

und rasches Zusammensetzen und Auseinandernehmen der Teile, im übrigen aber möglichste Einfachheit, ist anzustreben.

Von den Arten der Bewegung der in den Stopfbüchsen laufenden Teile, die gewöhnlich der Einteilung zugrunde gelegt werden, bietet die hin- und hergehende, die die Kolben und Stangen in der Mehrzahl der Fälle haben, beim Betriebe meist geringere Schwierigkeiten als die drehende von Wellen und ähnlichen Teilen, durch welche die Packung leichter mitgerissen wird. Zudem ist die gleichmäßige und hinreichende Schmierung in diesem Falle schwieriger, so daß oft starke örtliche Abnutzungen und Riefenbildungen entstehen.

A. Stopfbüchsen an hin- und hergehenden Teilen.

1. Stulp- oder Manschettendichtungen.

Des Näheren schon bei den Kolben besprochen, kommen sie vor allem für Flüssigkeiten bei geringen Stangengeschwindigkeiten von höchstens 1 m/sek, jedoch bis zu sehr hohen Drucken in Anwendung. Die Abdichtung von Kolbenstangen mittels winkelförmiger Lederringe zeigen die Abb. 945 und 946, die der Spindel eines kleinen Ventils durch Uförmige Manschetten, Abb. 941. Bei derartigen kleinen Durchmessern gibt übrigens ein aufgespaltener Gummiring, Abb. 1012, gute Dichtungsmöglichkeit; jedoch ist darauf zu achten, daß die verwandten Gummiringe nicht an den Spindeln oder Stangen haften, weil sie sonst sehr rasch verschleifen.

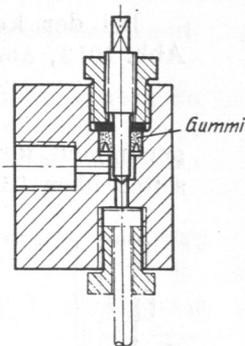


Abb. 1012. Spindelabdichtung mittels gespaltenen Gummiringe.

2. Stopfbüchsen mit Weichpackungen.

Das Anwendungsgebiet der Weichpackungen ist ein viel weiteres. Sowohl für Flüssigkeiten, wie auch für Gase und Dämpfe geeignet, bewähren sie sich bei richtiger Wahl der Bau- und Packungstoffe auch bei hohen Wärmegraden und großen Betriebsgeschwindigkeiten.

a) Dichtmittel.

Der früher vorwiegend benutzte Hanf wird mehr und mehr durch die weichere Baumwolle, oft in Verbindung mit Leder, Gummi und anderen Faser- und Füllstoffen und durch den bei hohen Wärmegraden zweckmäßigen Asbest, häufig durch Metalleinlagen verstärkt, verdrängt. Endlich bilden die aus weichen Metalldrähten geflochtenen, sehr verschiedenartig zusammengesetzten Packungen den Übergang zu den eigentlichen metallischen Liderungen.

Alle Weichpackungen werden in dem Packungsraum der Stopfbüchse dadurch, daß sich der Druck der Brille beim Anziehen in der weichen Masse nach allen Seiten fortzupflanzen sucht, auch in radialer Richtung angepreßt und zum Abdichten gebracht. Je größer die Elastizität der verwandten Stoffe ist, desto leichter und vollkommener wird diese Wirkung erreicht. Am geeignetsten sind geflochtene Packungen quadratischen Querschnitts, die in Form einzelner Ringe mit versetzten Stößen eingelegt, den Stopfbüchsenraum schon beim Verpacken nahezu ausfüllen. Die Ringe werden in Längen, die dem mittleren Umfang des Raumes entsprechen, scharf abgeschnitten und zusammengebogen, so daß die Stoßfugen gut schließen. Runde Querschnitte, beispielsweise die mit Graphit gefüllten Bleiringe von M. Bach, Charlottenburg, Abb. 1030 a, müssen erst durch das Anziehen der Brille breit gedrückt werden.

