

genommen. Bei verhältnismäßig größerer Wandstärke führt man, ausgehend von Formel (50),

$$r_a = r_i \cdot \sqrt[3]{\frac{k_z + 0,4 p_i}{k_z - 0,65 p_i}} + C \tag{159a}$$

oder:

$$s = r_i \left(\sqrt[3]{\frac{k_z + 0,4 p_i}{k_z - 0,65 p_i}} - 1 \right) + C \tag{159b}$$

aus.

Zusammenstellung 89 enthält Angaben über die in Rohrwandungen zulässigen Beanspruchungen, wobei auch Werte für Preßzylinder, Pumpenkörper usw. aufgeführt sind.

Zusammenstellung 89. Zulässige Beanspruchungen in Rohren, Formstücken u. dgl.

	Zulässige Beanspruchung k_z kg/cm ²	Zuschlag C cm
Rohre aus		
Gußeisen (Friedrich Wilhelmshütte)	210	0,86
Flußeisen, $d \geq 200$ mm	350	0,1
$d > 200$ mm	400	—
Kupfer (Marinevorschriften) $d \leq 100$ mm	200	0,15
$d \geq 125$ mm	200	—
Dickwandige Rohre, Preßzylinder usw. aus		
Gußeisen	200—300—(750) ¹⁾	
Stahlguß	600—(1500) ¹⁾	
Flußeisen	800—(1800) ¹⁾	
Phosphorbronze	500—(1000) ¹⁾	
Pumpenkörper aus		
Gußeisen, zwischen den Ventilen ²⁾	100—150	
„ Druckraum über dem Druckventil ²⁾	150—200	
Stahlguß, zwischen den Ventilen ²⁾	200—250	
„ Druckraum über dem Druckventil ²⁾	250—300	

1) Die eingeklammerten Zahlen sind Höchstwerte für Preßzylinder, an die man nur gezwungen bei vorzüglichem Werkstoff und allmählich zunehmendem Druck herangehen soll.

2) Der eigentliche Arbeitsraum der Pumpen unterliegt in den Umkehrpunkten der Kolbenbewegung plötzlichen, stoßartigen Druckwechseln zwischen der Saug- und der Druckspannung, während der Raum über dem Druckventil nur geringen Schwankungen, sogar annähernd gleichbleibendem Druck ausgesetzt ist, solange die Windkessel genügend groß und mit Luft gefüllt sind. Daher die Unterschiede in der zulässigen Beanspruchung.

IV. Rohrverbindungen.

Die Rohrverbindungen müssen 1. dicht und 2. geeignet sein, die auftretenden Längskräfte zu übertragen. Vielfach wird noch 3. die Forderung leichter Lösbarkeit gestellt. Sie sind, ebenso wie die zur Herstellung von Abzweigungen und Krümmungen nötigen Formstücke, für die gebräuchlichen Rohrdurchmesser in ihren Maßen festgelegt, d. h. genormt.

Rohrverbindungen werden hergestellt durch Muffen, Verschraubungen und Flansche.

A. Muffenverbindungen.

Muffenverbindungen, in Abb. 628 in der an gußeisernen Rohren der Zusammenstellung 85 üblichen Form gezeigt, sind einfach und billig. Sie eignen sich aber im allgemeinen nur für mäßige Drucke, weil größere Längskräfte nicht unmittelbar übertragen werden können, sondern längs der Rohre selbst aufgenommen oder an den End- und Knickpunkten der Leitung besonders aufgefangen werden müssen und weil die Packung nur durch die Reibung in den zylindrischen Muffen gehalten wird. Andererseits lassen sie Ausdehnungen durch die Wärme zu und ermöglichen, wenn sie mit etwas Spiel im Grunde der

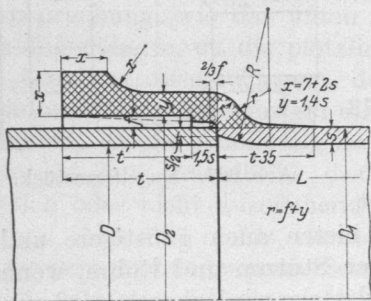


Abb. 628. Normale Muffe an gußeisernen Rohren der Zusammenstellung 85.

die Reibung in den zylindrischen Muffen gehalten wird. Andererseits lassen sie Ausdehnungen durch die Wärme zu und ermöglichen, wenn sie mit etwas Spiel im Grunde der

Muffe verlegt werden, geringe Abweichungen der Rohrstrangachse von der geraden Linie, wie sie beim Verlegen von Gas-, Wasser- und Kanalisationsleitungen im Erdboden unvermeidlich sind. Der dritten der oben erwähnten Forderungen entsprechen Muffenverbindungen schlecht; Muffenrohre können nicht ohne weiteres aus einer verlegten Strecke herausgenommen werden.

Die Muffenwand wird wegen der beim Verstemmen der Dichtung auftretenden Beanspruchungen kräftig, rund 1,4mal so dick wie die Rohrwand ausgeführt, außerdem noch durch einen Bund am Ende verstärkt. Am Grunde befindet sich eine kurze, schwach kegelige Verengung, in der das anschließende Rohr geführt und beim Verstemmen gegen zu starke seitliche Verschiebungen gesichert wird. Wegen der Maße vgl. die Zusammenstellung 85, S. 338, die auch Angaben über die üblichen Baulängen und die Gewichte normaler Muffenrohre enthält. Manche Rohrgießereien liefern auch größere Längen als die dort aufgeführten.

Eine Liste über dünnwandige, gußeiserne Rohre für Heizungszwecke, und zwar für einen Betriebsdruck von 5 at bei Füllung mit kaltem, von 3 at mit heißem Wasser oder Dampf, ist im Dezember 1911 vom Verband Deutscher Zentralheizungs-Industrieller herausgegeben worden.

Die Maße gußeiserner Abflußrohre für Entwässerungsanlagen sind in DIN 364 festgelegt.

Nach dem Guß der Rohre werden lediglich die verlorenen Köpfe abgestochen; im übrigen bleiben Muffenrohre unbeebeitet.

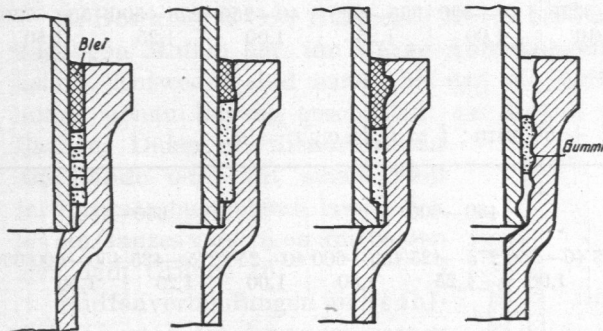


Abb. 629. Abdichtung an Muffenrohren. Abb. 630 bis 632. Muffenverbindungen an gußeisernen Rohren.

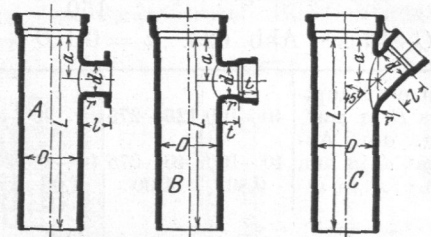


Abb. 633 bis 635. A-, B- und C-Stück zur Herstellung von Abzweigungen.

Die Abdichtung geschieht bei Wasserrohren nach Abb. 629 durch Eintreiben von Hanfstricken und durch Blei, das in den Muffenraum gegossen und dort verstemmt wird, bei Gasrohren in ähnlicher Weise durch Teerstricke, eine Lage Hanf und Blei. Um die Packung sicherer festzuhalten und das Herausdrücken zu verhüten, bringt man auch Erweiterungen in der Muffenwand, manchmal auch Verdickungen des freien Rohrendes, Abb. 630 und 631, an. Abb. 632 zeigt die Dichtung von Budde und Göhde, Berlin, bei der sich ein Rundgummiring beim Einschieben des Rohrendes in die Muffe hineinrollt und in den Rillen festsetzt. Die Verbindung ist besonders in nassen Rohrgräben vorteilhaft, weil sie das Verlegen der Rohrleitungen erleichtert und weil sich guter Gummi in Wasser hält und nicht hart wird.

Abb. 633 bis 642 zeigen die normalen Muffen-Formstücke. B- und C-Stücke, Abb. 634 und 635 dienen zu der Herstellung von Abzweigungen, L-, K-, J-Stücke, Abb. 336 bis 638, zu der von Kurven und Knicken. Abb. 639 ist ein Übergangrohr, Abb. 640 eine Überschiebmuffe zur Verbindung zweier zylindrischer Rohrenden oder zum Schließen

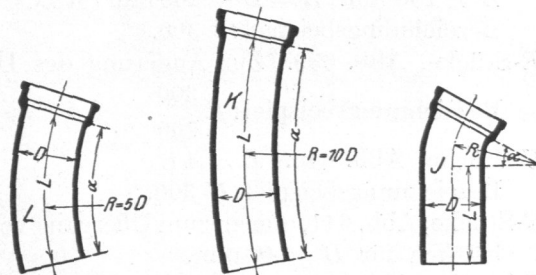


Abb. 636 bis 638. L-, K- und J-Stück.

der Fuge, wenn ein schadhaftes Rohr aus einem Strang herausgeschnitten und durch zwei kürzere Rohrstücke ersetzt worden ist. Nur zersprungene Rohre können durch Umlegen einer geteilten Doppelmuffe gedichtet werden. Die Bezeichnung der Formstücke erfolgt in der Weise, daß die Art und bei Abzweigrohren der lichte Durchmesser des Hauptrohres in Millimetern über, der lichte Durchmesser des Abzweiges unter einem Bruchstriche angegeben wird. Bei Krümmern steht die Anzahl der Stücke, die einen Bogen von 90° bilden, also die Größe 90°:α; (bei α = 45° mithin 2, bei α = 30° 3, bei α = 22½° 4 und bei α = 15° 6) unter dem Bruchstriche. Vgl. Zusammenstellung 90.



