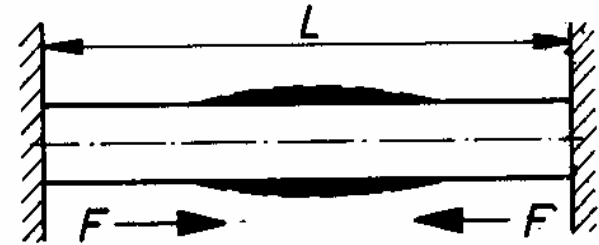
6	Förderhöhe der Anlage 	$H_A = \frac{p_a - p_b}{\rho \cdot g} + (H_b - H_a) + \frac{w_a^2 - w_b^2}{2 \cdot g} + H_V$
7	Hintereinander geschaltete Rohrleitungen 	$\Delta p = \dot{V}^2 \cdot \frac{8 \cdot Q}{\pi^2} \cdot \sum_{i=1}^n \left( \lambda \cdot \frac{L_i}{d_{i,1}^5} \right)$
8	Parallel geschaltete Rohrleitungen 	$\Delta p = \dot{V}^2 \cdot \frac{8 \cdot Q}{\pi^2} \cdot \frac{1}{\left( \sum_{i=1}^n \sqrt{\lambda \cdot \frac{d_{i,1}^5}{L_i}} \right)^2}$

# Rohrleitungen

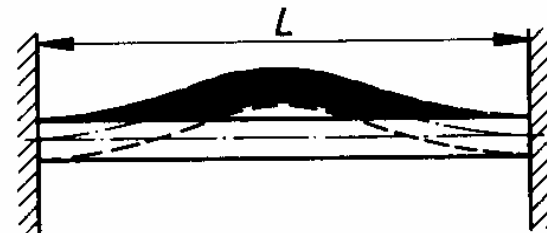
## thermische Dehnung



Längenänderung eine einseitig eingespannten Rohres



Stauchung eines fest eingespannten Rohres auf Grund thermischer Dehnung

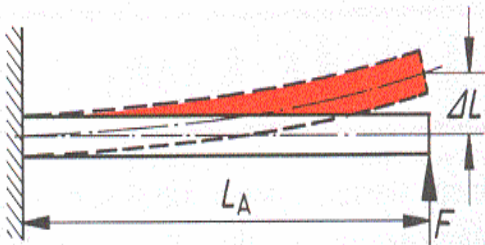


Euler'sche Knickung bei thermischer Dehnung

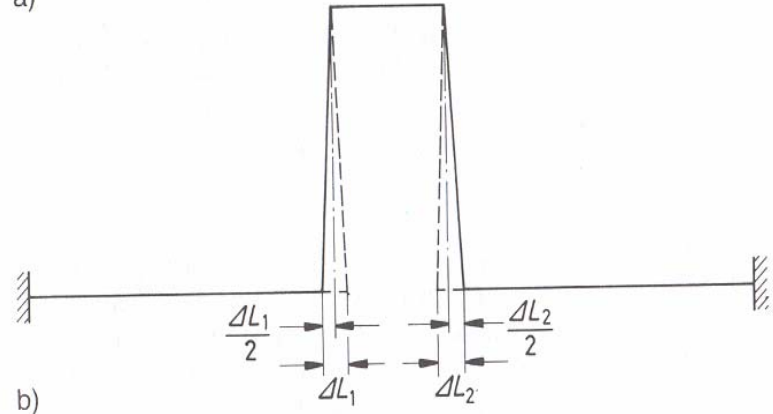
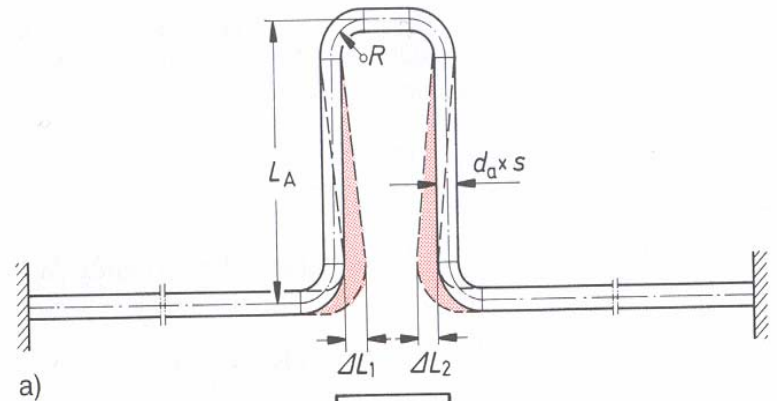
# Rohrleitungen

