

durch Überwurfmutter verbunden werden. In den Dinormen ist beabsichtigt, je eine Reihe schwerer und leichter Rohrverschraubungen durchzubilden. Eine Übersicht über

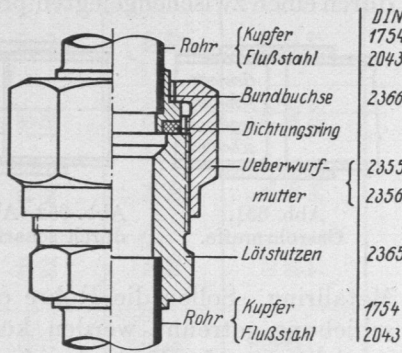


Abb. 666. Lötverschraubung, schwer, nach DIN 2360.

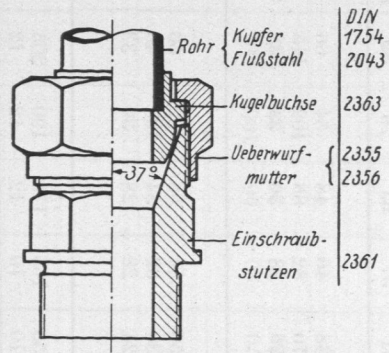


Abb. 666a. Einschraubverschraubung, schwer, nach DIN 2360.

die bisher fertiggestellte erste Gruppe für die Druckstufen  $W 6 D 5$  bis  $W 40 D 32$  und die zugehörigen Einzelteile gibt DIN 2360. Mitten in den Rohrleitungen sitzende Verbindungen werden als Lötverschraubungen, Abb. 666 ausgeführt. Zum Anschluß von Rohren an anderweitige Maschinenteile dienen Einschraubverschraubungen nach Abb. 666a. Dabei sind je zwei Abdichtungsarten vorgesehen: Abb. 666 zeigt Bunddichtung, Abb. 666a Kegelkugeldichtung. Die Bezeichnung der einzelnen Teile sowie die zugehörigen Normblätter sind neben den Abbildungen angegeben. Bleirohre verlötet man nach dem Übereinanderschieben der Enden, Abb. 667.

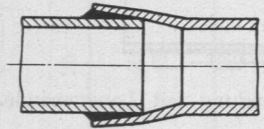


Abb. 667. Verbindung von Bleirohren.

### C. Flanschverbindungen.

Flanschverbindungen sind imstande, große Kräfte unter guter Dichtungsmöglichkeit zu übertragen; sie werden deshalb besonders bei hohen Pressungen verwendet, lassen sich leicht lösen, sind aber vierteilig und teuer. Im Freien oder im feuchten Erdboden leiden die Verbindungsschrauben oft stark durch Rost, so daß dort Muffen vorzuziehen sind. Flanschverbindungen werden an allen Rohrarten benutzt.

Man unterscheidet feste Flansche — an gegossenen Rohren und Stücken fast ausschließlich verwandt — und Überwurf- oder lose Flansche, die über das Rohr geschoben, an einem Bund oder Wulst angreifen.

#### 1. Verbindungen mittels fester Flansche.

Was die Form der Flansche anlangt, so kommen bei vier und mehr Schrauben, also bei größeren Rohren fast nur runde in Betracht. Dagegen wird bei zwei Schrauben häufig von ovalen, bei drei Schrauben von dreieckigen Formen Gebrauch gemacht. Die ovalen erhalten entweder Umrisse nach Abb. 668, aus Kreisbögen mit geraden Verbindungslinien bestehend, oder elliptische oder annähernd elliptische Gestalt. Im letzten Falle kann das folgende Verfahren beim Aufzeichnen und Anreißen benutzt werden. Man trägt nach Abb. 669 die beiden Halbachsen  $a = MA$  und  $b = MB$  und auf der Verbindungslinie  $AB$  ihrer Endpunkte vom Ende der kleinen Achse aus die Differenz  $a - b = BC$  auf. Dann trifft das Mittellot über der Reststrecke  $CA$  die beiden Achsen in den Mittelpunkten  $D$  und  $E$  der Kreisbögen mit den Halbmessern  $DA$  und  $EB$  zur Begrenzung des Flansches.

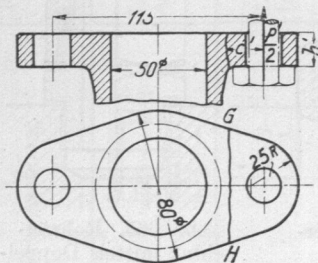
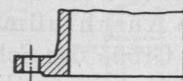
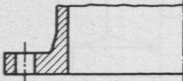


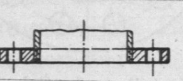
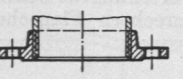
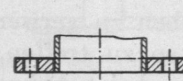
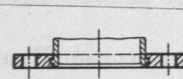
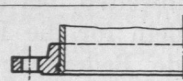
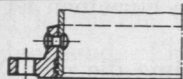
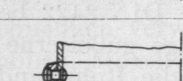
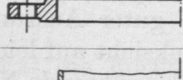


Abb. 668. Ovaler Flansch.



Zusammenstellung 92. Genormte Flansche<sup>1)</sup>.

Lfd. Nr.	Flanschart	Neendrucke	Nennweiten	Normblatt Nr.	Zusammenstellung
1	 Gußeisenflansche	1 und 2,5 6 und 10 16 und 25 40	10...2000 10...1200 10... 500 10... 400	2530 2531 u. 2532 2533 u. 2534 2535	— 93 b und c 93 d und e 93 f
2	 Stahlgußflansche	16 u. 25 40	10... 500 10... 400	2543 u. 2544 2545	93 d u. e 93 f
3	 Ovale Gewindeflansche, glatt	1...6	6...100 (1/8...4'')	2550	93
4	 Ovale Gewindeflansche mit Ansatz	1...6	6...100 (1/8...4'')	2560	93
5	 Runde Gewindefl., glatt	1...6	6...150 (1/8...6'')	2555	93
6	 Runde Gewindeflansche mit Ansatz	1...6 10 16 25 u. 40	6...150 (1/8...6'') 6...150 (1/8...6'') 6...100 (1/8...4'') 6...20 (1/8...3/4'')	2565 2566 2567	93 93 a 93 a
7	 Glatte Flansche, gelötet o. geschweißt	1...6	10...150	2570	93 b
8	 Glatte, runde Walzflansche	1...6	10...150	2575	93 b
9	 Walzflansche mit Ansatz	1...6 10, 16, 25 40	(160)...400 10...400 10...200	2580 2581, 2582 u. 2583 2584	93 b 93 c, d, e 93 f
10	 Walzfl. mit Ansatz und Sicherheitsnietg.	10 u. 16 25 u. 40	150...400 100...400	2590 u. 2591 2592 u. 2593	93 c u. d 93 e u. f
11	 Nietflansche	1...6, 10, 16 25 40	150...500 100...500 100...400	2600...2602 2603 2604	93 b, c, d 93 e 93 f
12	 Lose Flansche für Bördelrohr	1...2,5 6 10	50...2000 50...1200 50... 800	2640 2641 2642	— 93 b 93 c

Nietflansche aus Walzeisen, Vorschweißflansche und lose Flansche mit Bund und Vorschweißbunden befinden sich noch in Bearbeitung.

<sup>1)</sup> Wiedergabe erfolgt mit Genehmigung des Normenausschusses. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der Dinblätter, die durch den Beuth-Verlag GmbH., Berlin S 14, Dresdener Str. 97, zu beziehen sind.

Zu 2. An Stahlgußflanschen werden die Endflächen wegen der rauheren Oberfläche auf ihrer ganzen Breite bearbeitet und deshalb die Arbeitsleisten weggelassen. Die Normung beschränkt sich auf die höheren Druckstufen. Der am Flansch anschließende Kegel ist ähnlich, wie unter 1. beschrieben, ausgebildet und kann in der gleichen Weise bei der Verstärkung der Wanddicke benutzt werden.

Zu 3 bis 12. Als Werkstoff ist für die glatten Flansche der Gruppen 3, 5, 7 und 12, die aus Blechen oder Universaleisen sollen hergestellt werden können, Flußstahl von 3400 kg/cm<sup>2</sup> Mindestfestigkeit, für die glatten Walzflansche der Gruppe 8 Flußstahl St 42·11 DIN 1611, für die übrigen, sämtlich mit Ansätzen versehenen Flansche der Gruppen 4, 6, 9, 10 und 11 entweder Flußstahl St 42·11 DIN 1611 oder Stahlguß von mindestens 4500 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit und  $\delta_5 = 22\%$  Bruchdehnung vorgeschrieben. Der Werkstoff ist bei der Bestellung der Flansche anzugeben.

Zu 3 bis 6. Gewindeflansche finden an den Gewinderohren in Form von ovalen und runden für mäßige Drucke Anwendung. Sie sind sämtlich mit Whitworthrohrgewinde der DIN 259 versehen, wobei die nutzbare Gewindelänge nach DIN 2999 bei Flanschen mit Ansatz einen geringen Zuschlag erhalten muß.

Die Hauptmaße der Gewindeflansche gibt die Zusammenstellung 93 und 93a.

Zu 7. Die Flansche dieser Gruppe werden hart aufgelötet oder autogen, mit Wassergas oder im Feuer aufgeschweißt.

Hart gelötete Flansche, nicht allein an Stahl-, sondern auch an Kupfer- und Messingrohren verwendet, dürfen nur bis zu 200° Temperatur benutzt werden.

Vom Anschweißen der Flansche wird sowohl an Rohren wie an Behältern häufig Gebrauch gemacht. Auch die in Verbindung mit losen Flanschen benutzten Bordringe pflegen entweder aufgeschweißt oder vorgeschweißt zu werden, Abb. 672 und 673.