Abb. 639. Übergangrohr (R-Stück).

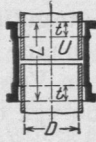


Abb. 640. Überschiebmuffe (U-Stück).

Im folgenden sind die in den Normalien von 1882 festgelegten Hauptabmessungen und Verhältniszahlen zusammengestellt.

Zusammenstellung 90. Muffenformstücke (1882).

A- und B-Stücke, Abb. 633 und 634. $a = 0,2 D + 0,5 d + 100$ mm;

$l = 0,1 d + 120$ mm; $r = 0,05 d + 40$ mm.

Durchmesser des Hauptrohres D in mm	40—100	125—325	350—500		550—750		
Durchmesser des Abzweiges d in mm	40—100	40—325	40—300	325—500	40—250	275—500	550—750
Nutzlänge L in m	0,80	1,00	1,00	1,25	1,00	1,25	1,50
Bezeichnungsbeispiel:	$A \frac{300}{150}$.						

C-Stücke, Abb. 635. $a = 0,1 D + 0,7 d + 80$ mm; $l = 0,75 a$; $r = d$.

Durchm. des Hauptrohres D in mm	40—100	125—275	300—425		450—600			650—750			
Durchm. des Abzweiges d in mm	40—100	40—275	40—250	275—425	40—250	275—425	450—600	40—250	275—425	450—600	650—750
Nutzlänge L in m	0,80	1,00	1,00	1,25	1,00	1,25	1,50	1,00	1,25	1,50	1,75

Bezeichnungsbeispiel: $C \frac{300}{150}$.

L-Stücke, Abb. 636. $R = 5 D$; zulässig für $D \geq 300$ mm.

Bezeichnungsbeispiel: $L \frac{300}{3}$.

K-Stücke, Abb. 637. $R = 10 D$; zulässig für $D \geq 40$ mm.

Bezeichnungsbeispiel: $K \frac{300}{6}$.

J-Stücke, Abb. 638. $R = 250$ mm für $D = 40$ bis 90 mm; $R = D + 150$ mm für $D \geq 100$ mm; $L = D + 200$ mm für $D = 40$ bis 375 mm; $L = 600$ mm für $D \geq 400$ mm.

Bezeichnungsbeispiel: $J 300$.

R-Stücke, Abb. 639. Zur Änderung des Durchmessers, $L = 1$ m.

Bezeichnungsbeispiel: $R \frac{300}{200}$.

U-Stücke, Abb. 640. $L = 4 t$.

Bezeichnungsbeispiel: $U 300$.

E-Stücke, Abb. 641, dienen zum Übergang von Muffen- zu Flanschrohren. $L = 300$ mm erhältlich für $D \geq 40$ mm.

F-Stücke, Abb. 642, zum Übergang von Flansch- zu Muffenrohren, $L = 600$ für $D = 40$ bis 475 mm; $L = 800$ für $D = 500$ bis 750 mm.

Außer den A-, B- und C-Stücken sind auch AA-, BB- und CC-Stücke mit zwei gegenüberliegenden Abzweigen gleicher Abmessungen, wie an den einfachen, erhältlich.

Formstücke, deren Abzweige lichte Durchmesser von 400 und mehr Millimetern besitzen, sind bei Betriebsdrucken von 2 at und darüber in ihren Wandungen oder durch Rippen, Abb. 643 und 644, zu verstärken.

Wegen weiterer Formstücke vgl. DIN 2430.

Bei der Ermittlung der Formstückgewichte, die mit einem Einheitsgewichte des Gusseisens von 7,25 kg zu geschehen pflegt, ist zu dem aus den normalen Abmessungen berechneten Betrag ein Zuschlag von 15%, bei Krümmern ein solcher von 20% zu geben.

Formstücke von mehr als 750 mm Durchmesser werden nicht als normal betrachtet.

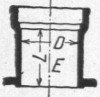


Abb. 641.
E-Stück.

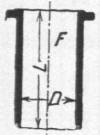


Abb. 642.
F-Stück.

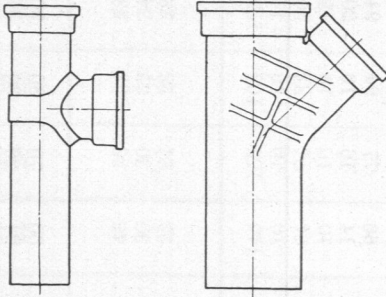


Abb. 643 und 644. Verstärkte Formstücke.

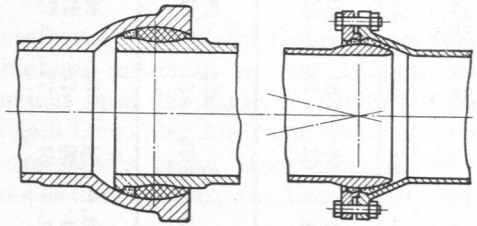


Abb. 645 und 646. Rohre mit kugeligen Muffen, Böcking & Co.

R. Böcking & Co., Halberger Hütte bei Saarbrücken, stellen gußeiserne Rohre mit kugeligen Muffen her, um starke Ablenkungen und dauernde Beweglichkeit zu ermöglichen. Entweder sind nach Abb. 645 die Muffen innen oder nach Abb. 646 die Rohre außen genau kugelig geschliffen; sie drehen sich in den verstemmten Bleidichtungsflächen. Düker, aus diesen Rohren am Lande oder auf einem Floß fertig zusammengebaut, lassen sich als ein Ganzes versenken und passen sich dem Grunde an.

Muffenverbindungen an Stahlrohren nach Art der angegossenen üblichen, geben die Abb. 647 bis 650 wieder. Die Bauart, Abb. 647, der Hahnschen Werke hat eine kegelig nach innen erweiterte Muffe mit einer kräftigen Verstärkung des Randes. Abb. 648 stellt eine an zahlreichen Turbinenleitungen eingebaute Hochdruckmuffenver-

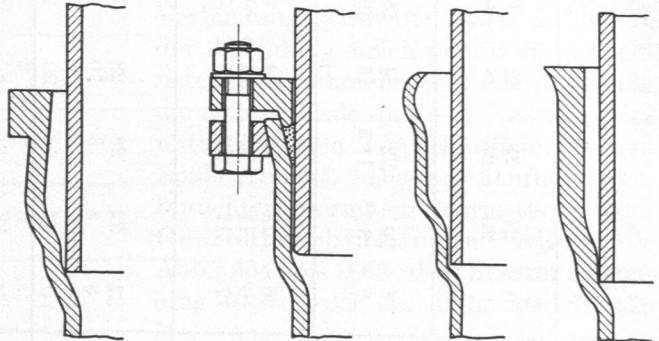


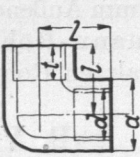
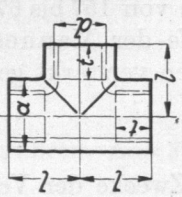
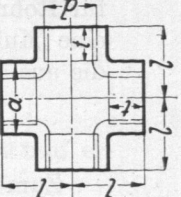
Abb. 647 bis 650. Muffenverbindungen an Stahlrohren, Hahnsche Werke, Ferrum A.G., Rheinmetall, Mannesmann.

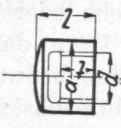
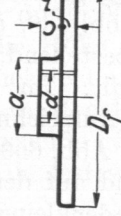
bindung der A. G. Ferrum, Kattowitz, dar, bei welcher zwei Überwurfringe einen besonders zubereiteten Hanfstrick in den Muffenspalt pressen. Abb. 649 ist eine an die spiralgeschweißten Rohre der Firma Rheinmetall, Düsseldorf, angewalzte Muffe für Rohre von 157 bis 672 mm Außendurchmesser für Betriebsdrücke bis zu 5 at, Abb. 650 eine Muffe der Mannesmann-Röhrenwerke für 40 bis 250 mm Rohrdurchmesser, die aus den verstärkt gewalzten Rohrenden hergestellt wird.

B. Verschraubungen.

Zum Zwecke der Verbindung durch Überschraubmuffen werden die Rohrenden mit Rohrgewinde versehen, auf das die Muffen aufgedreht werden. Es entsteht eine auch zur Übertragung größerer Längskräfte geeignete Verbindung. Die Dichtung wird durch das Anliegen der Gänge des schwach kegelig geschnittenen Gewindes, Abb. 651, vgl. auch S. 208, gewöhnlich unter Einlegen einiger mit Öl und Mennige getränkter Hanf-

Zusammenstellung 91. Gasrohrverbindungen.

Rohrbezeichnung	In engl. Zoll, zugl. Bezeichnung des Gewindes	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4"
		Innerer Durchm.	3	6	10	13	20	25	32	38	44	51	57	63	76	89
Muffe, Abb. 654	Länge <i>l</i> Außendurchm. <i>a</i>	20 16	24 20	28 24	32 28	36 34	40 42	46 52	52 58	58 62	64 70	70 82	76 88	82 102	90 115	100 128
Nippel, Abb. 655	Länge <i>l</i> Innendurchm. <i>a</i>	18 6	20 8,75	22 11,5	24 15	28 20,5	32 26	36 35	40 40,5	46 43,75	52 51	58 62	64 68	70 80	80 92	90 104
Doppelnippel, Abb. 656	Länge <i>l</i> Gewindelänge <i>b</i> Schlüsselweite	26 10 17	28 11 17	30 12 22	34 14 28	38 16 33	42 18 39	46 19 55	50 21 61	54 23 61	58 25 77	62 27 77	66 28 94	70 30 103	74 32 112	80 35 125
Gegenmutter, Abb. 657	Schlüsselweite Höhe <i>h</i>	22 8	22 8	28 8	28 10	39 10	44 12	55 12	61 14	66 14	77 16	94 16	94 20	112 20	125 24	150 26
Knie, Abb. 658																
T-Stück, Abb. 659																
Kreuzstück, Abb. 660																
	Schenkellänge <i>l</i> Außendurchm. <i>a</i> Gewindetiefe <i>t</i>	16 8	20 10	24 12	28 14	32 16	38 18	44 20	50 22	60 24	70 26	80 30	90 34	100 38	115 42	130 46