Beim Abdichten von Wasser, Sattedampf, Luft und Gasen werden Hanf- und Baumwollpackungen mit geschmolzenem Talg, Fett, Paraffin, Vaseline, oft unter Zusätzen von Graphit, getränkt. Dadurch wird nicht allein die Abdichtung, sondern auch die Schmierung der Laufflächen erleichtert. Die Anwendung ist an mäßige Betriebsdrucke gebunden. An Dampfmaschinen gibt Lynen [XIII, 1] für Hanf als obere Grenze 7 at,

für Baumwollpackungen 10 at an. Die Kriegsmarine verwendet die letzteren bei größeren Maschinen nur bis zu 4 at.

Für kaltes Wasser empfiehlt Paul Lechler in Stuttgart quadratisch geflochtene Dichtungen aus Rohhautstreifen, die im Wasser aufquellen und dadurch den Packungsraum gut ausfüllen, die aber der starken Quellfähigkeit wegen beim Zusammenbau nicht zu stark angezogen werden dürfen. Asbestpackungen, mit hitzebeständigen Schmierstoffen getränkt, werden bei hohen Drucken und Heißdampf bis zu 350° C benutzt. Dünne Weißmetallspäne, in den Stopfbüchsenraum eingefüllt und kräftig zusammengepreßt (Planitpackung), geben beim Laufen allmählich feste und widerstandsfähige Ringe.

Grundsätzlich sollten die Packungen nur so stark angespannt werden, daß gerade Dichtigkeit erzielt wird, weil sonst nicht allein unnötig hohe Reibung und Erwärmung, sondern auch größerer Verschleiß eintritt. Frische Packungen brauchen nicht so fest angezogen zu werden als alte, hart gewordene.

b) Konstruktive Gestaltung der Stopfbüchsen.

Bei der konstruktiven Durchbildung geht man von der Packungsstärke s , Abb. 1013, aus, die, soweit sie nicht von vornherein gegeben ist, zu etwa:

$$s = 2 \sqrt{d} \text{ bis } 2,5 \sqrt{d} \text{ mm} \quad (283)$$

genommen werden kann, mit der Beschränkung, daß man bei großen Durchmessern selten über 25 bis 30 mm hinausgeht. Die Tiefe des Stopfbüchsenraumes pflegt je nach dem Drucke $t = 5$ bis 8 s , entsprechend 5 bis 8 Zöpfen quadratischen Querschnitts genommen zu werden. Gegenüber Gasen und Dämpfen wird man im allgemeinen größere Packungshöhen als gegenüber den leichter abzudichtenden Flüssigkeiten vorsehen. Wichtig ist, daß die Wandung des Stopfbüchsenraumes glatt ausgedreht und stets sauber gehalten wird, damit die Packung dem Anziehen der Brille gut folgen kann.

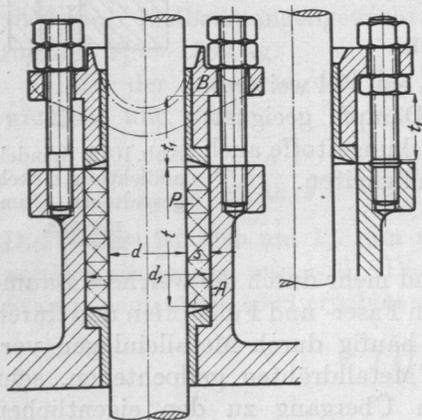


Abb. 1013. Stopfbüchse mit Weichpackung.