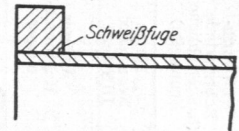


Abb. 672. Bordring aufgeschweißt.

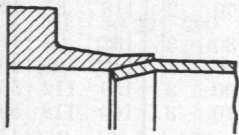


Abb. 673. Bordring vorgeschweißt.

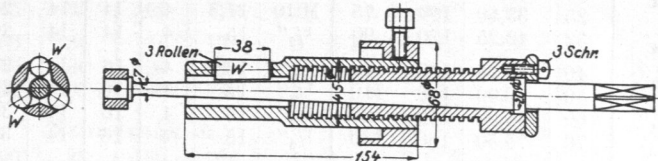


Abb. 673a. Rohrwalze für Rohre von  $\approx 40$  mm Durchmesser. M. 1: 5.

Das Aufschiessen ist nach den Normalien zu Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung 1912 bis zu 250 mm Durchmesser zulässig, wenn der Schweißdruck durch mechanische Vorrichtungen erzeugt wird. Das Vorschweißen von Flanschen und Bordringen, Abb. 673, kann nur für größere Rohrweiten empfohlen werden, bei denen eine beiderseitige Bearbeitung der Schweißstelle möglich ist.

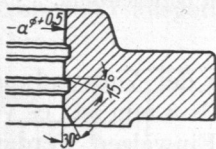


Abb. 673b. Zylindrische Flanschbohrung mit Abfasung an Walzflanschen.

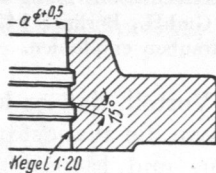


Abb. 673c. Kegelige Flanschbohrung an Walzflanschen.

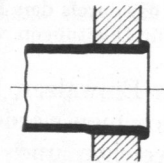


Abb. 673d. Eingewalztes Siederrohr.

Zu 8 bis 10. Walzflansche sind mit Rillen versehen, in welche die Rohrwandung hineingewalzt wird. Der Flansch wird zunächst auf das gutgereinigte Rohr aufgezogen, genau ausgerichtet und das Rohr dann durch die Wirkung mehrerer Walzen *W*, Abb. 673a, die durch einen kegeligen Dorn im Innern der Vorrichtung allmählich auseinandergerückt werden, aufgeweitet, bis die Nuten ausgefüllt sind. Die Flanschbohrung wird nach DIN 2515 entweder zylindrisch gehalten und mit einer Abfasung am Ende versehen, Abb. 673b, oder nach einem Kegel 1:20 ohne Abfasung, Abb. 673c, ausgeführt. Um die Reibung zu erhöhen, soll die Bohrung rau gehalten und deshalb mit großem Vorschub ausgedreht werden. Zahl und Form der Rillen sind durch die eben erwähnte Dinorm einheitlich festgelegt.

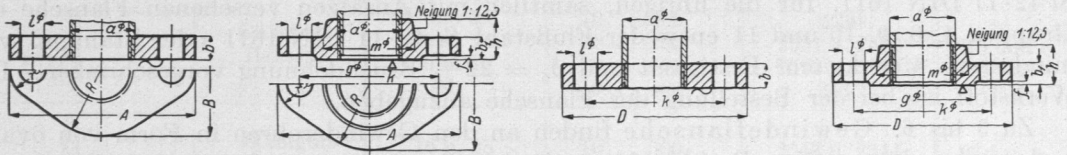
Zusammenstellung 93. Normrechte Gewindeflansche für Nenndruck 1 bis 6 (Auszug)<sup>1)</sup>.

Glatte ovale Gewindeflansche, DIN 2550.

Ovale Gewindeflansche mit Ansatz, DIN 2560.

Glatte runde Gewindeflansche, DIN 2555.

Runde Gewindeflansche mit Ansatz, DIN 2565.



Maße in mm.

1	2	3	4	5	6			9	10-14					15-18			
					Schrauben	Gewinde	Lochdurchmesser		Dicke glatter Flansche	Flansche mit Ansatz			Ovale Flansche				
										Zahl a rund. Flanschen	Dicke	Höhe	Ansatzdurchmesser	Durchmesser	Höhe	Länge	Breite
Zoll	NW	a	D	k		l	b	b <sub>1</sub>	h	m	g	f	A	B	R	r	
1/8"	6	10,00	65	40	M 10	11,5	4	12	10	18	18	25	2	64	32	16	10
1/4"	8	13,25	70	45	M 10	11,5	4	12	10	18	22	30	2	72	36	18	11
3/8"	10	16,75	75	50	M 10	11,5	4	12	12	20	25	35	2	75	40	20	12
1/2"	13	21,25	80	55	M 10	11,5	4	12	12	20	30	40	2	80	45	22,5	13
(5/8")	16	23,50	85	60	M 10	11,5	4	12	12	22	35	45	2	90	50	25	15
3/4"	20	26,75	90	65	M 10	11,5	4	14	14	24	40	50	2	90	64	32	18
1"	25	33,50	100	75	M 10	11,5	4	14	14	24	50	60	2	100	72	36	20
1 1/4"	32	42,25	120	90	1/2"	15	4	14	14	26	60	70	2	118	85	42,5	22
1 1/2"	40	48,25	130	100	1/2"	15	4	16	14	26	70	80	3	132	95	47,5	25
2"	50	60,00	140	110	1/2"	15	4	16	14	28	80	90	3	140	100	50	28
2 1/4"	60	66,00	150	120	1/2"	15	4	16	14	30	90	100	3	150	112	56	30
2 1/2"	70	75,50	160	130	1/2"	15	4	16	14	32	100	110	3	160	118	59	32
3"	80	88,25	190	150	5/8"	18	4	18	16	34	110	128	3	190	140	70	38
3 1/2"	90	101,00	200	160	5/8"	18	4	18	16	36	120	138	3	200	150	75	40
4"	100	113,50	210	170	5/8"	18	4 <sup>2)</sup>	18	16	38	130	148	3	210	160	80	42
4 1/2"	110	126,50	220	180	5/8"	18	8	18	16	38	142	158	3				
5"	125	139,00	240	200	5/8"	18	8	20	18	40	160	178	3				
(5 1/2")	140	152,00	255	215	5/8"	18	8	20	18	42	172	192	3				
6"	150	164,50	265	225	5/8"	18	8	20	18	44	185	202	3				

<sup>1)</sup> Die Wiedergabe der in den Zusammenstellungen 93 u. 93a-f benutzten Normenblätter erfolgt mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses. Maßgebend sind die jeweils neuesten Ausgaben der Din-blätter, die durch den Beuth-Verlag GmbH., Berlin S 14, Dresdener Str. 97, zu beziehen sind.

<sup>2)</sup> Für Ölleitungen werden 8 Schrauben empfohlen.

Das Einwalzen bietet den Vorteil, daß es kalt von Hand an der Verwendungsstelle vorgenommen werden kann, wenn die Wandstärke nicht größer als 8 mm ist; es verlangt aber weichen und zähen Rohr- und Flanschbaustoff. Durch Einwalzen werden auch

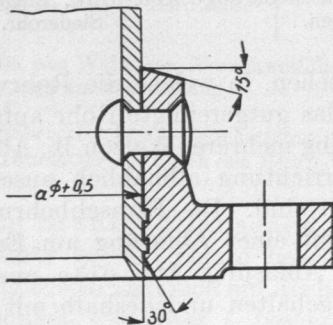


Abb. 673e. Walzflansch mit Sicherheitsnietung. Zylindrische Bohrung mit Abfasung.

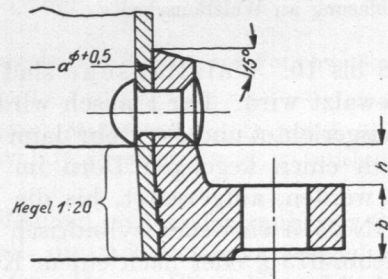
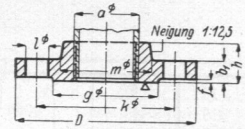


Abb. 673f. Walzflansch mit Sicherheitsnietung. Kegelige Flanschbohrung.

Zusammenstellung 93a.

Runde Gewindeflansche mit Ansatz für die Nenndrucke 10, 16, 25 und 40  
DIN 2566 und 2567 (Auszug).



Maße in mm.

Nenndruck 10 und 16													Nenndruck 25 und 40	
Whitworth-Rohrgewinde (handelsübliche Nennweite)	Zugehörige Nennweite DIN 2402	Äußerer Rohrdurchmesser	Flansch				Ansatzdurchmesser	Arbeitsleiste		Schrauben			Flanschdicke	Flanschhöhe
			Durchmesser	Dicke	Lochkreisdurchmesser	Höhe		Durchmesser	Höhe	Anzahl	Gewinde	Lochdurchmesser		
Zoll	NW	a	D	b <sub>1</sub>	k	h	m	g	f			l	b <sub>1</sub>	h
1/8"	6	10	75	12	50	18	20	32	2	4	M 10	11,5	14	20
1/4"	8	13,25	80	12	55	18	25	38	2	4	M 10	11,5	14	20
3/8"	10	16,75	90	14	60	20	30	40	2	4	1/2"	15	16	22
1/2"	13	21,25	95	14	65	20	35	45	2	4	1/2"	15	16	22
(5/8")	16	23,5	100	14	70	22	40	50	2	4	1/2"	15	16	24
3/4"	20	26,75	105	16	75	24	45	58	2	4	1/2"	15	18	26
1"	25	33,50	115	16	85	24	52	68	2	4	1/2"	15		
1 1/4"	32	42,25	140	16	100	26	60	78	2	4	5/8"	18		
1 1/2"	40	48,25	150	16	110	26	70	88	3	4	5/8"	18		
2"	50	60	165	18	125	28	85	102	3	4	5/8"	18		
2 1/4"	60	66	175	18	135	30	95	112	3	4	5/8"	18		
2 1/2"	70	75,5	185	18	145	32	105	122	3	4	5/8"	18		
3"	80	88,25	200	20	160	34	118	138	3	4 <sup>1)</sup> 8	5/8"	18		
3 1/2"	90	101	210	20	170	36	130	148	3	8	5/8"	18		
4"	100	113,5	220	20	180	38	140	158	3	8	5/8"	18		
Nenndruck 10														
4 1/2"	110	126,5	230	20	190	38	150	168	3	8	5/8"	18		
5"	125	139	250	22	210	40	168	188	3	8	5/8"	18		
(5 1/2")	140	152	265	22	225	42	185	202	3	8	5/8"	18		
6"	150	164,5	285	22	240	44	195	212	3	8	3/4"	22		

1) Für Nenndruck 10 beträgt die Anzahl der Schrauben 4.

die Rohrenden in den Kesselböden und den Wänden der Kondensatoren, Abb. 673d, befestigt. Die vorstehenden Rohrenden werden umgebördelt und verstemmt.

