

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.

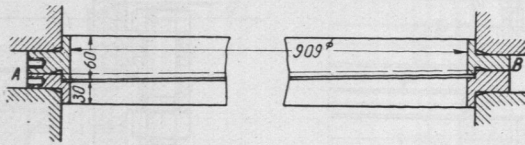


Abb. 704. Doppelkeilringe (Sulzer, Winterthur).

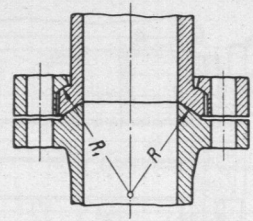


Abb. 705. Bewegliche Rohrverbindung.

## 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-

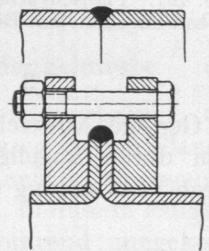
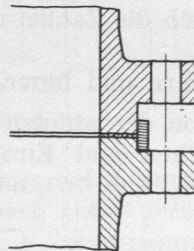
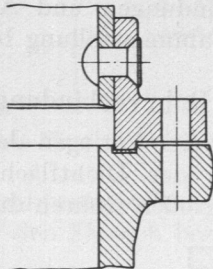
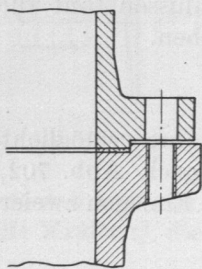


Abb. 706 und 707. Rohrverbindungen mit eingeschlossenen Dichtmitteln.

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.

Zwecks Sicherung ihrer Lage gegenüber der Rohrwandung, mit der sie möglichst abschließen, keinesfalls aber nach innen vorstehen soll, wählt man den Außendurchmesser von Packungen so, daß die Dichtung gerade zwischen die Schrauben paßt und von diesen gehalten wird.

Zum Erreichen einer guten Abdichtung ist es nötig, daß alle Schrauben gleichmäßig angezogen und so angeordnet werden, daß man sie am zusammengeschraubten Flansch unter dem Betriebsdruck oder bei Dampfleitungen im warmen Zustande nachziehen kann.

Im folgenden sind die wichtigsten Dichtmittel aufgeführt und besprochen.

Vollständige Dichtheit, freilich unter Aufgabe der Möglichkeit, die Rohre wieder auseinandernehmen zu können, läßt sich durch Verschweißen der Fugen nach Abb. 709 erzielen, ein Verfahren, das auch bei immer wiederkehrenden Dichtungsschwierigkeiten an bestimmten Stellen von Rohrleitungen Abhilfe bringen kann.

Breite, sauber bearbeitete und gut passende Flächen lassen sich durch Überstreichen mit einer Mischung aus dickem Öl und Graphit gegen Druck von mehreren Atmosphären dicht machen. (Teilfugen an den Gehäusen der Dampfturbinen usw.)

Metallische Dichtungen sind für alle Pressungen und bei richtiger Zusammensetzung für hohe Temperaturen geeignet. Ohne Zwischenlage kann die Dichtheit durch sorgfältiges Aufschleifen der Flächen unmittelbar aufeinander erreicht werden. Der Vorteil dieser Dichtungsart ist, daß die Teile leicht und ohne Schaden auseinander genommen werden können, daß bei der Bearbeitung und Aufstellung keine Rücksicht auf die oft wechselnde Dicke der Packung genommen zu werden braucht und daß das Schiefziehen der Flansche vermieden wird. Andererseits müssen die Teile sehr genau passen und sorgfältig zusammengesetzt werden. Die Ausführung ist teuer; zudem verlangt die Dichtung wegen ihrer Empfindlichkeit gegen Beschädigungen, Staub und Unreinigkeiten sorgfältigste Behandlung. Sie muß aber verwendet werden, wenn die Verbindung beweglich sein soll, Abb. 705.

In Abb. 664, an einer Rohrverschraubung, ist die Abdichtung durch Einschleifen der kegeligen Flächen erreicht und auf diese Weise das rasche Schließen und Öffnen der Verbindung ermöglicht.

Ist es ausgeschlossen oder zu schwierig, die Stücke gegenseitig einzuschleifen, so legt man Dichtungslinsen aus Bronze oder Kupfer nach Abb. 703 ein, die an beiden Stücken aufgeschliffen, infolge der kugeligen Flächen auch geringe Schiefstellungen der Flansche zueinander zulassen und das Anschließen gebogener Rohre erleichtern. Die Abbildung zeigt die an Rohr- und Armaturflanschen der Lokomotiven der preußischen Staatsbahnen für Rohre von 75 bis 220 mm lichter Weite übliche Form. Das Rohrende ist in den Flansch eingewalzt und so umgebördelt, daß die Linse zum unmittelbaren Aufliegen und Abdichten kommt. Bei starken Temperaturwechseln werden derartige Linsen allerdings leicht undicht, da sie nicht dauernd den Ausdehnungen und Verkürzungen folgen; sie lecken besonders beim Unterdampfsetzen so lange, bis die Wärmeausdehnung der Rohre die Dichtungsringe wieder fest gegen die Flansche preßt.