Rohrbezeichnung	In engl. Zoll zugl. Bezeichnung d. Gewindes	Innerer Durchm.	1/8	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 1/4	1 1/2	1 3/4	2	2 1/4	2 1/2	3	3 1/2	4"
Kappe, Abb. 661		Länge <i>l</i> Außendurchm. <i>a</i> Gewindetiefe <i>t</i>	16 16 8	20 20 10	24 24 12	24 28 14	28 34 16	32 42 18	32 50 20	34 58 22	36 62 24	38 70 26	46 82 28	48 88 30	54 102 34	66 115 38	70 128 42
Stopfen, Abb. 662		Länge <i>l</i> Gewindelänge <i>b</i> Schlüsselweite <i>c</i>	20 14 7	22 16 8	24 16 10	26 16 12	30 18 14	34 22 17	38 24 19	42 28 22	46 30 22	50 30 24	54 32 28	58 34 28	62 38 30	66 40 33	70 42 39
Flansch, Abb. 663		Außendurchm. <i>D_f</i> Dicke <i>b</i> Halsdurchm. <i>a</i> Halshöhe <i>c</i>	60 5 20 5	65 5 24 5	75 6 26 8	85 6 30 8	100 8 36 8	110 8 44 8	125 10 54 8	135 10 62 8	145 10 64 10	155 10 74 10	165 10 84 12	175 12 90 12	190 12 106 12	205 12 118 14	220 12 134 14

fäden bewirkt oder durch Einpressen des scharfen Randes, Abb. 652, oder durch einen zwischengelegten profilierten

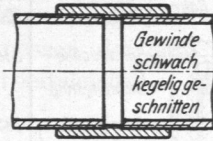


Abb. 651. Gasrohrmuffe.

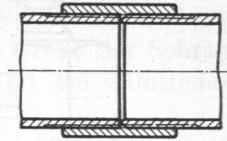


Abb. 652. Abdichtung durch scharfen Rand.

Metallring. Sollen die Rohre ohne Verschiebung getrennt werden können, so versieht man das Ende des einen mit so langem Gewinde, Abb. 653, daß man die ganze Muffe samt einer Gegenmutter aufschrauben kann; zur Herstellung der

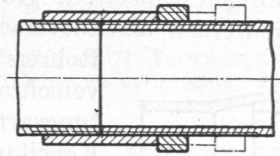


Abb. 653. Muffenverbindung mit Langgewinde.

Verbindung wird die Muffe in die in der Abbildung strich-punktiert gezeichnete Lage gebracht und die Dichtung am rechten Ende durch die Gegenmutter unter Einlegen von Hanffäden in den Spalt erreicht. Die am häufigsten gebrauchten normalen Formstücke oder Gasrohrverbindungen zeigen die Abb. 654 bis 663 der Zusammenstellung 91, in der auch die wichtigsten Maße angegeben sind.

Rohrverschraubungen, Abb. 664, sind leicht lösbare Verbindungen, bei

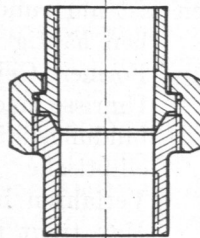


Abb. 664. Rohrverschraubung.

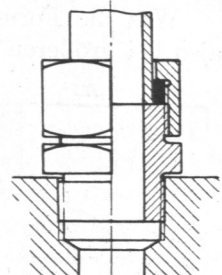


Abb. 665. Rohranschluß mittels Doppel-nutten.

denen die Rohre mit aufgeschraubten oder aufgelöteten Stutzen versehen,

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

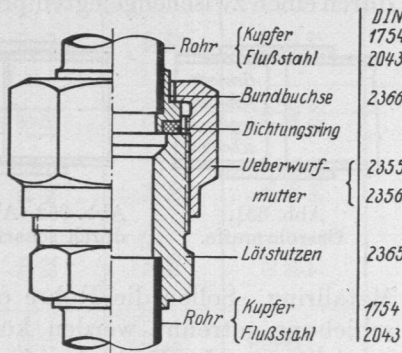


Abb. 666. Lötverschraubung, schwer, nach DIN 2360.

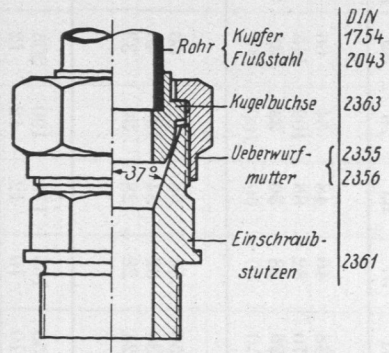


Abb. 666a. Einschraubverschraubung, schwer, nach DIN 2360.

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.

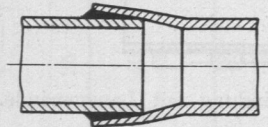


Abb. 667. Verbindung von Bleirohren.

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.

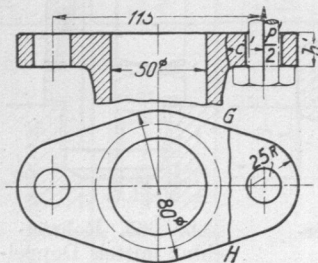


Abb. 668. Ovaler Flansch.

Feste Flansche werden an Gußeisen- und Stahlgußrohren stets durch Angießen, an Stahl-, Kupfer- und Messingrohren durch Aufschrauben, Anlöten, Anschweißen oder Einwalzen hergestellt.

Bei der Normung der Flansche legte man an den runden zunächst in DIN 2501 bis 2503 — lediglich abhängig vom Nenndruck und der Nennweite — die Anschlußmasse fest, nämlich die Flansch- und Lochkreisdurchmesser, die Zahl und Größe der Schrauben und die Durchmesser und Höhen der Arbeitsleisten. Sie sind bei sämtlichen Flanscharten in Rücksicht auf Auswechselbarkeit und gegenseitige Anschlußfähigkeit eingehalten worden. Dagegen wechseln die Maße für die Flanschdicke, den Übergang zum Rohr und die Ansätze je nach dem Werkstoff und der besonderen Art der Flansche und Rohre.

Ein weiterer wichtiger allgemeiner Gesichtspunkt betrifft

die Zahl und Anordnung der Schraubenlöcher in den Flanschen. Nach DIN 2508 sind nur durch vier teilbare Zahlen, also 4, 8, 12, 16 ... Schrauben zu verwenden; ihre Anordnung an Rohrleitungen und Absperrmitteln ist stets so zu treffen, daß sie symmetrisch zu den beiden Hauptachsen liegen und daß in diese keine Schrauben fallen, Abb. 670 und 671.

Zusammenstellung 92 gibt einen Überblick über die Ende 1926 genormten Flansche, sowohl nach ihrer Form wie auch nach den Nenndrücken und Nennweiten, bei denen die einzelnen Arten Anwendung finden sollen. Sie haben nicht allein für die Rohre und Formstücke, sondern auch für die Absperrmittel grundlegende Bedeutung und können auch sonst im Maschinenbau häufig angewendet werden. Im einzelnen ist dazu das Folgende zu bemerken:

Zu 1. Von den Gußeisenflanschen haben für Rohre in erster Linie die der Druckstufe 10 Bedeutung, weil sie an den normalen Gußeisenrohren der DIN 2422 benutzt sind. Die übrigen kommen vor allem für Absperrmittel und sonstige gußeiserne Teile des Maschinenbaus in Frage. Der Übergang der Flanschstärke in die Rohrwanddicke ist durch Einschalten eines Kegels unter einer Neigung 1:5 und guter Ausrundung der Kehle an der Ansatzstelle des Flansches vermittelt, sowohl in Rücksicht auf leichtere Herstellung durch den Guß, wie auf die von den Schraubenkräften herrührende Nebenbeanspruchung auf Biegung. Der Kegel soll beim Entwurf neuer Teile oder bei Neuanfertigung von Modellen, deren Wandstärke von der normalen abweicht, dazu benutzt werden, diese Wandstärke durch Vergrößern des Außendurchmessers zu erreichen. Dabei verringert sich die Höhe des Kegels; Neigung und Ansatzdurchmesser am Flansch bleiben dagegen in Rücksicht auf den Platz, den die Schrauben beanspruchen, erhalten. Wird bei vorhandenen Modellen eine Änderung der Wanddicke gegenüber der bei der Modellanfertigung zugrunde gelegten erforderlich, so gilt im allgemeinen der Außendurchmesser des Modells als feststehend; die Änderung der Wanddicke erfolgt auf Kosten der lichten Weite.

Bearbeitet wird gewöhnlich nur die Arbeitsleiste. Da sie zwecks besseren Festhaltens der Dichtung nicht zu glatt sein soll, pflegt man sie nur zu überschuppen.

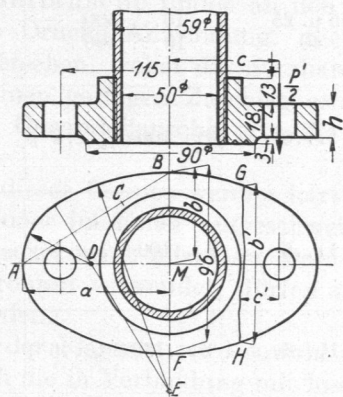


Abb. 669. Ovaler Flansch.

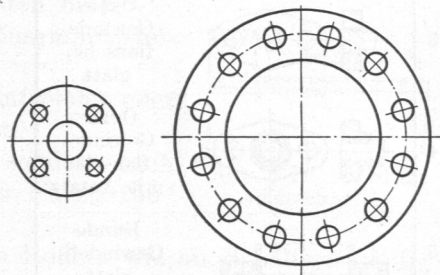
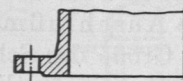
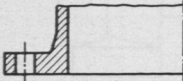


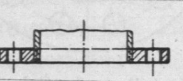
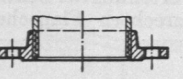
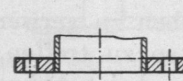
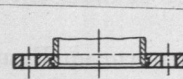
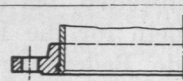
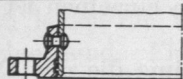
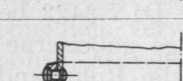
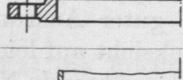


Abb. 670 und 671. Verteilung der Schraubenlöcher an normrechten Flanschen.