## natürlicher Rohrdehnungsausgleich

$$\Delta L = \frac{M}{E \cdot I} \cdot \frac{L_A^2}{3}$$



Gleichung für die Auslenkung eines Rohres/  
Trägers durch eine äußere Kraft, Grundgleichung  
für die Festigkeitsrechnung von Rohrssystemen.



U-Bogen-Dehnungsausgleicher  
a) Ohne Vorspannung  
b) Anordnung mit Vorspannung



# Rohrleitungen

## Elastizitätskriterium von Rohrsystemen

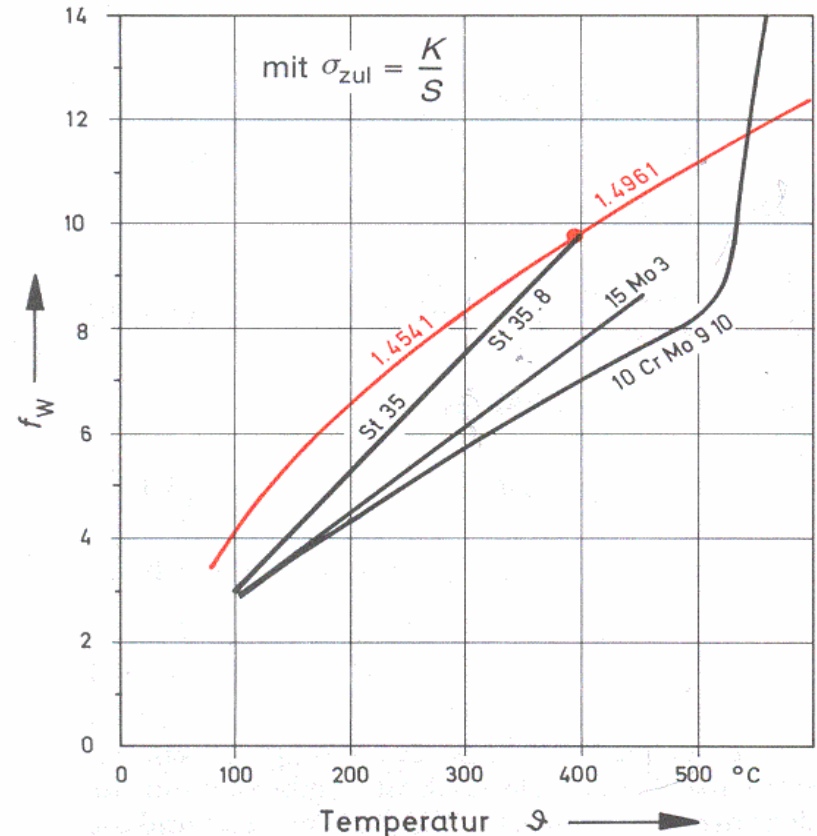
$$\frac{L}{a} \geq 1 + f_w * \sqrt{\frac{d_a}{a}}$$

mit:

$$f_w = \sqrt{\frac{6 \cdot E \cdot \bar{\beta}_L \cdot \Delta \vartheta}{\sigma_{zul}}}$$

$$f_w \approx \frac{\vartheta}{45} (-)$$

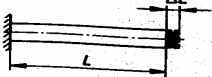
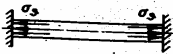
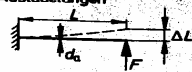
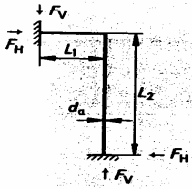
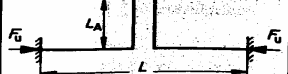
$\vartheta$  in (°C)

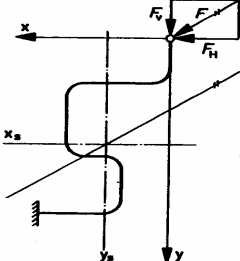
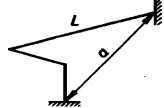
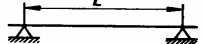


Als Mittelwert für alle Stähle gilt der Erfahrungswert, der nur von der Temperatur abhängig ist.