Die nutzbare Länge der Brille t_1 , Abb. 1013, ist — gegebenenfalls unter Berücksichtigung der Gegenmuttern unter der Brille in der Nebenabbildung —, so zu bemessen, daß die Packungshöhe noch zur Abdichtung ausreicht, wenn die Brille ganz nachgezogen ist. Bei Weichpackungen, die sich abnutzen, darf man durchschnittlich drei bis fünf Ringe noch als hinreichend ansehen, so daß $t_1 = 3 s$ als Mittelmaß gelten kann. Bei härteren Packungen kann t_1 noch kleiner sein. Unnötige Brillenhöhe vergrößert nicht allein die Baulänge der Stopfbüchse und der Stange, sondern auch die des Rahmens und der ganzen Maschine!

Zum Einbringen der Packung muß die Brille genügend weit zurückgeschoben werden können. Damit der nötige Raum vorgesehen wird, sollte die Brille beim Entwerfen stets in der herausgezogenen Lage dargestellt werden.

Die früher allgemein übliche Bauart der Stopfbüchsen zeigt Abb. 1013. Bei ihr wird die Stange am Boden durch eine Bronzebüchse, die Grundbüchse, geführt, auf der die Packung sitzt, die ihrerseits mittels einer ebenfalls ausgefütterten Brille durch die Stopfbüchsenrauben angezogen wird. Die Ausführung ist nicht allein teuer, sondern hat auch den Nachteil, daß die Stange bei schiefer Anziehen der Brille leicht eingeklemmt und beim Lauf beschädigt oder heiß werden kann. Tritt das Warmlaufen einseitig auf, so ziehen sich die Stangen oft dauernd krumm, wenn die Wärmespannungen zusammen mit denen durch die Belastung die Fließgrenze des Werkstoffes erreichen. Die Grundbüchse zum Tragen der Stangen zu benutzen, ist wenig zu empfehlen; besser ist es, wenn

nötig, eine Tragschale vor der Stopfbüchse anzuordnen, die sicherer geschmiert und überwacht werden kann, vgl. Abb. 1023.

Die neuere Form der Stopfbüchsen mit Weichpackung zeigt Abb. 1014. Die Stange hat im Deckel und in der gußeisernen Brille geringes Spiel. Kurze, die Stange umschließende Bronzeringe verhindern jedoch, daß Packungsteile beim Laufen in die Spalten hineingerissen werden. Wohl aber haben die Ringe außen Spiel, damit sie sich der Stange anpassen und sogar geringen Durchbiegungen derselben folgen können, soweit das die Elastizität der Packung zuläßt. Die Ausführung ist durch den geringen Verbrauch an Bronze billig und gegen das Schiefziehen der Brille, das übrigens am ungleichmäßigen Spiel längs des Stangenumfangs leicht festgestellt werden kann, viel weniger empfindlich. Im Brillenspalt sammelt sich Öl, das die Schmierung der Stangen erleichtert.

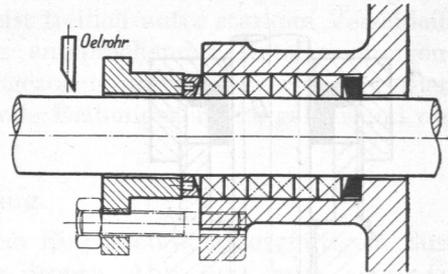


Abb. 1014. Neuere Form der Stopfbüchse.

Um das Anpressen der Packung an der Stange zu unterstützen, werden die Grundringe vielfach kegelig ausgedreht.

Die Stopfbüchsschrauben haben die Aufgabe, die Packung so stark zusammen zu pressen, daß auch in radialer Richtung genügender Dichtungsdruck entsteht. Man pflegt sie deshalb auf ein Mehrfaches der aus dem Überdruck p nach Abb. 1013 sich ergebenden Kraft:

$$P = c \cdot \frac{\pi}{4} (d_1^2 - d^2) \cdot p \quad (284)$$

zu berechnen, wobei c bei den gewöhnlichen Drucken gleich 3, bei hohen Wasserdrucken an Pumpen und Akkumulatoren bis herab zu $\frac{5}{4}$ gesetzt werden kann. Konstruktiv verwendet man Stiftschrauben oder auch Hammerschrauben, Abb. 739, die sich beim Verpacken der Stopfbüchsen leicht wegnehmen lassen. Zur Sicherung der Muttern, die beim Nachlassen der Pressung infolge der Abnutzung der Packung oder bei Erschütterungen durch den Betrieb, z. B. an fahrbaren Maschinen, zum Lösen neigen, können Gegenmuttern, Abb. 1031, verwendet werden, die unter dem Brillenflansch angeordnet, Abb. 1013 rechts, auch das Abziehen der Brille erleichtern.