Zusammenstellung 92. Genormte Flansche¹⁾.

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 ($\frac{1}{8}$...4'')	2550	93
4	 Ovale Gewindeflansche mit Ansatz	1...6	6...100 ($\frac{1}{8}$...4'')	2560	93
5	 Runde Gewindefl., glatt	1...6	6...150 ($\frac{1}{8}$...6'')	2555	93
6	 Runde Gewindeflansche mit Ansatz	1...6 10 16 25 u. 40	6...150 ($\frac{1}{8}$...6'')	2565 2566 2567	93 93 a 93 a
			6...150 ($\frac{1}{8}$...6'')		
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 Bödelrohr	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.

¹⁾ 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/cm² 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/cm² 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.

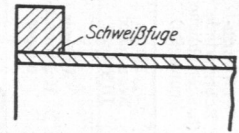


Abb. 672. Bordring aufgeschweißt.

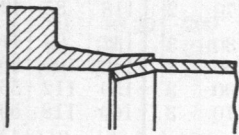


Abb. 673. Bordring vorgeschweißt.

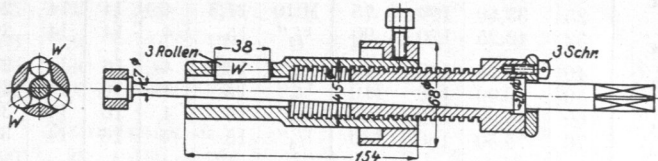


Abb. 673a. Rohrwalze für Rohre von ≈ 40 mm Durchmesser. M. 1: 5.

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.

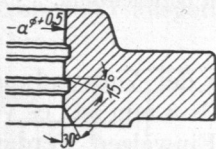


Abb. 673b. Zylindrische Flanschbohrung mit Abfasung an Walzflanschen.

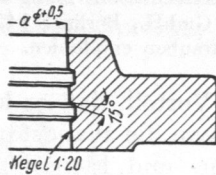


Abb. 673c. Kegelige Flanschbohrung an Walzflanschen.

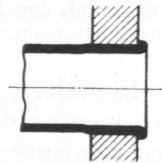


Abb. 673d. Eingewalztes Siederrohr.

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.

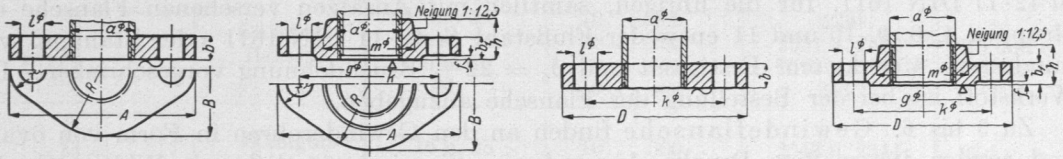
Zusammenstellung 93. Normrechte Gewindeflansche für Nenndruck 1 bis 6 (Auszug)¹⁾.

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			
					Gewinde	Lochdurchmesser	Zahl a rund. Flanschen		Flansche mit Ansatz					Ovale Flansche			
									Dicke	Höhe	Ansatzdurchmesser	Arbeitsleiste		Länge	Breite	Halbmesser	
Zoll	NW	a	D	k	l	b	b ₁	h	m	g	f	A	B				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 ²⁾	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				

¹⁾ 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.

²⁾ 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

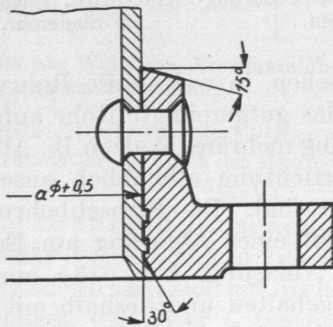


Abb. 673e. Walzflansch mit Sicherheitsnietung. Zylindrische Bohrung mit Abfasung.

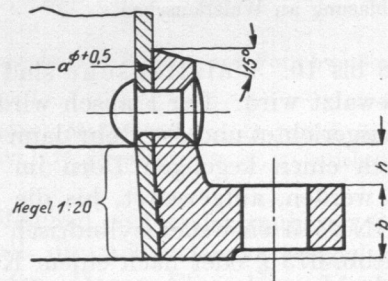
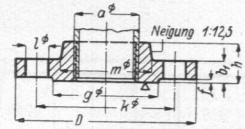


Abb. 673f. Walzflansch mit Sicherheitsnietung. Kegelige Flanschbohrung.

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			Flanschkörnung	Flanschhöhe
			Durchmesser	Dicke	Lochkreisdurchmesser	Höhe		Durchmesser	Höhe	Anzahl	Gewinde	Lochdurchmesser		
Zoll	NW	a	D	b ₁	k	h	m	g	f			l	b ₁	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 ¹⁾ 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-

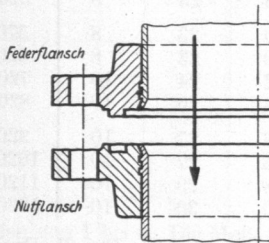


Abb. 673g. Flansch mit Nut und Feder, DIN 2512.

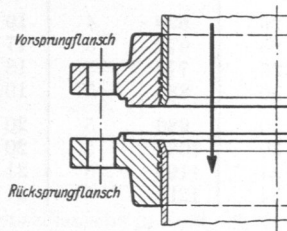


Abb. 673h. Flansch mit Eindrehung für Flachdichtung DIN 2513.

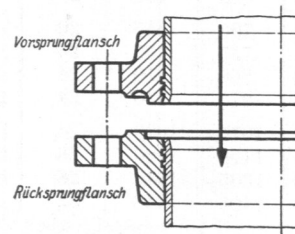


Abb. 673i. Flansch mit Eindrehung für Runddichtung, DIN 2514.

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 Nennweite	Anschlußmaße DIN 2501								Gußeisenflansche DIN 2531				13 Außendurchmesser des Stahlrohres
	2 Flanschdurchmesser	3 Lochkreisdurchmesser	4 Zahl	5 Schrauben		7 Arbeitsleiste		9 Wanddicke	10 Flanschdicke	11 Übergangdicke	12 Rundung		
				6 Gewinde	Lochdurchm.	Durchm.	Höhe						
NW	D	k		Gewinde	l	g	f	s	b	s ₁	r	a	
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 ¹⁾	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	

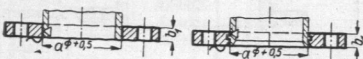

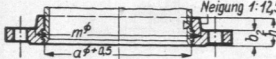
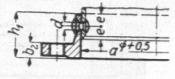
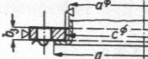
Die Anschlußmaße in Spalte 2 bis 8 und die Maße der Flanscharten in Spalte 9 bis 12 gelten für alle Druckspalte 13 bis 21. Spalte 22 sind für die Nenndrucke 1 und 2,5 in DIN 2530 und 2640 besonders festgelegt. Sie weichen aber nur ergänzt. Die Flanschmaße der normalen Gußeisenrohre sind in Zusammenstellung 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.

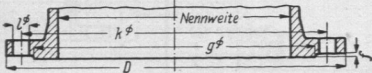
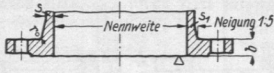
Maße in mm.

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	<p>Anschlußmaße DIN 2502</p> 							<p>Gußeisenflansche DIN 2532</p> 			
	Flanschdurchmesser	Lochkreisdurchm.	Schrauben			Arbeitsleiste		Wanddicke	Flanschdicke	Übergangsdicke	Rundung
	NW	D	k	Zahl	Gewinde	Lochdurchm.	Durchm.	Höhe	s	b	s ₁
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.

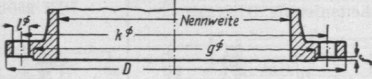
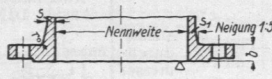
Maße in mm.

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 ₂	m	h	h ₁	d		e	h ₁		b ₃	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	Anschlußmaße DIN 2502					Gußeisenflansche DIN 2533			
											
			Flanschdurchmesser	Lochkreisdurchm.	Schrauben			Arbeitsleiste		Wanddicke	Flanschdicke
Zahl	Gewinde	Lochdurchm.			Durchm.	Höhe					
NW	D	k			l	g	f	s	b	s ₁	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.

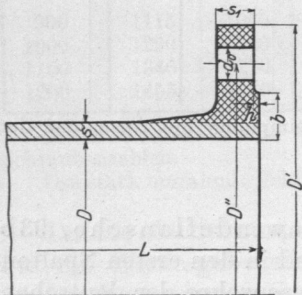


Abb. 674. Flansch der gußeisernen Rohre der Zusammenstellung 85, S. 339.