An den Walzflanschen der Gruppe 10 wird das äußere Ende entweder nach Abb. 673e oder Abb. 673f ausgeführt; der anschließende Fortsatz zur Aufnahme der Sicherheits-

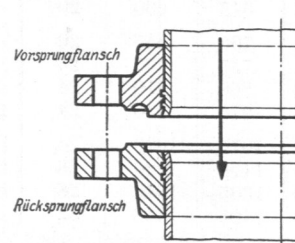
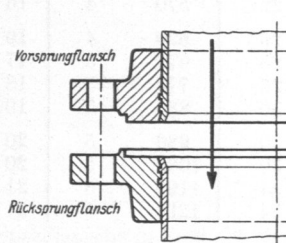
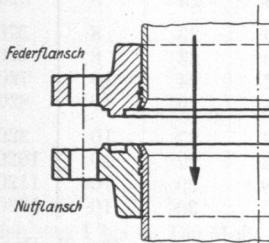


Abb. 673g. Flansch mit Nut und Feder, DIN 2512.

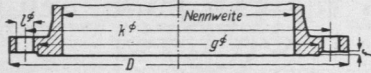
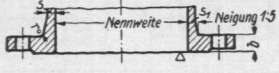
Abb. 673h. Flansch mit Eindrehung für Flachdichtung DIN 2513.

Abb. 673i. Flansch mit Eindrehung für Runddichtung, DIN 2514.

nietung ist zylindrisch gehalten und am Ende kegelig angedreht, um verstemmt werden zu können.

Zu 11. Nietflansche werden nach dem Rohraußendurchmesser unter Zugabe von 0,5 mm zylindrisch ausgedreht, mit einer ein- oder zweireihigen Nietung am Rohre angeschlossen und verstemmt.

Maße in mm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Nennweite	Anschlußmaße DIN 2501							Gußeisenflansche DIN 2531				Außendurchmesser des Stahlrohres
												
	Flanschdurchmesser	Lochkreisdurchmesser	Zahl	Schrauben		Arbeitsleiste		Wanddicke	Flanschdicke	Übergangsdicke	Rundung	
NW	D	k		Gewinde	Lochdurchm.	Durchm.	Höhe	s	b	s <sub>1</sub>	r	a
					l	g	f					
6	65	40	4	M 10	11,5	25	2					
8	70	45	4	M 10	11,5	30	2					
10	75	50	4	M 10	11,5	35	2	6	12	8	3	14
13	80	55	4	M 10	11,5	40	2	6	12	8	3	18
16	85	60	4	M 10	11,5	45	2	6,5	12	9	3	22
20	90	65	4	M 10	11,5	50	2	6,5	14	9	4	25
25	100	75	4	M 10	11,5	60	2	7	14	11	4	30
32	120	90	4	1/2"	15	70	2	7	16	12	4	38
40	130	100	4	1/2"	15	80	3	7,5	16	12	4	44,5
50	140	110	4	1/2"	15	90	3	7,5	16	12	4	57
60	150	120	4	1/2"	15	100	3	8	16	12	4	70
70	160	130	4	1/2"	15	110	3	8	16	12	4	76
80	190	150	4	5/8"	18	128	3	8,5	18	14	5	89
90	200	160	4	5/8"	18	138	3	8,5	18	14	5	102
100	210	170	4 <sup>1)</sup>	5/8"	18	148	3	9	18	14	5	108
110	220	180	8	5/8"	18	158	3	9	18	14	5	121
125	240	200	8	5/8"	18	178	3	9,5	20	15	5	133
(140)	255	215	8	5/8"	18	192	3	9,5	20	15	5	152
150	265	225	8	5/8"	18	202	3	10	20	15	5	159
(160)	275	235	8	5/8"	18	212	3	10	20	15	5	171
175	295	255	8	5/8"	18	232	3	11	22	17	6	191
200	320	280	8	5/8"	18	258	3	11	22	17	6	216
225	345	305	8	5/8"	18	282	3	12	22	17	6	241
250	375	335	12	5/8"	18	312	3	12	24	18	6	267
275	400	360	12	5/8"	18	335	4	12	24	18	6	292
300	440	395	12	3/4"	22	365	4	13	24	18	6	318
(325)	465	420	12	3/4"	22	390	4	13	26	20	8	343
350	490	445	12	3/4"	22	415	4	14	26	20	8	368
(375)	515	470	16	3/4"	22	440	4	14	28	21	8	394
400	540	495	16	3/4"	22	465	4	14	28	21	8	420
450	595	550	16	3/4"	22	520	4	15	28	21	8	470
500	645	600	20	3/4"	22	570	4	16	30	23	8	520
550	705	655	20	7/8"	26	620	4	16	30	23	8	570
600	755	705	20	7/8"	26	670	5	17	30	23	8	620
700	860	810	24	7/8"	26	775	5	18	32	24	10	720
800	975	920	24	1"	30	880	5	19	34	26	10	820
900	1075	1020	24	1"	30	980	5	20	36	27	10	920
1000	1175	1120	28	1"	30	1080	5	20	36	27	10	1020
1100	1305	1240	28	1 1/8"	34	1195	5	21	38	29	10	1120
1200	1405	1340	32	1 1/8"	34	1295	5	21	40	30	10	1220

Die Anschlußmaße in Spalte 2 bis 8 und die Maße der Flanscharten in Spalte 13 bis 21 gelten für alle Druckspalte 22 sind für die Nenndrucke 1 und 2,5 in DIN 2530 und 2640 besonders festgelegt. Sie weichen aber nur ergänzt. Die Flanschmaße der normalen Gußeisenrohre sind in Zusammenstellung 93c enthalten.

1) Für Ölleitungen werden 8 Schrauben empfohlen.

Zu 12. Bei dieser einfachsten Art der Verbindung mittels loser Flansche werden ringförmige Flansche über die Rohre geschoben, die Rohre umgebördelt, wobei der Größtdurchmesser des Bordes dem normalen Arbeitsleistendurchmesser entsprechen soll und dann durch die Flansche zusammengepreßt.

Normrechte Flansche für Nenndruck 6.

Maße in mm.

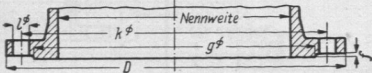
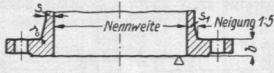
14		15	16	17	18	19	20	21	22	23
Flansche an Stahlrohren				Nietflansche DIN 2600				Lose Flansche für Bördelrohr DIN 2641		
Glatte Flansche, gelötet, geschweißt DIN 2570		Glatte Walzflansche DIN 2575		Walzflansche mit Ansatz DIN 2580						
Flanschdicke		Flanschdicke	Flanschhöhe	Ansatzdurchmesser	Flanschhöhe	Durchmesser	Nietzahl	Abstand	Flanschdicke	Lochdurchm.
$b_1$		$b_2$	$h$	$m$	$h_1$	$d$		$e$	$b_3$	$c$
12										
12										
12										
14										
14										
16										
16									12	60
16									12	74
16									12	80
18									14	94
18									14	107
18									14	113
18									14	126
20									14	138
20									14	157
20									14	164
		18	34	195	58	11	16	17	14	177
		20	36	215	58	11	16	17	16	197
		20	36	240	60	11	20	17	16	222
		20	36	265	60	11	24	17	18	247
		22	38	295	60	11	24	17	20	273
		22	38	320	62	11	28	17	22	298
		22	40	350	62	11	32	17	24	324
		22	40	375	62	11	36	17	24	349
		22	42	400	62	11	40	17	26	374
		24	44	425	62	11	48	17	26	400
		24	46	450	64	11	44	17	28	426
					64	11	48	17	30	477
					66	11	52	17	32	527
									36	577
									40	627
									44	727
									48	827
									52	927
									56	1027
									60	1130
									64	1230

stufen von 1 bis 6. Die Maße der Gußeisenflansche in Spalte 2 bis 8 und der losen Flansche für Bördelrohr in bei größeren Durchmessern von den oben angegebenen ab und sind noch für die Nennweiten bis zu 2000 mm

Sollen die Packungen eingeschlossen werden, wie es bei höheren Drucken in Sonderfällen verlangt wird, so können die normalen Arbeitsleisten der Flansche mit Nut und Feder nach DIN 2512, Abb. 673g oder mit einer Eindrehung für Flachdichtung nach DIN 2513, Abb. 673h oder für Runddichtung nach DIN 2514, Abb. 673i, versehen werden, ohne daß die Baulänge der Rohre, Absperrmittel und Formstücke sich ändert.