Profilierte Metallringe nach Abb. 710 dichten durch Breit- oder Einpressen der Kanten am Flansch ab; auch sie lecken wegen ihrer geringen Elastizität leicht beim



Abb. 710. Profilierte Metalldichtungsringe.



Abb. 711. Gewellte Dichtungsringe.



Abb. 712. Dichtungsringe von Götze, Burscheid bei Köln.

Inbetriebsetzen und sind empfindlich gegen öfteres Lösen, wenn die Lage der einzelnen Teile zueinander nicht sorgfältig gesichert ist.

Für Dampfleitungen werden Ringe aus gewelltem Kupfer- oder Stahlblech (letzteres für Heißdampf), Abb. 711, oder aus profilierten weichen Kupferlingen, Abb. 712,

oft mit elastischen Einlagen aus Asbest, Hanf-Graphitmasse und ähnlichen Stoffen verwendet. Die Wellen und scharfen Kanten passen sich den Dichtflächen leicht an.

Schließlich dienen weiche Metalle, z. B. Blei und weißmetallähnliche Legierungen, in Form von Ringen oder Scheiben als Dichtmittel. Sie fließen beim Zusammenpressen der Flansche und schließen sich dadurch den Dichtflächen gut an, vertragen jedoch meist keine hohen Wärmegrade.

Alle die erwähnten Metallringe haben in sich genügende Festigkeit gegenüber den gewöhnlichen inneren Drücken.

Von den weichen Dichtungen kommt für hohe Temperaturen der vollständig unverbrennliche Asbest in Form von Asbestpappe oder Zöpfen und Schnüren in Betracht. Nachteilig ist seine geringe Festigkeit und die Eigenschaft, an den Dichtflächen zu haften, so daß die Packung beim Auseinandernehmen meist zerreißt und nicht wieder verwendet werden kann. Dem zu begegnen, umgibt man ihn mit dünnen Kupferblechen,

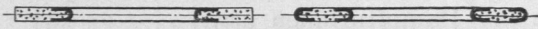


Abb. 713. Durch Kupferferringe verstärkte Weichpackungen.

Abb. 713. Bei hohen Drücken müssen Asbestdichtungen eingeschlossen werden.

Am einfachsten und billigsten ist die Verwendung von Asbestschnur in Nuten;

Scheibendichtungen werden wegen des meist unvermeidlichen Abfalls bedeutend teurer. Ungeeignet ist Asbest zur Abdichtung von Flüssigkeiten, mit Ausnahme von Säuren, durch die er nicht angegriffen wird. Selbst an Dampfleitungen, in denen sich Kondenswasser bilden kann, sollte er vermieden werden.

Dafür geeigneter sind Klingerit, Polypyrit und zahlreiche ähnliche, aus Asbest, Gummi und anderen Stoffen zusammengesetzte und stark gepreßte Dichtmittel, die an sich oder durch Gewebe- und Drahteinlagen große Festigkeit haben und in Form von Tafeln, Ringen und Platten in den Handel kommen.

In Öl getränkte Pappe oder Papier hat sich bei gut bearbeiteten Dichtflächen für Sattldampf und verdichtete Luft bis zu 200°, sowohl an Rohrleitungen wie auch an Zylinderdeckeln u. dgl. bewährt.

Die Maße der Flachdichtungen für normrechte Flansche mit ebenen Dichtflächen enthält DIN 2690,

für solche mit Nut und Feder DIN 2691,

für solche mit Eindrehung DIN 2692.

Bei der ersten Gruppe ist der Innendurchmesser der Dichtung gleich dem Außendurchmesser der Flußstahlrohre, ihr Außendurchmesser aber gleich der Differenz aus

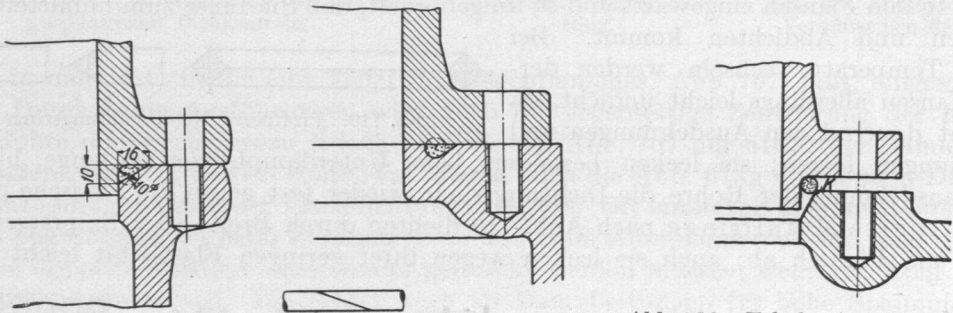


Abb. 714 und 715. Gummischnurdichtungen.