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

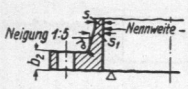
$$L = D + 100 \text{ mm} \quad \text{und} \quad l = \frac{1}{2} (D + d) + 100 \text{ mm. (160)}$$

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 ₂	s ₁	r	a	b ₂	m	h	h ₁	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 ¹⁾	17 ¹⁾	—	25 ¹⁾	32
21	36	27	10					91 ¹⁾	17 ¹⁾	—	25 ¹⁾	36

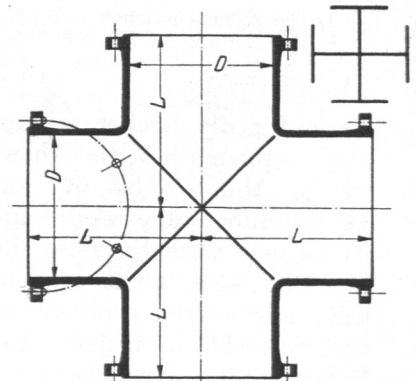
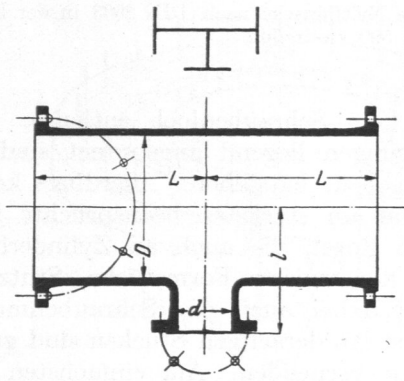
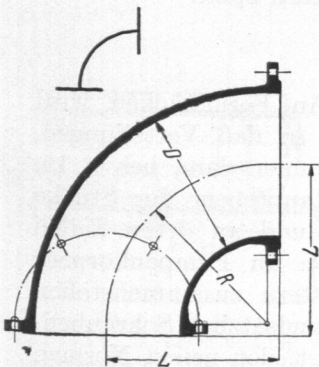
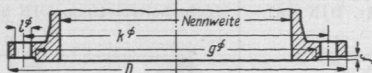
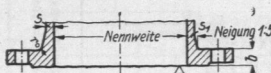


Abb. 675. Krümmen mit Flanschen. Rötischer, Maschinenelemente.

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 ₁	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.

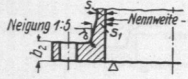
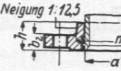
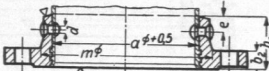
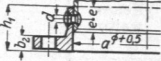
¹⁾ Die Zahlen beziehen sich auf die Nietflansche nach DIN 2603 in der letzten Spalte.

²⁾ 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.

Flansche für Nenndruck 25.

Maße in mm.

13 14 15 16				17 18 19 20 21 22 23 24 25												
Stahlgußflansche DIN 2544				Flansche an Stahlrohren												
				Außendurchmesser des Stahlrohres	Flanschdicke	Ansatz- durchmesser	Walzflansche mit Ansatz, DIN 2583	Walzflansche mit Ansatz und Sicherheitsnietung, DIN 2592	Nietflansche DIN 2603							
Wand- dicke	Flansch- dicke	Über- gang- dicke	Run- dung							Flanschhöhe	Flansch- höhe	Durch- messer	Niet- zahl	Ab- stand	Nietzahl	
<i>s</i>	<i>b</i> ₂	<i>s</i> ₁	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>b</i> ₂	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>h</i> ₁	<i>d</i>			<i>e</i>				
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 ¹⁾	20	16	30		32 ²⁾			
18	40	30	10	420	40	480	76	105 140 ¹⁾	20	16	30 ¹⁾		40 ²⁾			
19	42	32	12	470	42	530		142 ¹⁾	20 ¹⁾	—	30 ¹⁾		40 ²⁾			
21	44	33	12	520	44	585		144 ¹⁾	20 ¹⁾	—	30 ¹⁾		48 ²⁾			

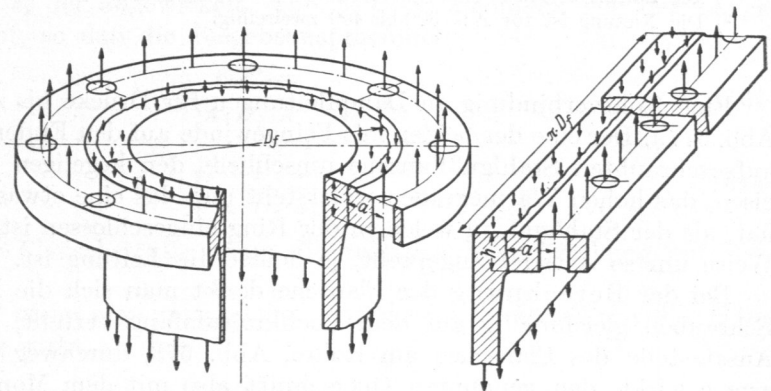
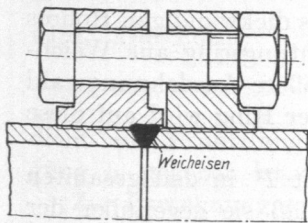


Abb. 677 a. Rohrverbindung an Dampfleitungen bis zu 100 at Betriebsdruck.

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

Maße in mm.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Nennweite	Anschlußmaße DIN 2503							Gußeisenflansche DIN 2535			
	Flanschdurchmesser	Lochkreis-durchm.	Schrauben		Arbeitsleiste		Wand-dicke	Flansch-dicke	Über-gang-dicke	Rundung	
Zahl	Gewinde	Loch-durchm.	Durchm.	Höhe							
NW	D	k		l	g	f	s	b	s ₁	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	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 $P \cdot a$ 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	
<i>s</i>	<i>b</i> ₂	<i>s</i> ₁	<i>r</i>	<i>a</i>	<i>b</i> ₂	<i>m</i>	<i>h</i>	<i>h</i> ₁	<i>d</i>		<i>e</i>	
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 ¹⁾	20	16	30	32 ²⁾
18	44	33	12					119 159 ¹⁾	23	16	35	32 ²⁾
19	46	35	12					121 161 ¹⁾	23	16	35	32 ²⁾
20	48	36	12					123 163 ¹⁾	23	16	35	32 ²⁾
21	50	38	12					125 165 ¹⁾	23	16	35	32 ²⁾

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

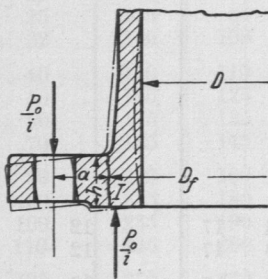


Abb. 680. Flansch im vorgespannten Zustande.

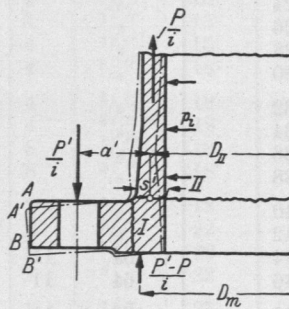


Abb. 681. Flansch im Betriebszustande.

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 κ 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 κ 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

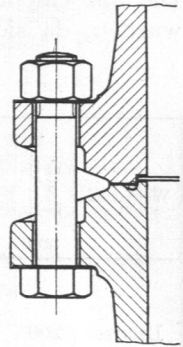
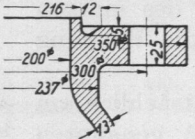
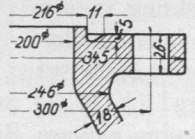
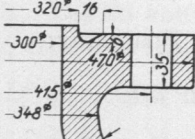
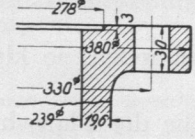
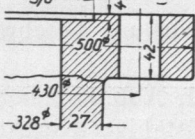


Abb. 682. Verstärkung der Rohrenden durch Vorziehen der Dichtflächen.

Aufschluß. Die Körper, die durch sehr kräftige Deckel und Rundgummidichtung abgeschlossen waren, wurden innerem Druck in Stufen von 20 at unter sorgfältiger Beobachtung der Formänderungen der Flansche unterworfen. Die einschlägigen Hauptergebnisse sind in der Zusammenstellung 94 wiedergegeben. Spalte 5 enthält die Drucke, bei denen sich an den Bronze- und Stahlgehäusen die ersten bleibenden Formänderungen zeigten. Die zugehörigen, an Hand der Skizzen in Spalte 4 ermittelten Biegespannungen sind in Spalte 6 aufgeführt. Dabei wurden die an den Deckeln wirksamen Drucke aus der dem äußersten Dichtungsdurchmesser entsprechenden Kreisfläche berechnet. Mit den Streckgrenzen der Baustoffe, Spalte 9, verglichen, ergibt sich bei Bronze recht gute Übereinstimmung. Bei Stahlguß liegen die berechneten Werte sehr niedrig, wobei aber zu beachten ist, daß die Formänderungen am Ventil, lfd. Nr. 2, bei 140 at noch äußerst gering waren. Auch die gußeisernen Gehäuse zeigten bei der stufenweisen Belastung selbst bei 60 at Druck erst sehr kleine bleibende Formänderungen; sie wurden dann stetig steigendem Druck unterworfen, bis die Stutzen für die Ventilspindeln bei den in Spalte 5 angegebenen Drucken am Halse abrisen, so wie es die Skizzen Spalte 4 zeigen. Die am eigentlichen Flansch errechneten Beanspruchungen auf Biegung in Spalte 6 wurden, da sie keine Bruchspannungen sind, eingeklammert.

Zusammenstellung 94. Versuche an Ventilkörpern, Bach [VIII, 1].

Lfd. Nr.	Werkstoff	Ventil-durchm. mm	Flanschabmessungen	Prüfdruck at	6		7	8		10
					Biegebeanspr. nach Formel (161)			Zugfestigk. des verwandten Werkstoffs	Streckgrenze	
					bei dem in Spalte 5 angegebenen Prüfdruck.	bei 20 at Betriebsdruck				
1	Bronze	200		60	$\frac{6 \cdot 27100 \cdot 3,15}{\pi \cdot 23,7 \cdot 2,5^2} = 1100$	367	2206 ¹⁾	1080 ¹⁾	} ¹⁾ Im Mittel aus drei Versuchen	
2	Stahlguß	200		140	$\frac{6 \cdot 62300 \cdot 2,7}{\pi \cdot 24,6 \cdot 2,6^2} = 1930$	276	4327 ¹⁾	2353 ¹⁾		
3	Stahlguß	300		120	$\frac{6 \cdot 116800 \cdot 3,35}{\pi \cdot 34,8 \cdot 3,5^2} = 1750$	292				
4	Gußeisen	200		Bruch bei 93at	$\left(\frac{6 \cdot 56500 \cdot 2,59}{\pi \cdot 27,8 \cdot 3^2} = 1120 \right)$	240	1668 ²⁾	—	} ²⁾ Im Mittel aus zwei Versuchen	
5	Gußeisen	300		Bruch bei 63at	$\left(\frac{6 \cdot 67800 \cdot 2,4}{\pi \cdot 38,2 \cdot 3,8^2} = 563 \right)$	180				

Die an der Bruchstelle vorhandenen Zug- und Biegespannungen würden, aus dem Druck P auf dem lichten Querschnitt des Stutzens nach Formel (163) mit $\alpha = 1$ berechnet, betragen:

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

Aus der an zwei bearbeiteten Stäben ermittelten Zugfestigkeit des verwandten Gußeisens von durchschnittlich $K_z = 1668$ kg/cm² läßt sich auf eine um etwa 15% niedrigere Festigkeit $K'_z = 0,85 \cdot 1668 = 1420$ kg/cm² 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/cm² schließen. Mit dieser Zahl verglichen, bestätigt Versuch 4, daß die eben benutzte Rechnung zu ungünstig ist, da sich σ 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.