Maße in mm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Nennweite	Anschlußmaße DIN 2502							Gußeisenflansche DIN 2532				
												
	Flanschdurchmesser	Lochkreisdurchm.	Schrauben			Arbeitsleiste		Wanddicke	Flanschdicke	Übergangsdicke	Rundung	
<i>NW</i>	<i>D</i>	<i>k</i>	Zahl	Gewinde	Lochdurchm.	Durchm.	Höhe	<i>s</i>	<i>b</i>	<i>s<sub>1</sub></i>	<i>r</i>	
6	75	50	4	M 10	11,5	32	2					
8	80	55	4	M 10	11,5	38	2					
10	90	60	4	1/2''	15	40	2	6	14	10	4	
13	95	65	4	1/2''	15	45	2	6	14	11	4	
16	100	70	4	1/2''	15	50	2	6,5	14	11	4	
20	105	75	4	1/2''	15	58	2	6,5	16	11	4	
25	115	85	4	1/2''	15	68	2	7	16	12	4	
32	140	100	4	5/8''	18	78	2	7	18	14	5	
40	150	110	4	5/8''	18	88	3	7,5	18	14	5	
50	165	125	4	5/8''	18	102	3	7,5	20	15	5	
60	175	135	4	5/8''	18	112	3	8	20	15	5	
70	185	145	4	5/8''	18	122	3	8	20	15	5	
80	200	160	8	5/8''	18	138	3	8,5	22	17	6	
90	210	170	8	5/8''	18	148	3	8,5	22	17	6	
100	220	180	8	5/8''	18	158	3	9	22	17	6	
110	230	190	8	5/8''	18	168	3	9	22	17	6	
125	250	210	8	5/8''	18	188	3	9,5	24	18	6	
(140)	265	225	8	5/8''	18	202	3	9,5	24	18	6	
150	285	240	8	3/4''	22	212	3	10	24	18	6	
(160)	295	250	8	3/4''	22	222	3	10	24	18	6	
175	315	270	8	3/4''	22	242	3	11	26	20	8	
200	340	295	12	3/4''	22	268	3	11	26	20	8	
225	370	325	12	3/4''	22	295	3	12	26	20	8	
250	395	350	12	3/4''	22	320	3	12	28	21	8	
275	420	375	12	3/4''	22	345	4	12	28	21	8	
300	445	400	12	3/4''	22	370	4	13	28	21	8	
(325)	475	430	16	3/4''	22	400	4	13	30	23	8	
350	505	460	16	3/4''	22	430	4	14	30	23	8	
(375)	540	490	16	7/8''	25	456	4	14	32	24	10	
400	565	515	16	7/8''	25	482	4	14	32	24	10	
450	615	565	20	7/8''	25	532	4	15	32	24	10	
500	670	620	20	7/8''	25	585	4	16	34	26	10	
550	730	675	20	1''	30	635	4	16	36	27	10	
600	780	725	20	1''	30	685	5	17	36	27	10	
700	895	840	24	1''	30	800	5	19	40	30	10	
800	1015	950	24	1 1/8''	34	905	5	21	44	33	12	
900	1115	1050	28	1 1/8''	34	1005	5	23	46	35	12	
1000	1230	1160	28	1 1/4''	37	1110	5	24	50	38	12	
1100	1340	1270	32	1 1/4''	37	1220	5	26	52	39	15	
1200	1455	1380	32	1 3/8''	40	1330	5	28	56	42	15	

Die Anschlußmaße sind für *NW* 6 bis 70 und 90 bis 225 gleich denen der Druckstufe 16, bis *NW* 50 auch Schraubenzahlen.

Das stark umrahmte Feld der Spalten 1 bis 12 enthält die Maße der normalen gußeisernen Flanschen-

Da die Ausführungen aber nur für Sonderzwecke in Betracht kommen sollen, ist auf die Wiedergabe von Maßen verzichtet.

Die Zusammenstellungen 93 bis 93f enthalten die wichtigsten Maße der normrechten Flansche mit Ausnahme der Gußeisenflansche der DIN 2530 und der losen Flansche für Bördelrohre DIN 2640, beide für die niedrigen Nenndrücke 1 und 2,5.

Normrechte Flansche für Nenndruck 10.

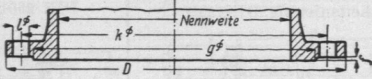
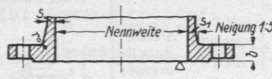
Maße in mm.

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Flansche an Stahlrohren											
Außendurchmesser des Stahlrohres	Flanschdicke	Ansatzdurchmesser	Walzflansch mit Ansatz DIN 2581	Walzflansche mit Ansatz und Sicherheitsnietung DIN 2590				Nietflansch DIN 2601	Lose Flansche für Bördelrohr DIN 2642		
DIN 2581, 2590, 2601, 2642			Flanschhöhe	Flanschhöhe	Durchmesser	Nietzahl	Abstand	Flanschhöhe	Nietzahl	Dicke	Lochdurchm.
a	b <sub>2</sub>	m	h	h <sub>1</sub>	d		e	h <sub>1</sub>		b <sub>3</sub>	c
14	14	30	20								
18	14	35	20								
22	14	40	22								
25	16	45	24								
30	16	52	24								
38	16	60	26								
44,5	16	70	26								
57	18	85	28							16	60
70	18	95	30							16	74
76	18	105	32							16	80
89	20	118	34							18	94
102	20	130	36							18	107
108	20	140	38							18	113
121	20	150	38							18	126
133	22	168	40							18	138
152	22	185	42							18	157
159	22	195	44	62	11	8	17	62	16	18	164
171	22	205	40	67	14	8	21	67	16	20	177
191	24	225	42	69	14	8	21	69	16	20	197
216	24	250	42	69	14	12	21	69	16	20	222
241	24	278	42	69	14	12	21	69	20	22	247
267	26	305	44	71	14	12	21	71	20	22	273
292	26	330	44	71	14	12	21	71	24	24	298
318	26	355	46	71	14	12	21	71	24	26	324
343	26	385	46	71	14	16	21	71	28	26	349
368	26	412	48	71	14	16	21	71	28	28	374
394	28	440	50	73	14	16	21	73	32	30	400
420	28	465	52	73	14	16	21	73	32	32	426
								73	36	34	477
								75	40	38	527
										42	577
										44	627
										50	727
										56	827

denen der Druckstufen 25 und 40; zwischen NW 50 und 80 besteht Übereinstimmung, mit Ausnahme der rohre der DIN 2422.

Zusammenstellung 93 und 93a bringen die Gruppen der Gewindeflansche, 93b bis f die übrigen Arten. Die den Gruppen gemeinsamen Maße sind in den ersten Spalten der Zusammenstellungen vereinigt. — Einen Flansch der Gußeisenrohre der deutschen Rohrnormalien von 1882, Zusammenstellung 85, S. 339, zeigt Abb. 674. Er ist schon in ganz ähnlicher Weise, wie in den neuen deutschen Normen, gestaltet.

Maße in mm.

1	2	3	4					5		6		7		8		9			
			Anschlußmaße DIN 2502										Gußeisenflansche DIN 2533						
																			
			Flanschdurchmesser	Lochkreisdurchm.	Schrauben			Arbeitsleiste		Wanddicke	Flanschdicke	Übergangdicke	Rundung						
Zahl	Gewinde	Lochdurchm.			Durchm.	Höhe													
NW	D	k			l	g	f	s	b	s <sub>1</sub>	r								
6	75	50	4	M 10	11,5	32	2												
8	80	55	4	M 10	11,5	38	2												
10	90	60	4	1/2"	15	40	2	6	14	10	4								
13	95	65	4	1/2"	15	45	2	6	14	11	4								
16	100	70	4	1/2"	15	50	2	6,5	14	11	4								
20	105	75	4	1/2"	15	58	2	6,5	16	11	4								
25	115	85	4	1/2"	15	68	2	7	16	12	4								
32	140	100	4	5/8"	18	78	2	7	18	14	5								
40	150	110	4	5/8"	18	88	3	7,5	18	14	5								
50	165	125	4	5/8"	18	102	3	7,5	20	15	5								
60	175	135	4	5/8"	18	112	3	8	20	15	5								
70	185	145	4	5/8"	18	122	3	8	20	15	5								
80	200	160	8	5/8"	18	138	3	8,5	22	17	6								
90	210	170	8	5/8"	18	148	3	9	24	18	6								
100	220	180	8	5/8"	18	158	3	9,5	24	18	6								
110	230	190	8	5/8"	18	168	3	9,5	24	18	6								
125	250	210	8	5/8"	18	188	3	10	26	20	8								
(140)	265	225	8	5/8"	18	202	3	10	26	20	8								
150	285	240	8	3/4"	22	212	3	11	26	20	8								
(160)	295	250	8	3/4"	22	222	3	11	26	20	8								
175	315	270	8	3/4"	22	242	3	12	28	21	8								
200	340	295	12	3/4"	22	268	3	12	30	23	8								
225	370	325	12	3/4"	22	295	3	13	30	23	8								
250	405	355	12	7/8"	25	320	3	14	32	24	10								
275	435	385	12	7/8"	25	352	4	14	32	24	10								
300	460	410	12	7/8"	25	378	4	15	32	24	10								
(325)	490	440	16	7/8"	25	408	4	16	34	26	10								
350	520	470	16	7/8"	25	438	4	16	36	27	10								
(375)	555	500	16	1"	28	465	4	17	38	29	10								
400	580	525	16	1"	28	490	4	18	38	29	10								
450	640	585	20	1"	28	550	4	19	40	30	10								
500	715	650	20	1 1/8"	32	610	4	21	42	32	12								

Die Anschlußmaße sind für NW 6 bis 70 und 90 bis 225 gleich denen der Druckstufe 10.