# Rohrverlegung

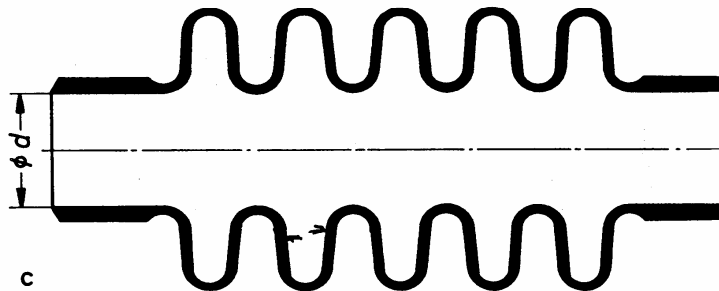
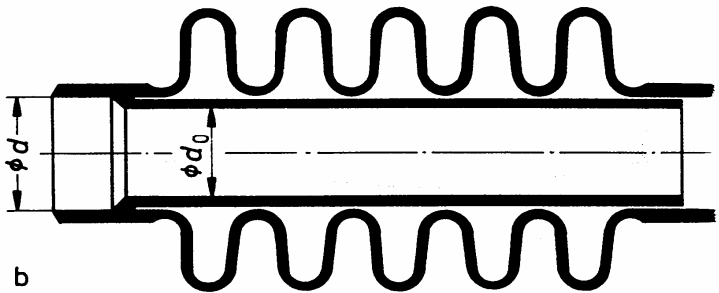
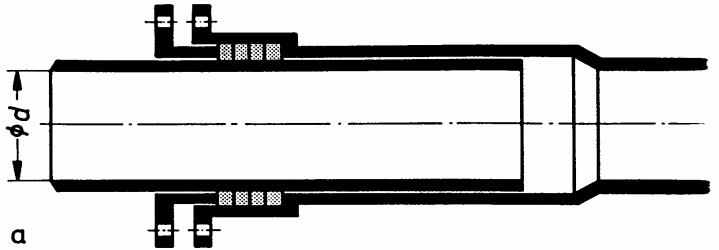
wichtige Bestimmungsgleichungen für die Rohrverlegung

Pos	Benennung	Bestimmungsformel
1	Längenänderung 	$\Delta L = L \cdot \beta_L \cdot \Delta \vartheta$ ; $\beta_L$ aus Tab. 3.1
2	Wärmespannung 	$\sigma_s = E \cdot \beta_L \cdot \Delta \vartheta$ ; $\beta_L$ aus Tab. 3.1, $E$ aus Tab. 3.1
3	Ausladetüngen 	$L = f_L \cdot \sqrt{\Delta L \cdot d_s}$ ; $f_L = \sqrt{\frac{1,5 \cdot E}{\sigma_{zul}}}$ $F \approx \frac{3 \cdot E \cdot I \cdot \Delta L}{L_A^3}$
		$L_1 = f_L^2 \cdot \beta_L \cdot \Delta \vartheta \cdot \frac{L_2}{L_1} \cdot d_s$ $F_V \approx 3 \cdot E \cdot \beta \cdot \Delta \vartheta \cdot \frac{L_2}{L_1} \cdot \frac{I}{L_1^2}$ $F_H \approx 3 \cdot E \cdot \beta \cdot \Delta \vartheta \cdot \frac{L_1}{L_2} \cdot \frac{I}{L_2^2}$
		$F_{res} = \sqrt{F_V^2 + F_H^2}$ $L_A = 0,56 \cdot f_L \cdot \sqrt{\Delta L \cdot d_s}$ $F_u \approx \frac{E \cdot I \cdot \Delta L}{L_A^3}$ ; $\Delta L = L \cdot \beta \cdot \Delta \vartheta$