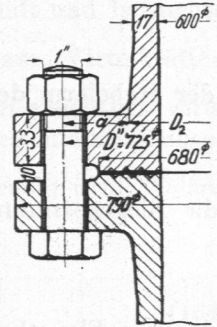


Abb. 683. Flanschverbindung eines Rohres von 600 mm Durchmesser. M. 1:5.

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 σ'_b in Flansch	60	105	206	290	268	333 kg/cm ² ,
Zugspannung σ_z in den Schrauben .	106	164	545	702	563	686 kg/cm ² .

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 Steifigkeit 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/cm².

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

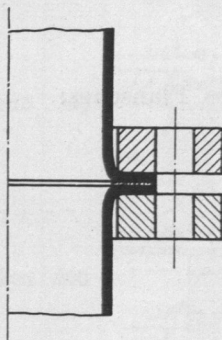


Abb. 684. Verbindung durch lose Flansche unter Umbördeln der Rohrenden.

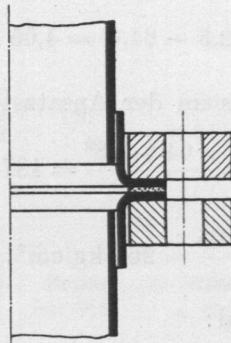


Abb. 685. Lose Flansche an vorgeschuhten Rohren.

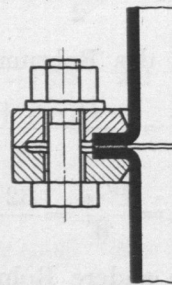


Abb. 686. Verbindung durch lose Flansche, A.-G. Ferrum.

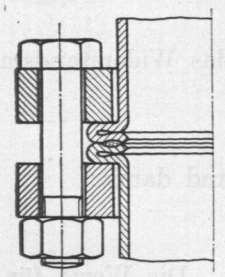


Abb. 687. Lose Flansche an doppelt gebördelten Rohren, Mannesmannwerke.

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.

Die Mannesmannröhrenwerke verwenden für Hochdruckleitungen die doppelte Bördelung nach Abb. 687.

Auf- und vorgeschweißte Bunde mit losen Flanschen nach Abb. 692 und 694 geben sehr gute Verbindungen für Stahlrohre ab, sind günstig in bezug auf Beanspruchung auf Biegung, aber teurer als aufgewalzte Flansche. Ihre Stärke wird nach Bach, wie folgt, berechnet [VIII, 1], vgl. auch [VIII, 3]. Die in den Schrauben wirkende Kraft von P' kg, Abb. 688 und 689, ruft am Bordring eine gleich große, aber entgegengesetzt gerichtete Kraft hervor. Man denke sich beide gleichmäßig auf dem Umfang des Lochkreises und längs der mittleren Auflagelinie des Bordringes verteilt und betrachte die auf den halben Flansch wirkenden Kräfte $\frac{P'}{2}$. Sie lassen sich zu zwei Mittelkräften in den Schwerpunkten S_1 und S_2 der Halbkreislinien vereinigen, wobei ersichtlich wird, daß der gefährliche Querschnitt, der durch zwei einander gegenüberliegende Schraubenlöcher geht, durch ein Kräftepaar $\frac{P'}{2} \cdot S_1 S_2 = \frac{P'}{2} \cdot a$ auf Biegung beansprucht wird. Damit wird nach

$$M_b = k_b \cdot W, \quad \frac{P'}{2} \cdot \left(\frac{D_2}{\pi} - \frac{D_m}{\pi} \right) = k_b \cdot \frac{1}{6} \cdot (D_1 - D_3 - 2d_0) h^2, \quad (164)$$

woraus sich h bei Annahme von k_b ergibt. P' findet man aus dem inneren Druck p_i und der Fläche, auf welche er wirkt. Legt man in Übereinstimmung mit den Normalien zu Rohrleitungen für Dampf von hoher Spannung den äußeren Dichtungsdurchmesser zugrunde, so ist nach den Abb. 692 bis 701

$$P' = \frac{\pi}{4} \cdot D_6^2 \cdot p_i.$$

Die Berechnung entspricht der von Bach angegebenen Annäherungsrechnung für ebene

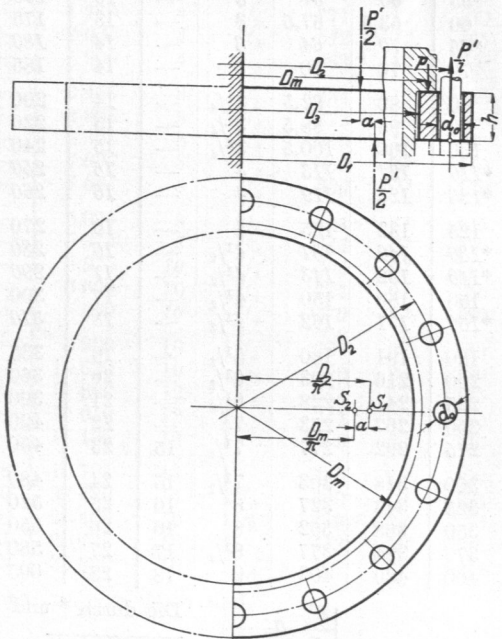
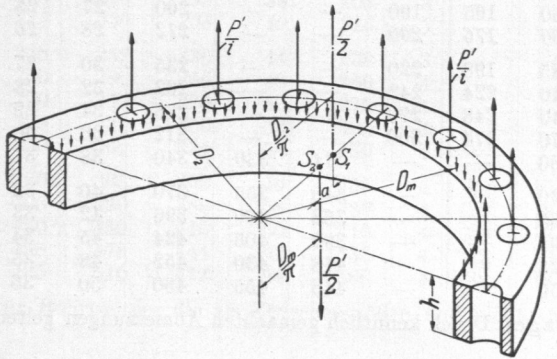


Abb. 688. Zur Berechnung loser Flansche nach Bach,

Abb. 689. Zur Berechnung loser Flansche nach Bach.

Platten (73), darf aber nur als Vergleichsmittel betrachtet werden und gibt keinen Aufschluß über die wirklich auftretende Art und Höhe der Spannungen. Denn bei der Ableitung der Formel an Hand der Abb. 688 wird angenommen, daß der eingespannt gedachte gefährliche Querschnitt seine ursprüngliche, rechteckige Form behält, daß die Nulllinie parallel zu den langen Seiten verläuft und daß die größte Beanspruchung auf Biegung längs der unteren und oberen Kante auftritt. Tatsächlich aber nimmt der Flansch unter der Wirkung der ringsum verteilten Kräfte eine gewölbte, annähernd kegelige Form an, indem sich die einzelnen Querschnitte um einen Winkel ω drehen,

Zusammenstellung 95. Normalien zu Rohrlei-
Aufgestellt vom Verein

1	Rohre					6	7	8	Flansche und								
	Tatsächlicher Durchmesser		Wand- dicke		Wanddicke des Ventils Abb. 700 und 701				Äußerer Durchmesser des losen Flansches Abb. 692 bis 699, sowie des festen Flansches Abb. 700 und 701	Lochkreisdurchmesser Abb. 692 bis 701	Innerer Durchmesser des losen Flansches D_3					Höhe d. losen Flansches Abb. 692 bis 699	Höhe des festen Flansches Abb. 700 u. 701 sowie d. Bordrings Abb. 692 bis 699
	außen	innen	im Schaft Abb. 692 bis 701	am Bordring Abb. 694 u. 695							bei aufgeschweißtem Bordring		bei vorgeschweißtem Bordring		bei aufgewalztem u. aufgenietetem Bordring		
											mit Flachsitz Abb. 692	mit Schrägsitz Abb. 693	mit Flachsitz Abb. 694	mit Schrägsitz Abb. 695			
Bezeichnung	$D_a^1)$ mm	D_i mm	s mm	s_1 mm	s_2 mm	D_1 mm	D_2 mm	mm	mm	mm	mm	mm	h mm	h_1 mm			
*25	32	26	3	—	11	120	90	35	50	—	—	52	13	13			
30	38	32	3	—	11	125	95	42	55	—	—	58	14	14			
*35	41,5	35,5	3	—	12	130	100	45	60	—	—	64	14	14			
40	47,5	41,5	3	—	12	140	110	52	65	—	—	70	15	15			
*45	51	45	3	—	12	150	115	55	70	—	—	76	15	15			
50	57	51	3	—	13	160	125	62	75	—	—	82	16	16			
*55	60	54	3	—	13	165	130	65	80	—	—	88	16	16			
60	63,5	57,5	3	—	13	175	135	68	85	—	—	92	17	17			
*65	70	64	3	—	14	180	140	74	90	—	—	100	17	17			
70	76	70	3	—	14	185	145	80	95	—	—	106	18	18			
80	89	82,5	3 1/4	—	14	200	160	94	110	—	—	118	19	18			
90	95	88,5	3 1/4	—	15	220	180	100	120	—	—	130	20	19			
100	108	100,5	3 3/4	—	15	240	190	114	130	—	—	142	21	20			
*110	121	113	4	—	15	250	200	126	144	—	—	154	22	21			
*120	127	119	4	—	16	260	210	132	156	—	—	164	23	22			
125	133	125	4	—	16	270	220	138	164	—	—	170	24	22			
*130	140	131	4 1/2	—	16	280	230	145	170	—	—	178	25	23			
*140	152	143	4 1/2	—	17	290	240	158	180	—	—	190	26	24			
150	159	150	4 1/2	—	17	300	250	165	190	—	—	200	27	25			
*160	171	162	4 1/2	—	18	310	260	176	200	—	—	212	28	26			
180	191	180	5 1/2	—	19	335	285	198	220	—	—	235	30	27			
200	216	203	6 1/2	—	20	360	310	224	242	—	—	262	32	28			
225	241	228	6 1/2	—	21	390	340	248	270	—	—	286	34	29			
250	267	253	7	—	22	420	370	274	300	—	—	312	36	30			
275	292	277	7 1/2	15	23	450	400	—	—	314	330	340	38	31			
300	318	303	7 1/2	15	24	480	430	—	—	340	355	370	40	32			
325	343	327	8	16	25	520	465	—	—	366	380	396	42	33			
350	368	352	8	16	26	550	495	—	—	392	405	424	45	34			
375	394	377	8 1/2	17	27	580	525	—	—	418	430	452	48	35			
400	420	402	9	18	28	605	550	—	—	446	455	480	50	36			

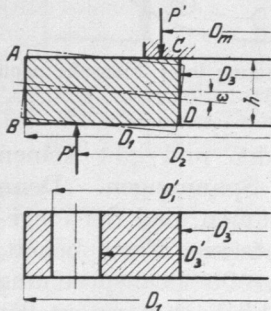


Abb. 690. Zur Berechnung loser Flansche nach Westphal.