1) Die Zahlen beziehen sich auf die Nietflansche nach DIN 2602 in den letzten Spalten.

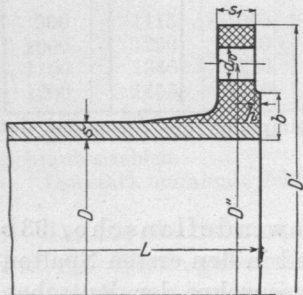


Abb. 674. Flansch der gußeisernen Rohre der Zusammenstellung 85, S. 339.

Auch die Abb. 675 bis 677 zeigen noch Teile nach den älteren Normen, Abb. 675 einen Krümmer, Abb. 676 ein T-Stück, Abb. 677 ein Kreuzstück. Für sie gilt

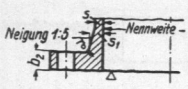
$$L = D + 100 \text{ mm} \quad \text{und} \quad l = \frac{1}{2} (D + d) + 100 \text{ mm. (160)}$$

Für hohen Druck sind die gezeichneten Formen wegen der großen Beanspruchungen an den Anschlußstellen der Stutzen nicht günstig; besser verwendet man Formstücke nach Abb. 627 mit kugeligem Mittelteil.

Für die Anordnung der Schraubenlöcher galt die Regel, daß die lotrechte Ebene durch die Rohrachse Symmetrie-

rechte Flansche für Nenndruck 16.

Maße in mm.

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Stahlgußflansche DIN 2543				Flansche an Stahlrohren								
				Außendurchmesser des Stahlrohres	Flanschkörnung	Ansatzdurchmesser	Walzflansch mit Ansatz, DIN 2582	Walzflansche mit Ansatz und Sicherheitsnietung, DIN 2591	Nietflansche DIN 2602			
Wanddicke	Flanschkörnung	Übergangsdicke	Rundung				DIN 2582, 2591, 2602	Flanschhöhe	Flanschhöhe	Durchmesser	Nietzahl	Abstand
s	b <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	r	a	b <sub>2</sub>	m	h	h <sub>1</sub>	d		e	
6	14	10	4	14	14	30	20					
6	14	11	4	18	14	35	20					
6,5	14	11	4	22	14	40	22					
6,5	16	11	4	25	16	45	24					
7	16	12	4	30	16	52	24					
7	16	12	4	38	16	60	26					
7,5	16	12	4	44,5	16	70	26					
7,5	18	14	5	57	18	85	28					
8	18	14	5	70	18	95	30					
8	18	14	5	76	18	105	32					
8,5	20	15	5	89	20	118	34					
9	20	15	5	102	20	130	36					
9,5	20	15	5	108	20	140	38					
9,5	20	15	5	121	20	150	38					
10	22	17	6	133	22	168	40					
10	22	17	6	152	22	185	42					
11	22	17	6	159	22	195	44	62	11	8	17	16
11	22	17	6	171	22	205	40	67	14	8	21	16
12	24	18	6	191	24	225	42	69	14	8	21	16
12	24	18	6	216	24	250	42	69	14	12	21	16
13	24	18	6	241	24	278	42	69	14	12	21	20
14	26	20	8	267	26	305	44	81	17	12	25	20
14	26	20	8	292	26	335	46	81	17	12	25	20
15	28	21	8	318	28	360	50	83	17	12	25	20
16	28	21	8	343	28	390	50	83	17	16	25	24
16	30	23	8	368	30	415	54	85	17	16	25	24
17	30	23	8	394	30	445	56	85	17	16	25	28
18	32	24	10	420	32	470	58	87	17	16	25	28
19	34	26	10					89 <sup>1)</sup>	17 <sup>1)</sup>	—	25 <sup>1)</sup>	32
21	36	27	10					91 <sup>1)</sup>	17 <sup>1)</sup>	—	25 <sup>1)</sup>	36

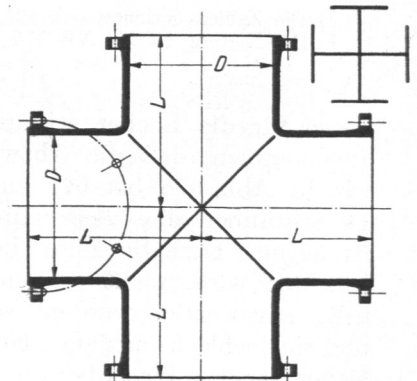
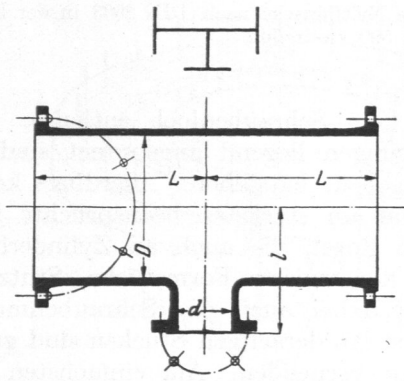
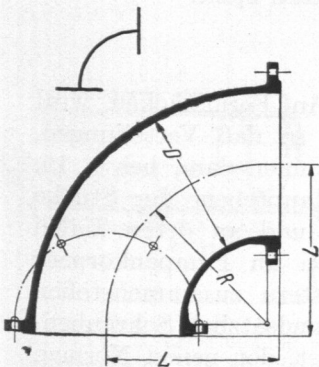
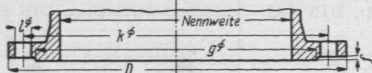
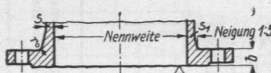


Abb. 675. Krümmen mit Flanschen. Rötischer, Maschinenelemente.

Abb. 676. T-Stück mit Flanschen.

Abb. 677. Kreuzstück mit Flanschen.

Maße in mm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nennweite	Anschlußmaße DIN 2503 							Gußeisenflansche DIN 2534 			
	Flanschdurchmesser	Lochkreisdurchm.	Schrauben			Arbeitsleiste		Wanddicke	Flanschdicke	Übergangsdicke	Rundung
NW	D	k	Zahl	Gewinde	Lochdurchm.	Durchm.	Höhe	s	b	s <sub>1</sub>	r
6	75	50	4	M 10	11,5	32	2				
8	80	55	4	M 10	11,5	38	2				
10	90	60	4	1/2"	15	40	2	6,5	16	10	4
13	95	65	4	1/2"	15	45	2	6,5	16	11	4
16	100	70	4	1/2"	15	50	2	7	16	11	4
20	105	75	4	1/2"	15	58	2	7	18	12	4
25	115	85	4	1/2"	15	68	2	7,5	18	14	5
32	140	100	4	5/8"	18	78	2	7,5	20	15	5
40	150	110	4	5/8"	18	88	3	8	20	15	5
50	165	125	4	5/8"	18	102	3	8,5	22	17	6
60	175	135	8	5/8"	18	112	3	9	24	18	6
70	185	145	8	5/8"	18	122	3	9,5	24	18	6
80	200	160	8	5/8"	18	138	3	10	26	20	6
90	225	180	8	3/4"	22	152	3	11	26	20	8
100	235	190	8	3/4"	22	162	3	11	26	20	8
110	245	200	8	3/4"	22	172	3	11	26	20	8
125	270	220	8	7/8"	25	188	3	12	28	21	8
(140)	290	240	8	7/8"	25	208	3	13	30	21	8
150	300	250	8	7/8"	25	218	3	13	30	23	8
(160)	310	260	8	7/8"	25	228	3	14	30	23	8
175	330	280	12	7/8"	25	248	3	14	32	24	10
200	360	310	12	7/8"	25	278	3	15	34	26	10
225	395	340	12	1"	28	305	3	17	34	26	10
250	425	370	12	1"	28	335	3	18	36	27	10
275	455	400	12	1"	28	365	4	19	38	29	10
300	485	430	16	1"	28	390	4	20	40	30	10
(325)	525	460	16	1 1/8"	32	420	4	21	42	32	12
350	555	490	16	1 1/8"	32	450	4	22	44	33	12
(375)	595	525	16	1 1/4"	35	480	4	23	46	35	12
400	620	550	16	1 1/4"	35	505	4	24	48	36	12
450	670	600	20	1 1/4"	35	555	4	27	50	38	12
500	730	660	20	1 1/4"	35	615	4	29	52	39	15

Die Anschlußmaße sind für NW 6 bis 150 gleich denen der Druckstufe 40.

<sup>1)</sup> Die Zahlen beziehen sich auf die Nietflansche nach DIN 2603 in der letzten Spalte.

<sup>2)</sup> Die Nietung ist für NW 375 bis 500 zweireihig.

ebene für die Löcher sei und kein Schraubenloch enthalte. An Formstücken wird angenommen, daß die Abzweigungen liegend angeordnet sind, so daß Verteilungen, wie in Abb. 675 bis 677 angegeben, entstehen. Allerdings kommen dann bei 6, 10, 14 Schrauben die Löcher in die am stärksten beanspruchte Hauptebene der Stücke zu liegen. Deshalb sollte diese Regel, die auch an Zylindern und an deren Teilen beachtet wird, nicht auf eng konstruierte Formstücke, Stutzen an Pumpenkörpern usw. angewendet werden, weil dabei auch die Schraubenmuttern zusammenstoßen und sich schlecht anziehen lassen. An derartigen Stücken sind grundsätzlich Schraubenlöcher in der Hauptebene zu vermeiden. Am einfachsten ist, den neuen Normen entsprechend, durch vier teilbare Schraubenzahlen zu nehmen.

Flanche für Nenndruck 25.

Maße in mm.