4	Elastizitätsberechnung 	$F_H = E \cdot I \cdot \frac{\Delta L_H \cdot I_{y,s} + \Delta L_V \cdot I_{xy,s}}{I_{x,s} \cdot I_{y,s} - I_{xy,s}^2}$ $F_V = E \cdot I \cdot \frac{\Delta L_V \cdot I_{x,s} + \Delta L_H \cdot I_{xy,s}}{I_{x,s} \cdot I_{y,s} - I_{xy,s}^2}$ $F = \sqrt{F_H^2 + F_V^2}$ Momentenbestimmung aus Tab. 3.2
5	Elastizitätskriterium 	$\frac{L}{s} \geq 1 + f_w \cdot \sqrt{\frac{d_s}{s}}$ $f_w$ s. Bild 3.23 $f_w \approx \frac{\vartheta}{45}$ $L$ - Gesamtröhrlänge
6	Stützweite 	$L = f \cdot d_s^{0,5} (m)$ ; $d_s$ in mm $f \approx 0,2 + 0,3$

# Rohrleitungen

## Kompensatoren (Auswahl)



*Künstliche Dehnungsaufnehmer*

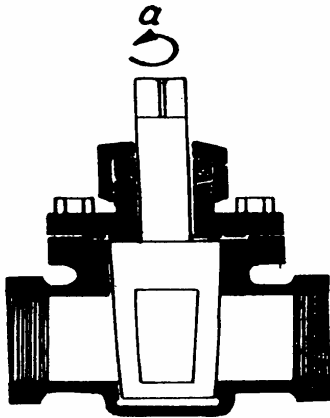
- a) Stopfbuchsendehnungsausgleicher
- b) Wellrohrkompensator mit Innenrohr
- c) Wellrohrkompensator



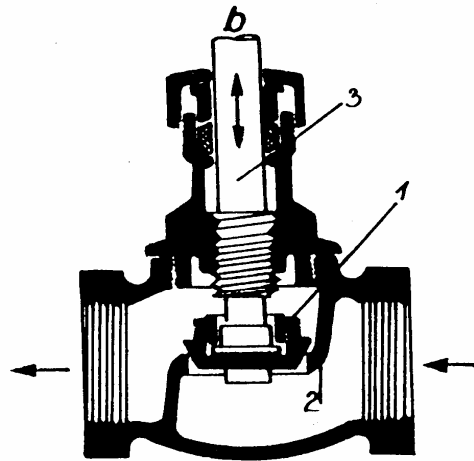
Kompensator an einer Luftzerlegungsanlage

# Rohrleitungen

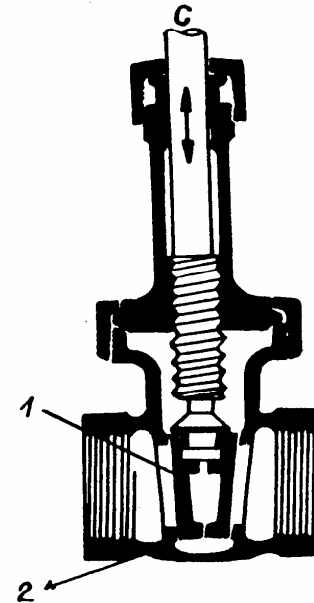
## Stelleinrichtungen für Stoffströme



Hahn: in beide Richtungen durchströmt, für Regelung ungeeignet, heute werden meist Kugelhähne eingesetzt



Ventile werden immer gegen den Ventilteller angeströmt,, Druckverlust in geöffnetem Zustand schon beachtlich, Lässt sich bis unendlich steigern



In beide Richtungen durchströmbar, nicht immer vollständig Dicht, neigt im halbgeöffnetem Zustand zu Schwingungen