Die durch * und schrägen Druck kenntlich gemachten Abmessungen gelten

1) Diese Werte sind durch Umrechnung aus englischem Maß erhalten.

wie in Abb. 690 strichpunktiert angedeutet ist. Die dabei entstehenden Spannungen hat Westphal [VIII, 3] näher untersucht; wenn die Schwächung, die der Flansch durch die Schraubenlöcher erfährt, vernachlässigt wird, fand er die größten längs der Innenkanten C und D des Ringes in Höhe von:

$$\sigma = \pm \frac{3 P' (D_2 - D_m)}{\pi D_3 h^2 \cdot \ln \frac{D_1}{D_3}} \quad (165)$$

tungen für Dampf von hoher Spannung 1912.
deutscher Ingenieure.

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Bordringe						Niete			Schrauben					Bezeichnung
Äußerer Durchmesser des Bordringes D_4		Hals des aufgewalzten und aufgenieteten festen Flansches sowie des aufgewalzten und aufgenieteten Bordringes Abb. 696 bis 701		Äußerer Durchmesser der Dichtungsteile Abb. 692 bis 701	Höhe d. Dichtungsteile Abb. 692 bis 701	Anzahl	Durchmesser	Abstand von Oberkante Hals = e Abb. 698, 699 und 701	Gesamtdruck $P' = \frac{\pi}{4} D_6^2 \cdot 20$	Anzahl i	Durchmesser	Werte von $P' : i$, worin / Kernquerschnitt der Schraube	Durchmesser des Schraubenloches	
aufgeschweißt Abb. 693 sowie vorgeschweißt Abb. 694 und 695	aufgewalzt Abb. 696 u. 697 sowie aufgenietet Abb. 698 und 699	Äußerer Durchmesser D_5 mm	Höhe h_2 mm											
60	64	48	18	60	2	—	—	—	565	4	1/2	180	14	
65	68	54	19	65	2	—	—	—	665	4	1/2	212	14	30
70	74	60	20	70	2	—	—	—	770	4	1/2	246	14	35
75	80	66	21	75	2	—	—	—	885	4	1/2	282	14	40
80	88	72	22	80	2	—	—	—	1 005	4	5/8	192	17	45
85	94	78	23	85	2	—	—	—	1 135	4	5/8	216	17	50
90	100	82	24	90	2	—	—	—	1 270	4	5/8	242	17	55
95	106	86	25	95	2	—	—	—	1 420	4	5/8	271	17	60
102	114	94	26	102	2	—	—	—	1 635	4	5/8	312	17	65
110	122	102	27	110	2	—	—	—	1 900	4	5/8	363	17	70
125	134	114	28	125	2	—	—	—	2 455	8	5/8	234	17	80
135	146	124	29	135	2	—	—	—	2 865	8	5/8	273	17	90
145	158	138	30	145	2	—	—	—	3 305	8	5/8	315	17	100
160	172	150	31	160	3	—	—	—	4 020	8	3/4	257	21	110
172	182	160	32	172	3	—	—	—	4 645	8	3/4	296	21	120
180	188	165	33	180	3	—	—	—	5 090	8	3/4	324	21	125
185	195	174	34	185	3	—	—	—	5 375	8	3/4	343	21	130
195	206	186	36	195	3	—	—	—	5 975	10	3/4	305	21	140
205	216	195	38	205	3	—	—	—	6 600	10	3/4	337	21	150
215	230	208	40	215	3	—	—	—	7 260	10	3/4	370	21	160
238	252	230	44	238	3	—	—	—	8 900	10	7/8	327	24	180
260	280	256	48	260	4	—	—	—	10 620	10	7/8	390	24	200
290	305	280	50	275	4	—	—	—	11 880	12	7/8	364	24	225
320	332	306	52	305	4	—	—	—	14 610	12	1	341	28	250
350	362	334	54	330	4	—	—	—	17 105	12	1	399	28	275
380	395	362	56	355	4	20	16	28	19 795	14	1	396	28	300
405	420	388	58	380	4	20	18	29	22 680	14	1 1/8	360	32	325
430	450	416	60	410	4	20	18	30	26 405	14	1 1/8	419	32	350
455	478	444	62	435	4	22	18	31	29 725	16	1 1/8	413	32	375
485	510	472	64	460	4	22	18	32	33 240	16	1 1/8	462	32	400

für Rohrweiten, die als Zwischengrößen und nicht als normal zu bezeichnen sind.

Den Einfluß der Löcher hat er durch Berechnung eines Ringes mit einer Unterbrechung, Abb. 690 unten, festzustellen versucht; die dabei erhaltenen Spannungen:

$$\sigma' = \pm \frac{3 P' (D_2 - D_m)}{\pi D_3 h^2 \ln \frac{D_1 D_3'}{D_1' D_3}} \quad (166)$$

sind obere Grenzwerte, weil der Zusammenhang zwischen den beiden Ringteilen unberücksichtigt blieb. Die wirkliche Spannung liegt zwischen σ und σ' .

Schließlich hat man in der Ensslinschen Formel (72), Abb. 69, die Möglichkeit, die Beanspruchung loser Flansche nachzuprüfen. Dabei ist aber zu beachten, daß der

Wert zu groß ausfallen muß, weil bei der Ableitung der Formel vorausgesetzt ist, daß die Belastung an den Umfängen der ringförmigen Platte angreift, während der lose Flansch beiderseits über die Belastungslinien hinausragt, also breiter und widerstandsfähiger ist.

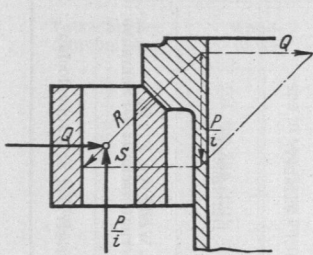


Abb. 691. Kraftwirkung an Flanschen nach Westphal.

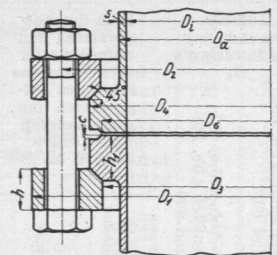
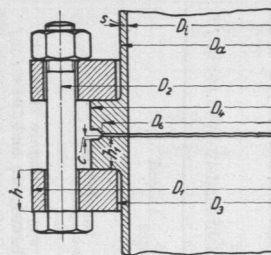


Abb. 692 und 693. Rohrverbindung mit aufgeschweißten Bunden und losen Flanschen.

Vorteilhaft ist, den Bund nach dem Vorschlage von Westphal, Abb. 693, 695 usw. abzuschrägen. Die auf eine Schraubenteilung entfallende, vom Flüssigkeitsdruck her-

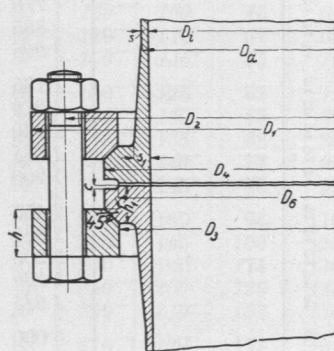
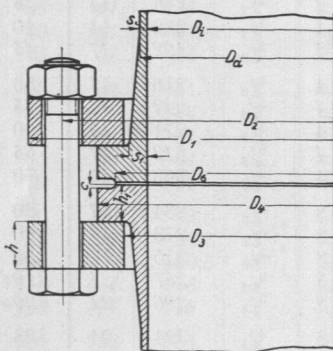


Abb. 694 und 695. Lose Flansche auf vorgeschweißten Bunden.

rührende Kraft von $\frac{P}{i}$ kg in der Wandung, Abb. 691, läßt sich dann in eine senkrecht zur Anlagefläche des Flansches stehende Seitenkraft R und eine radial nach innen gerichtete Q zerlegen. Im Flansch wird Kraft R durch die radiale Kraft Q und diejenige in der Schraube $\frac{P}{i}$ das

Gleichgewicht gehalten. Gestaltet man nun den Flansch

so, daß sich die Schraubenmittellinie und R im Schwerpunkte S schneiden, so erzeugen die Kräfte Q , die auf den Flansch bezogen, nach außen gerichtet sind, in diesem lediglich

Zugspannungen, während umgekehrt der Bordring am Rohre im wesentlichen auf Druck, beide also sehr günstig beansprucht sind. (Durch die Vorspannung werden die Kräfte in den Schrauben, wie oben gezeigt, auf je $\frac{P'}{i}$ kg erhöht. Dabei wird der Flansch durch die Differenz $\frac{P' - P}{i}$ nach wie vor auf Biegung in Anspruch genommen.)