13 14 15 16				17 18 19			20		21 22		23 24		25
Stahlgußflanche DIN 2544				Flanche an Stahlrohren									
				Außendurchmesser des Stahlrohres	Flanschdicke	Ansatzdurchmesser	Walzflanche mit Ansatz, DIN 2583	Walzflanche mit Ansatz und Sicherheitsnietung, DIN 2592	Nietflanche DIN 2603				
Wanddicke	Flanschdicke	Übergangsdicke	Rundung				DIN 2583, 2592, 2603	Flanschhöhe	Flanschhöhe	Durchmesser	Nietzahl	Abstand	Nietzahl
s	b <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	r	a	b <sub>2</sub>	m	h	h <sub>1</sub>	d		e		
6	16	10	4	14	16	30	22						
6	16	11	4	18	16	35	22						
6,5	16	11	4	22	16	40	24						
6,5	18	12	5	25	18	45	26						
7	18	14	5	30	18	52	28						
7	18	14	5	38	18	60	30						
7,5	18	14	5	44,5	18	70	32						
7,5	20	15	5	57	20	85	34						
8	22	17	6	70	22	95	36						
8	22	17	6	76	22	105	38						
8,5	24	18	6	89	24	118	40						
9	24	18	6	102	24	135	42						
9,5	24	18	6	108	24	145	44	64	11	8	17	12	
9,5	24	18	6	121	24	155	46	64	11	8	17	12	
10	26	20	8	133	26	170	48	66	11	8	17	12	
10	28	21	8	152	28	188	50	68	11	8	17	16	
11	28	21	8	159	28	200	52	68	11	8	17	16	
11	28	21	8	171	28	212	52	73	14	8	21	16	
12	28	21	8	191	28	232	52	73	14	12	21	16	
12	30	23	8	216	30	260	54	75	14	12	21	16	
13	30	23	8	241	30	285	54	75	14	12	21	20	
14	32	24	10	267	32	315	56	87	17	12	25	20	
14	32	24	10	292	32	342	58	87	17	12	25	20	
15	34	26	10	318	34	370	60	89	17	16	25	20	
16	36	27	10	343	36	395	64	91	17	16	25	24	
16	38	29	10	368	38	425	68	93	17	16	25	24	
17	38	29	10	394	38	455	72	103 138 <sup>1)</sup>	20	16	30	32 <sup>2)</sup>	
18	40	30	10	420	40	480	76	105 140 <sup>1)</sup>	20	16	30 <sup>1)</sup>	40 <sup>2)</sup>	
19	42	32	12	470	42	530		142 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	—	30 <sup>1)</sup>	40 <sup>2)</sup>	
21	44	33	12	520	44	585		144 <sup>1)</sup>	20 <sup>1)</sup>	—	30 <sup>1)</sup>	48 <sup>2)</sup>	

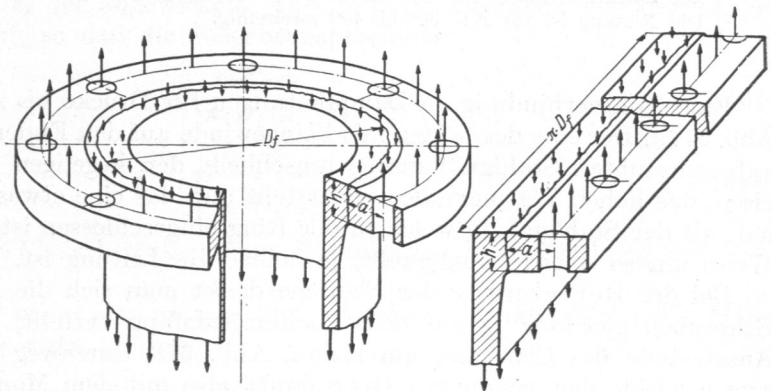
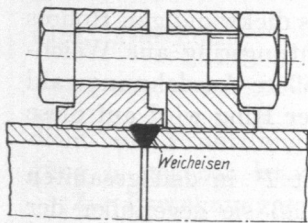


Abb. 677 a. Rohrverbindung an Dampfleitungen bis zu 100 at Betriebsdruck.

Abb. 678 u. 679. Zur Berechnung angegossener Flanche.

Maße in mm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nennweite	Anschlußmaße DIN 2503							Gußeisenflansche DIN 2535			
	Flanschdurchmesser	Lochkreisdurchm.	Schrauben		Arbeitsleiste		Wanddicke	Flanschdicke	Übergangsdicke	Rundung	
Zahl	Gewinde	Lochdurchm.	Durchm.	Höhe							
<i>NW</i>	<i>D</i>	<i>k</i>			<i>l</i>	<i>g</i>	<i>f</i>	<i>s</i>	<i>b</i>	<i>s<sub>1</sub></i>	<i>r</i>
6	75	50	4	M 10	11,5	32	2				
8	80	55	4	M 10	11,5	38	2				
10	90	60	4	1/2"	15	40	2	6,5	16	10	4
13	95	65	4	1/2"	15	45	2	7	16	11	4
16	100	70	4	1/2"	15	50	2	7,5	16	11	4
20	105	75	4	1/2"	15	58	2	7,5	18	12	5
25	115	85	4	1/2"	15	68	2	8	18	14	5
32	140	100	4	5/8"	18	78	2	8,5	20	15	5
40	150	110	4	5/8"	18	88	3	9	20	15	5
50	165	125	4	5/8"	18	102	3	10	22	17	6
60	175	135	8	5/8"	18	112	3	11	24	18	6
70	185	145	8	5/8"	18	122	3	11	24	18	6
80	200	160	8	5/8"	18	138	3	12	26	20	6
90	225	180	8	3/4"	22	152	3	13	28	21	6
100	235	190	8	3/4"	22	162	3	14	28	21	6
110	245	200	8	3/4"	22	172	3	14	28	21	6
125	270	220	8	7/8"	25	188	3	15	30	23	6
(140)	290	240	8	7/8"	25	208	3	16	32	23	6
150	300	250	8	7/8"	25	218	3	17	34	24	8
(160)	325	270	8	1"	28	235	3	18	36	26	8
175	350	295	12	1"	28	260	3	19	38	29	8
200	375	320	12	1"	28	285	3	21	40	30	8
225	420	355	12	1 1/8"	32	315	3	23	42	32	10
250	450	385	12	1 1/8"	32	345	3	24	46	34	10
275	480	415	12	1 1/8"	32	375	4	26	48	36	10
300	515	450	16	1 1/8"	32	410	4	28	50	38	10
(325)	550	480	16	1 1/4"	35	435	4	30	52	39	12
350	580	510	16	1 1/4"	35	465	4	31	54	41	12
(375)	625	550	16	1 3/8"	38	500	4	33	58	44	12
400	660	585	16	1 3/8"	38	535	4	35	62	47	15

Die Anschlußmaße sind für *NW* 6 bis 150 gleich denen der Druckstufe 25.

1) Die Zahlen beziehen sich auf die Nietflansche nach DIN 2604 in der letzten Spalte.

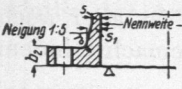
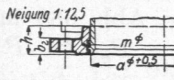
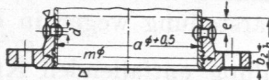
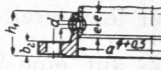
2) Die Nietung ist für *NW* 300 bis 400 zweireihig.

Eine Rohrverbindung an Dampfleitungen für Drucke bis zu 100 at und 450° C zeigt Abb. 677 a. Der eine der beiden mit Feingewinde auf den Enden des dickwandigen Rohres aufgeschraubten Stahlgußflansche umschließt den kegeligen Dichtungsring aus Weich-eisen, das hohen Wärmegraden widersteht und das eine etwas größere Ausdehnungszahl hat, als der Stahlguß, in welchem der Ring eingeschlossen ist. Der Ring wird auf diese Weise um so schärfer angepreßt, je heißer die Leitung ist.

Bei der Berechnung der Flansche denkt man sich die Kraft *P* in den gesamten Schrauben gleichmäßig auf dem Lochkreisumfang verteilt, so daß sie gegenüber der Ansatzstelle des Flansches am Rohre, Abb. 678, durchweg mit dem gleichen Hebel-arm *a* wirkt, den genannten Querschnitt also mit dem Moment *P·a* auf Biegung beansprucht. Der widerstehende Querschnitt ist nach Abb. 678 ein Zylinder vom Durch-

rechte Flansche für Nenndruck 40.

Maße in mm.