Abb. 716. Falsche Ausbildung der Nut für eine Gummischnurdichtung.

dem Lochkreis- und dem Lochdurchmesser gewählt, so daß die Packung mit geringem Spiel durch die Schrauben geführt ist. Die Dicke der Packung ist durchweg mit 2 mm angenommen.

Zur Abdichtung von Wasser ist Gummi das beste Dichtmittel. Er wird entweder als Gummischnur oder in Form von 2 bis 3 mm starken Platten, meist mit Stoff- oder

Drahteinlagen verwendet. Um das Zerreißen und Herauspressen zu verhüten, sind alle Gummidichtungen bei höheren Pressungen einzuschließen.

Die billigste Art ist wiederum die Gummischnurdichtung, Abb. 714 und 715. Die runde Schnur wird an den Enden schräg abgeschnitten, mit Gummilösung zu einem Ring zusammengekittet, in eine Nut von etwas größerem Querschnitt als dem der Schnur selbst gelegt und durch Anziehen der Schrauben breit gepreßt. Dabei kommen die Flansche in unmittelbare, metallische Berührung, ein Vorteil, der schon oben näher gewürdigt wurde. Die Nut soll so angeordnet sein, daß der Flüssigkeitsdruck den Gummiring in die Keilfläche preßt, die Dichtung also zu einer selbsttätigen wird. Falsch ist die Ausbildung der Nut nach Abb. 716, weil beim Aufsetzen des oberen Teils die Kante  $K$  den Gummiring leicht verletzt oder zerschneidet, namentlich wenn der obere Teil nicht noch durch eine Zentrierung geführt ist. Abb. 714 gilt für einen zentrierten, Abb. 715 für einen ebenen Flansch.

Rundgummidichtungen von 5 bis 7 mm Durchmesser für Flansche mit Eindrehungen nach DIN 2514 sind in DIN 2693 genormt. Der mittlere Durchmesser im ungespannten Zustande stimmt mit dem Vorsprungdurchmesser der Flansche überein, um die Ringe mit etwas Spannung um die Vorsprünge legen zu können.

Flachgummidichtung ist wiederum teurer und deshalb weniger zu empfehlen. Um das Anhaften des Gummis zu verhüten, kann die Dichtung mit angefeuchtetem Graphit, Schlemmkreide oder Ähnlichem bestrichen werden.

## VI. Berechnungsbeispiele.

1. Berechnung der Saug- und Druckrohrquerschnitte der doppelt wirkenden Pumpe der Wasserwerkmaschine, Tafel I. Kolbendurchmesser  $D_p = 285$  mm, Hub  $s_1 = 800$  mm, Umlaufzahl  $n = 50$  in der Minute. Mittlere Kolbengeschwindigkeit:

$$c_m = \frac{s_1 \cdot n}{30} = \frac{0,8 \cdot 50}{30} = 1,33 \text{ m/sek.}$$

Unter Vernachlässigung der Querschnittverminderung durch die Kolbenstange wird der Rohrquerschnitt  $f_s$  nach der Formel (151) bei einer mittleren Wassergeschwindigkeit  $v_m = 1$  m/sek in der Saugleitung:

$$f_s = \frac{F \cdot c_m}{v_m} = \frac{\pi}{4} 28,5^2 \cdot \frac{1,33}{1} = 850 \text{ cm}^2.$$

Saugrohrdurchmesser 33 cm, abgerundet auf 350 mm.

Bei  $v_m = 1,7$  m/sek Geschwindigkeit in der Druckleitung muß das Druckrohr einen Querschnitt von:

$$f_d = \frac{\pi}{4} \cdot 28,5^2 \cdot \frac{1,33}{1,7} = 500 \text{ cm}^2$$

erhalten. Lichter Rohrdurchmesser  $D = 25,2$  cm, gewählt  $D = 250$  mm.

Will man die Verluste in den Ventilen durch den volumetrischen Wirkungsgrad, der zu  $\eta_1 = 0,975$  angenommen sei und den Einfluß der Kolbenstange berücksichtigen, so ermittelt man zunächst aus dem mittleren Kolbenquerschnitt  $F_p$  die sekundliche Fördermenge  $Q$  der Pumpe und daraus die Rohrquerschnitte.

Bei einem Kolbenstangendurchmesser  $d = 75$  mm wird:

$$F_p = \frac{1}{2} \left[ \frac{\pi}{4} D_p^2 + \frac{\pi}{4} (D_p^2 - d^2) \right] = \frac{1}{2} \frac{\pi}{4} [2 \cdot 28,5^2 - 7,5^2] = 616 \text{ cm}^2.$$

$$Q = \eta_1 F_p \cdot 2 s_1 \cdot \frac{n}{60} = 0,975 \cdot 616 \cdot 2 \cdot 80 \cdot \frac{50}{60} \approx 80080 \text{ cm}^3/\text{sek.}$$