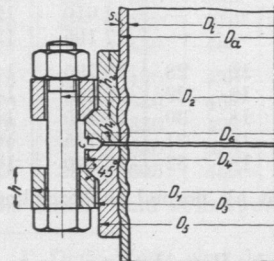
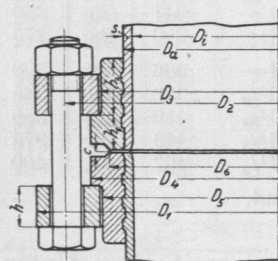


Abb. 696 und 697. Rohrverbindungen mit aufgewalzten Bordringen und losen Flanschen.

durch den Schwerpunkt S gehe, führt bei der in den Normalien benutzten Neigung von 45° der Abschrägung zu sehr dicken Flanschen und wurde deshalb nicht völlig erfüllt. Immerhin wird durch die schrägen Flächen die Biegespannung herabgesetzt, gleichzeitig aber auch die richtige Lage der Rohre zueinander besser als durch ebene Flansche gesichert.

In Zusammenstellung 95 sind noch die älteren, von einem Ausschuß des Vereins deutscher Ingenieure 1912 aufgestellten Normalien zu Rohrleitungen für Dampf

von hoher Spannung wiedergegeben. Sie gelten von 25 bis 400 mm lichtem Rohrdurchmesser bei Betriebsdrücken bis zu 20 at Überdruck und für Dampftemperaturen

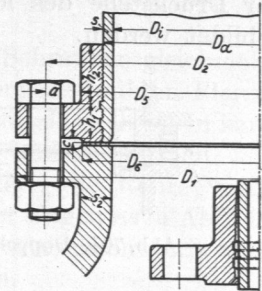
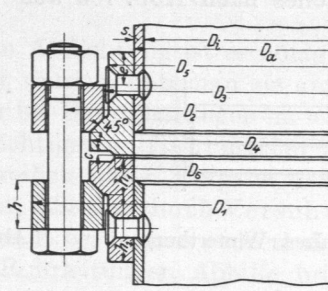
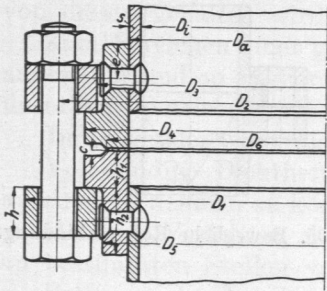


Abb. 698 und 699. Lose Flansche auf aufgenieteten Bordringen.

Abb. 700. Flanschverbindung mit eingewalztem Rohr.

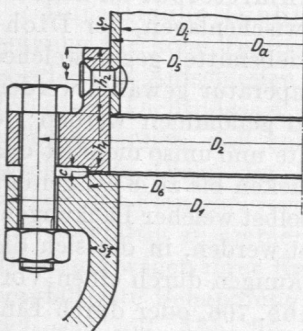


Abb. 701. Flanschverbindung mit angenietetem Rohr.

bis zu 400 °C und haben ausgedehnte Anwendung gefunden, sollen aber bei neuen Anlagen selbstverständlich durch die neuen zum Teil noch in Bearbeitung befindlichen Normen ersetzt werden. Als Bezeichnung (Spalte 1) dienen auf 5 und 10 mm abgerundete Maße, die nur annähernd mit den lichten Weiten der Rohre, wie sie die Walzwerke liefern, übereinstimmen. In bezug auf die Abmessungen sind lediglich die Maße für die Flansch- und Lochkreisdurchmesser, sowie die Angaben für die Zahl und Stärke der Schrauben bindend; in der sonstigen Gestaltung ist dem Konstrukteur freie Hand gelassen. Abb. 692 bis 701 zeigen vom Ausschuß empfohlene Formen von Rohrverbindungen und Anschlüssen, auf die sich die Zahlen der Zusammenstellung beziehen.

3. Einstellbare und bewegliche Rohrverbindungen.

Geringe Abweichungen von der geraden Linie beim Verlegen der Rohre ermöglicht man durch kugeliges Abdrehen und Einschleifen der Dichtflächen nach Abb. 702, durch Verwendung von Linsen, Abb. 703, oder bei großen Rohren durch Einlegen zweier

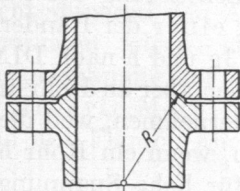


Abb. 702. Kugelig abgedrehte Dichtflächen.

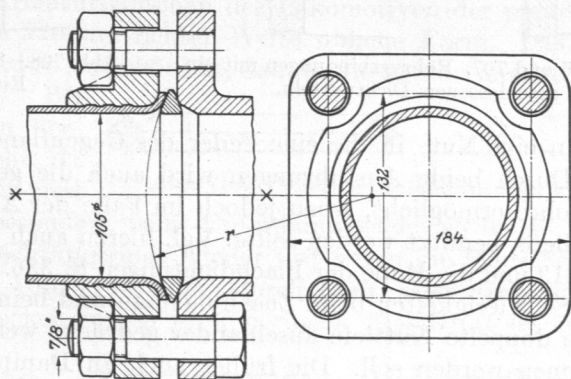


Abb. 703. Rohrverbindung mit Dichtungslinsen. M. 1 : 5. Oben mit Stift-, unten mit Durchsteckschrauben.

Ringe mit einer schrägen Trennfläche *AB*, Abb. 704. Durch Verdrehen der beiden Teile gegeneinander entsteht ein keilförmiges Zwischenstück, das schiefen Flanschen angepaßt werden kann. Bei allen derartigen Verbindungen ist aber zu beachten, daß die Muttern und Köpfe der Schrauben schlecht aufliegen, so daß die Schäfte auf Biegung beansprucht werden, wenn die Rohrachsen nicht in einer Geraden liegen.

Wird Beweglichkeit der Rohrverbindung verlangt, so müssen grundsätzlich zwei zu einander konzentrische Kugelflächen, die eine an der Dichtstelle, die andere an der Druckstelle des losen Flansches nach Abb. 705 ausgebildet werden.

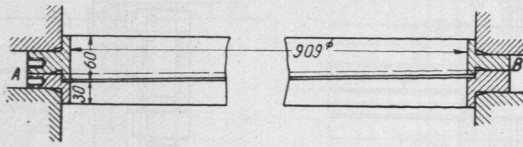


Abb. 704. Doppelkeilringe (Sulzer, Winterthur).

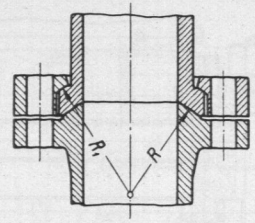


Abb. 705. Bewegliche Rohrverbindung.

V. Die Abdichtung von Flanschverbindungen.

Die Abdichtung der Flanschverbindungen kann entweder unmittelbar an den aufeinander liegenden Flächen oder durch Einlegen besonderer Zwischenlagen, der Dichtungen oder Packungen, erreicht werden, die je nach dem Betriebsmittel, gegen welches sie abdichten sollen, nach der Höhe der Pressung und der Temperatur gewählt werden müssen. Im allgemeinen sollen die Packungen möglichst dünn genommen werden; je dicker sie sind, um so stärker ist der radiale Druck des Rohrinhalts und umso mehr ist das Hinauspressen der Dichtungen zu befürchten. Bei niedrigen Drucken bis zu 8 at, genügt die Reibung an den Flanschen oder Dichtleisten zum Festhalten selbst weicher Packungen, namentlich wenn in die Dichtfläche Rillen, Abb. 683, eingedreht werden, in die sich die Packung hineindrückt. Bei hohen Drucken müssen weiche Packungen durch einen Vorsprung an einem der Flansche, einen Rücksprung im andern, Abb. 706, oder durch Ein-

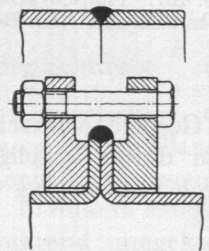
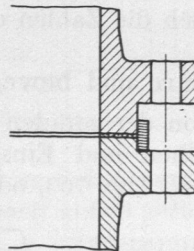
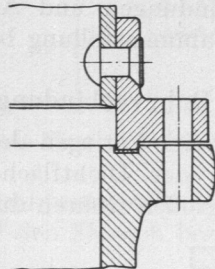
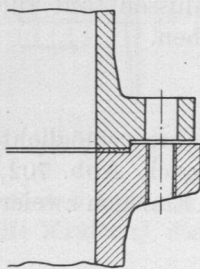


Abb. 706 und 707. Rohrverbindungen mit eingeschlossenen Dichtmitteln.

Abb. 708. Schmitzcher Ring.

Abb. 709. Abdichtung durch Verschweißen der Naht.

legen in eine Nut, in die eine Feder des Gegenflansches, Abb. 707, faßt, eingeschlossen sein. Durch beide Ausführungen wird auch die gegenseitige Zentrierung der Flansche und Rohre ermöglicht, wozu jedoch im Falle der Abb. 707 nur einer der Ränder, z. B. der äußere, benutzt werden sollte. Vgl. hierzu auch die Abb. 673g und h nach DIN 2512 und 2513 und die Maße der Flachdichtungen S. 386. Oft entstehen aber an Rohrsträngen große Schwierigkeiten beim Zusammenbau und beim Auseinandernehmen, weil dieselben um die doppelte Nuttiefe auseinander gedrückt werden müssen, wenn ein Rohr herausgenommen werden soll. Die früher auch an Dampfleitungen für hohe Spannung empfohlenen derartigen Verbindungen wurden wegen der erwähnten Schwierigkeiten kaum benutzt und sind deshalb in den Normalien von 1912 weggelassen worden. Schmitz vermeidet den Übelstand durch Umlegen eines Ringes nach Abb. 708, der beim Zusammenbau auf das längere Rohrende geschoben wird, während er in der gezeichneten Lage das Heraustreten der Packung verhütet.

Ein zweiter Weg ist, die Packung an sich oder durch besondere Einlagen gegenüber dem inneren Druck genügend widerstandsfähig zu machen, so daß sie in die offene Fuge eingebaut werden kann.