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Stahlgußflansche DIN 2545 				Flansche an Stahlrohren								
				Außendurchmesser des Stahlrohres	Flanschdicke	Ansatzdurchmesser	Walzflansche mit Ansatz, DIN 2584 	Walzflansche mit Ansatz und Sicherheitenietung, DIN 2593 	Nietflansche DIN 2604 			
DIN 2584, 2593, 2604			Flanschhöhe				Flanschhöhe	Durchmesser	Nietzahl	Abstand	Nietzahl	
s	b <sub>2</sub>	s <sub>1</sub>	r	a	b <sub>2</sub>	m	h	h <sub>1</sub>	d		e	
6	16	10	4	14	16	30	22					
6	16	11	4	18	16	35	22					
6,5	16	11	4	22	16	40	24					
6,5	18	12	5	25	18	45	26					
7	18	14	5	30	18	52	28					
7	18	14	5	38	18	60	30					
7,5	18	14	5	44,5	18	70	32					
8	20	15	5	57	20	85	34					
8,5	22	17	6	70	22	95	36					
8,5	22	17	6	76	22	105	38					
9	24	18	6	89	24	118	40					
9,5	24	18	6	102	24	135	42					
10	24	18	6	108	24	145	44	64	11	8	17	12
10	24	18	6	121	24	155	46	64	11	8	17	12
11	26	20	8	133	26	170	48	66	11	8	17	12
11	28	21	8	152	28	188	50	68	11	8	17	16
12	28	21	8	159	28	200	52	68	11	8	17	16
12	30	23	8	171	30	215	54	75	14	8	21	16
13	32	24	10	191	32	238	58	77	14	12	21	16
14	34	26	10	216	34	265	62	89	17	12	25	16
15	36	27	10					91	17	12	25	16
16	38	29	10					103	20	12	30	16
16	40	30	10					105	20	12	30	16
17	42	32	12					107 142 <sup>1)</sup>	20	16	30	32 <sup>2)</sup>
18	44	33	12					119 159 <sup>1)</sup>	23	16	35	32 <sup>2)</sup>
19	46	35	12					121 161 <sup>1)</sup>	23	16	35	32 <sup>2)</sup>
20	48	36	12					123 163 <sup>1)</sup>	23	16	35	32 <sup>2)</sup>
21	50	38	12					125 165 <sup>1)</sup>	23	16	35	32 <sup>2)</sup>

messer  $D_f$  und der Höhe  $h$ , der abgewickelt, Abb. 679, ein Rechteck von der Länge  $\pi \cdot D_f$  und der Höhe  $h$  gibt, so daß die Biegebeanspruchung:

$$\sigma_b = \frac{6 P' \cdot a}{\pi \cdot D_f \cdot h^2} \tag{161}$$

wird. Die Form:

$$h = \sqrt{\frac{6 P' \cdot a}{\pi \cdot D_f \cdot k_b}} \tag{161a}$$

dient zur Ermittlung der Flanschstärke, wenn die zulässige Beanspruchung auf Biegung  $k_b$  gegeben ist.

Zur Berechnung von  $P'$  pflegt man anzunehmen, daß der innere Druck in voller Höhe bis zur Mitte der Packung wirkt, so daß:

$$P' = \frac{\pi D_m^2}{4} p_i \tag{162}$$



wird. Bei der Aufstellung der „Normalien für Dampf von hoher Spannung 1912“ wurde sogar der äußere Durchmesser  $D_6$  der Dichtungsleisten oder der Bordringe eingesetzt.

Der auf S. 250 durchgeführten Flanschberechnung war nur der Teil des Flansches, der auf eine Schraube entfällt, zugrunde gelegt; sie führt naturgemäß zu derselben Höhe der Inanspruchnahme wie Formel (161). Von der gleichen Vorstellung ist aber auch der leichteren Darstellung wegen in den Abb. 680 und 681 Gebrauch gemacht, indem die auf eine Teilung entfallenden Kräfte  $\frac{P_0}{i}$ ,  $\frac{P'}{i}$ ,  $\frac{P}{i}$  und  $\frac{P' - P}{i}$  als Einzelkräfte eingetragen sind, wobei  $i$  die Zahl der Flanschschrauben bedeutet, während sich die Formeln auf die gesamten Kräfte beziehen.

Die tatsächliche Beanspruchung angegossener Flansche ist ziemlich verwickelt. Wenn die Schrauben beim Zusammenbau, wie üblich, mit Vorspannung angezogen werden, entstehen in Flanschen, die in ihrer vollen Breite aufeinander liegen, nur Druckspannungen, in solchen, die mit einer Dichtleiste versehen sind oder durch

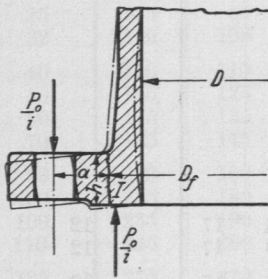


Abb. 680. Flansch im vorgespannten Zustande.

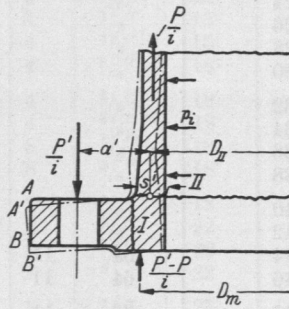


Abb. 681. Flansch im Betriebszustande.

Zwischenlegen einer Packung klaffen, aber auch schon Biegemomente. Die Vorspannkraft  $P_0$ , unter der die Flansche durch das Anziehen der Schrauben stehen und von der auf eine Schraubenteilung  $\frac{P_0}{i}$  kg, Abb. 680, kommen, preßt in ihrer vollen Stärke die Flanschfläche oder die Dichtleiste aufeinander. Unter ihrer Wirkung wölben sich die Flansche, bauchen dabei aber auch die anschließenden Teile der Rohrwandung aus und erzeugen in diesen Spannungen, deren

Art weiter unten näher erläutert wird. In größerem Abstände vom Flansch ist das Rohr spannungsfrei, wenn die Leitung ohne Zwang zusammengebaut wurde.

Wird nun die Rohrleitung in Betrieb genommen, also innerem Druck  $p_i$  unterworfen, so erhöhen sich die Kräfte in den Schrauben. Es tritt eine teilweise Summierung der Vorspann- und der Längskraft im Rohr ein, wie des Näheren auf Seite 235 nachgewiesen wurde. Die so von den Schrauben auf die Flansche ausgeübte Kraft sei  $P'$ . Sie findet ihre Gegenwirkung zunächst in der in der Rohrwandung wirkenden Längskraft  $P = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot p_i$ .

Auf die eigentliche Flanschfläche oder die Dichtleiste wirkt nur noch die Differenz  $P' - P$ . Die Formänderungen, die der Flansch dabei erleidet, sind ähnlich wie im Vorspannungszustande, vgl. Abb. 681. Der Flansch wölbt sich und unterliegt dabei:

1. Biegespannungen, die sich im Querschnitt I in erster Annäherung aus dem Momente  $P' \cdot a$ , wie oben gezeigt, errechnen lassen.

Die Formel (161) führt aber sicher zu einer Überschätzung der Beanspruchung, da die Festigkeit des Flansches als Ring vernachlässigt ist, wie der Vergleich der Abb. 578 und 579 anschaulich zeigt. Neben den Biegespannungen treten nämlich auch noch

2. tangential gerichtete Ringspannungen auf, die einem Teil des äußeren Biegemomentes das Gleichgewicht halten. Durch die Wölbung wird nach Abb. 681 z. B. der Punkt A nach A', also nach außen, der Punkt B nach B', also nach innen, verlegt. Die Kreise, auf denen sie liegen, werden dadurch vergrößert, bzw. verkleinert, die entsprechenden Fasern gereckt oder zusammengedrückt; sie unterliegen also Zug- und Druckspannungen.

Die Schubspannungen sind meist gering und können unberücksichtigt bleiben.

Querschnitt *II* wird beansprucht:

1. auf Zug durch die in der Rohrwand wirkende Längskraft:

$$P = \frac{\pi}{4} D^2 \cdot p_i.$$

Unter der Annahme gleichmäßiger Verteilung der Spannung wird:

$$\sigma_z = \frac{P}{f} = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 p_i}{\pi \cdot D_{II} \cdot s'}$$

wenn  $s'$  die Wandstärke an dieser Stelle bedeutet.

2. Auf Biegung durch die Wölbung des Flansches. Welcher Anteil des Biegemomentes, das die Kräfte  $P'$  und  $(P' - P)$  erzeugen, durch die Steifigkeit des Flansches aufgenommen und welcher Anteil noch in der Rohrwandung wirksam ist, läßt sich nur schätzungsweise angeben. Vernachlässigt man die Vorspannung und zieht als äußere Kraft nur  $P$  in Betracht, namentlich auch in Rücksicht darauf, daß  $P' - P$  an der Dichtleiste Aufnahme findet, so wird das dadurch gegebene Biegemoment  $P \cdot a'$  im allgemeinen noch zu groß ausfallen und deshalb mit einer Berichtigungszahl  $\kappa \leq 1$  zu versehen sein. Nach Versuchen von Bach liegt  $\kappa$  bei unbearbeitetem Gußeisen zwischen 0,36 und 1 und beträgt im Mittel 0,65. Je kräftiger der Flansch und je allmählicher der Übergang von der Rohrwand zur Flanschstärke ist, um so niedriger darf  $\kappa$  genommen werden.

3. Durch tangential gerichtete Zugspannungen infolge des inneren Druckes und infolge der Erweiterung des Rohres durch die Wölbung des Flansches.

Entscheidend für einen Bruch im Querschnitt *II*, der tatsächlich am häufigsten vorkommt, sind vor allem die unter 1. und 2. genannten Kräfte und Momente. Zu ihnen tritt noch die Kerbwirkung in der Kehle, die die Spannungen bei unvermittelten Übergängen beträchtlich erhöht, sich aber rechnerisch nicht verfolgen läßt. Deshalb gestattet auch eine genauere Ermittlung des Moments, die Westphal [VIII, 3] angegeben hat, die aber zu einer ziemlich verwickelten Rechnung führt, keine sichere Beurteilung, da die Kerbwirkung vernachlässigt ist.

Die angedeutete Näherungsrechnung liefert als größte Spannung:

$$\sigma = \sigma_z + \sigma_b' = \frac{P}{f} + \kappa \cdot \frac{6 \cdot P \cdot a'}{\pi D_m \cdot s^2}. \tag{163}$$

Die Betrachtung zeigt jedenfalls, daß man der Ansatzstelle des Flansches konstruktiv große Sorgfalt zuwenden muß: es sind

1. die Hebelarme  $a$  und  $a'$ , an denen die Schrauben angreifen, so klein wie irgend möglich zu halten,
2. ein allmählicher Übergang der Rohrwandstärke in die des Flansches, am besten durch Einschalten eines kegeligen Stückes zu schaffen,
3. die Kehle so auszurunden, daß einerseits die Kerbwirkung beschränkt, andererseits aber auch Lunkerbildungen vermieden werden.

Daß ein Flansch durch Vorziehen der Dichtleiste nach Abb. 682 beträchtlich verstärkt werden kann, weil dadurch ein kräftiger, widerstandsfähiger Ringkörper entsteht, der die Rohrwandung entlastet, folgt ohne weiteres aus dem Vorstehenden.

Über die Zulässigkeit der Berechnung von Flanschen nach der Näherungsformel (161) geben die von Bach gelegentlich der Aufstellung der Rohrnormalien für hohen Druck gemachten Versuche an Ventilkörpern aus Bronze, Stahlguß und Gußeisen [VIII, 1] einigen

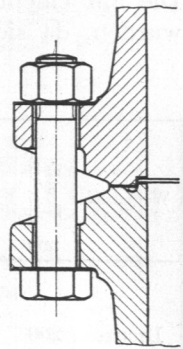


Abb. 682. Verstärkung der Rohrenden durch Vorziehen der Dichtflächen.



	$\sigma_z = \frac{P}{\pi \cdot D_m \cdot s}$	$\sigma'_b = \frac{6 P \cdot a'}{\pi D_m \cdot s^2}$	$\sigma = \sigma_z + \sigma'_b$
Am Ventil Nr. 4 bei $s = 19,6$ mm mittlerer Wandstärke	262	2860	3122 kg/cm <sup>2</sup>
Am Ventil Nr. 5 bei $s = 27$ mm mittlerer Wandstärke	177	1403	1580 kg/cm <sup>2</sup>

Aus der an zwei bearbeiteten Stäben ermittelten Zugfestigkeit des verwandten Gußeisens von durchschnittlich  $K_z = 1668$  kg/cm<sup>2</sup> läßt sich auf eine um etwa 15% niedrigere Festigkeit  $K'_z = 0,85 \cdot 1668 = 1420$  kg/cm<sup>2</sup> des unbearbeiteten Gußeisens und nach den auf Seite 101 angeführten Versuchen an unbearbeiteten Stäben quadratischen Querschnitts auf eine Biegefestigkeit von etwa  $K_b = 1,41 \cdot K'_z = 2000$  kg/cm<sup>2</sup> schließen. Mit dieser Zahl verglichen, bestätigt Versuch 4, daß die eben benutzte Rechnung zu ungünstig ist, da sich  $\sigma$  viel höher ergibt. Dem widerspricht aber Versuch Nr. 5; doch ist der niedrige Wert der Spannung, bei der der Bruch eintrat, sicher auf die sehr starke Kerbwirkung in der Kehle zurückzuführen, durch die auch die Bruchlinie hindurchläuft.

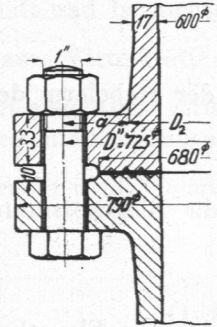


Abb. 683. Flanschverbindung eines Rohres von 600 mm Durchmesser. M. 1:5.

Die Normalien für gußeiserne Flanschenrohre, Seite 339, lassen bei 10 at Betriebsdruck für die Biegebeanspruchung der Flansche nach der Formel (161) bei kleinen Rohren sehr niedrige, bei großen ziemlich hohe Werte zu, wie die folgenden Zahlen zeigen, die ähnlich wie die der Spalte 7 der Zusammenstellung 94 einen Anhalt bei der Berechnung neuer Flansche geben können. Dabei wurde als Druckfläche der mittlere Dichtungskreis eingesetzt und der Hebelarm  $a$  unter Schätzung des Rohrwanddurchmessers  $D_2$  an der Ansatzstelle, Abb. 683, ermittelt, der in den Normen nicht zahlenmäßig festgelegt ist.  $a$  folgt aus:

$$\frac{D'' - D_2}{2}$$

Beispielweise ergibt sich für ein Rohr von 600 mm Durchmesser, Abb. 683, die Längskraft:

$$P' = \frac{\pi}{4} D_m^2 \cdot p_i = \frac{\pi}{4} \cdot 64^2 \cdot 10 = 32170 \text{ kg,}$$

der Hebelarm:

$$a = \frac{D'' - D_2}{2} = \frac{1}{2} (72,5 - 64,4) = 4,05 \text{ cm,}$$

das Widerstandsmoment des Rohrumfanges an der Ansatzstelle des Flansches:

$$W = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot (s_1 + h)^2}{6} = \frac{\pi \cdot 64,4 \cdot 3,8^2}{6} = 487 \text{ cm}^3$$

und damit:

$$\sigma'_b = \frac{P' \cdot a}{W} = \frac{32170 \cdot 4,05}{487} = 268 \text{ kg/cm}^2.$$

Die Werte für einige andere Rohre sind:

Durchmesser . . . . .	40	100	300	500	600	750 mm,
Biegespannung $\sigma'_b$ in Flansch . . . . .	60	105	206	290	268	333 kg/cm <sup>2</sup> ,
Zugspannung $\sigma_z$ in den Schrauben . . . . .	106	164	545	702	563	686 kg/cm <sup>2</sup> .

Auch die in der letzten Zeile angegebenen Beanspruchungen in den Schrauben bei 10 at Druck erscheinen bei den größeren Rohren ziemlich hoch.

Für die Gestaltung und Berechnung der festen, aber besonders aufgesetzten Flansche ist die Art ihrer Verbindung von Wichtigkeit, ob diese nämlich den Flansch mit der Rohrwand zu einem Ganzen vereinigt, wie es beim Aufschweißen oder Auflöten der Fall ist oder nicht. Im ersten Falle wird die Rohrwandung zur Aufnahme der Kräfte herangezogen, im zweiten muß der Flansch an sich genügende Steifheit und Festigkeit be-

sitzen, um den angreifenden Kräften standzuhalten. Immerhin sollen die Flansche auch im ersten Falle kräftig — die Flanschdicken mindestens gleich  $\frac{5}{4}$  der Schraubensstärke — genommen werden, um die Rohrwandung nicht zu hohen Nebenbeanspruchungen auszusetzen.

Runde, besonders aufgesetzte Flansche berechnet man nach der Näherungsformel (161) auf Biegung. So ergibt sich an einem Hochdruckrohre nach Abb. 700 von 200 mm Nennweite bei  $p_i = 20$  at Druck, bezogen auf den Außendurchmesser der Dichtleiste: die Längskraft im Rohr:

$$P' = \frac{\pi}{4} \cdot D_6^2 \cdot p_i = \frac{\pi}{4} \cdot 26^2 \cdot 20 = 10\,620 \text{ kg},$$

der Hebelarm des Biegemomentes:

$$a = \frac{D_2 - D_5}{2} = \frac{310 - 256}{2} = 27 \text{ mm},$$

die Biegespannung:

$$\sigma_b = \frac{6 \cdot P' \cdot a}{\pi \cdot D_5 \cdot h_1^2} = \frac{6 \cdot 10\,620 \cdot 2,7}{\pi \cdot 25,6 \cdot 2,8^2} = 274 \text{ kg/cm}^2.$$

An den Flanschen der Rohre von 300 und 400 mm Durchmesser steigt die Spannung auf 343 und 405 kg/cm<sup>2</sup>.

Ovale Flansche, Abb. 669, müssen im Querschnitt *BF* dem Biegemoment  $\frac{P'}{2} \cdot c$ , im Querschnitt *GH* dem Biegemoment  $\frac{P'}{2} \cdot c'$  entsprechende Widerstandsmomente aufweisen; vgl. Berechnungsbeispiel 4.

## 2. Verbindungen durch lose Flansche.

Die einfachste Form zeigt Abb. 684. Die Enden der Rohre aus weichem Eisen, Kupfer oder Messing werden um 90° umgebördelt und durch zwei Überwurfflansche zusammengepreßt. Die Verbindung ist billig, für geringe Drucke gut geeignet, durch die DIN 2640

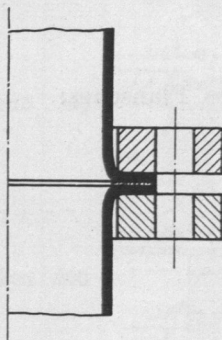


Abb. 684. Verbindung durch lose Flansche unter Umbördeln der Rohrenden.

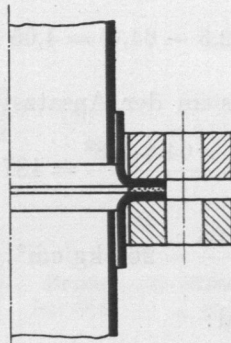


Abb. 685. Lose Flansche an vorgeschuhten Rohren.

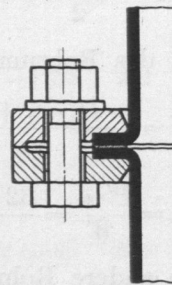


Abb. 686. Verbindung durch lose Flansche, A.-G. Ferrum.

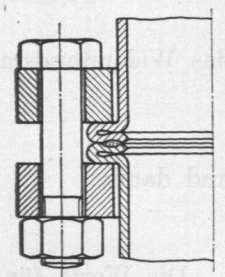


Abb. 687. Lose Flansche an doppelt gebördelten Rohren, Mannesmannwerke.

bis 2642 für die Nenndrucke 1 bis 10 genormt, vgl. Zusammenstellung 93b und c und wird viel verwendet. Manchmal wird das Rohr nach Abb. 685 vorgeschuht, indem ein Kupferbord mit dem Rohr hart verlötet wird. Um das Schiefziehen und Verbiegen der Flansche zu vermeiden, versieht die A.-G. Ferrum sie mit Rändern, die im angezogenen Zustande aufeinander liegen, Abb. 686. Allerdings ist man dabei auf die genaue Einhaltung der Flansch- und Dichtungsstärken angewiesen.