Als Anhalt für die Wandstärke der Büchse bei kleineren und mittleren Abmessungen diene die Regel, sie etwa gleich der Packungsdicke zu nehmen. Oft ist sie durch die Stärke der anschließenden Teile, des Deckels oder Zylinders oder durch die Stopfbüchsen-schrauben gegeben; nur bei größeren Betriebsdrucken ist sie nach der Rohrformel zu berechnen.

Flansche mit zwei Schrauben erhalten längliche Form, die man entweder nach Abb. 1015 durch Kreisbogen und gerade Linien bildet, wobei die Mittelpunkte M_1 und M_2 zweckmäßigerweise von den Schraubenmitten nach innen verlegt werden, um den auf Biegung beanspruchten Querschnitt AB widerstandsfähiger zu machen, oder die man elliptisch oder nach der auf Seite 358 an Abb. 669 beschriebenen Konstruktion annähernd elliptisch gestaltet.

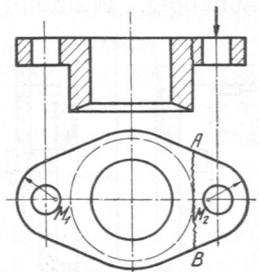


Abb. 1015. Stopfbüchsbürille mit länglichem Flansch.

Bei zwei Schrauben ist das Schiefziehen der Brille nicht ausgeschlossen, namentlich wenn die Packung senkrecht zur Schraubenebene ungleichmäßig verteilt ist. Durch drei gleichmäßig auf dem Umfange verteilte Schrauben ist der Brillenflansch stets genau senkrecht zur Stangenachse einstellbar. Das gleiche erreicht man bei kleinen Abmessungen z. B. an einer Stopfbüchse für ein Wasserstandrohr, Abb. 1016, durch eine Überwurfmutter mit gesondertem Druckstück D , das das Verwürgen der Packung beim Drehen der Mutter verhüten soll.

Bei mehr als zwei Schrauben werden meist runde Flansche genommen. Das gleichmäßige Anziehen aller Muttern durch Schneckentriebe oder Zahnräder, Abb. 1017 und 1018, gibt teure Ausführungen, die aber dann zu empfehlen sind, wenn die Zugänglichkeit der Muttern erschwert oder das Anziehen rasch erfolgen muß, wie es etwa an Lokomotiven während des kurzen Aufenthaltes auf den Haltestellen verlangt wird. Eine Führung

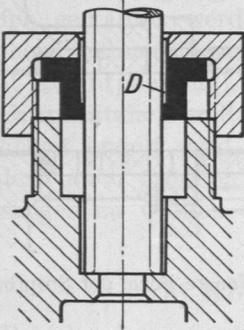


Abb. 1016. Stopfbüchse an einem Wasserstandrohre.

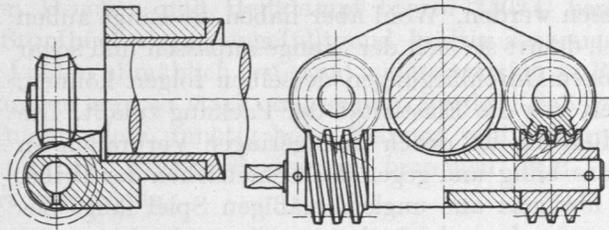


Abb. 1017. Gleichzeitiges Anziehen der Stopfbüchsmuttern mittels Schneckentriebes.

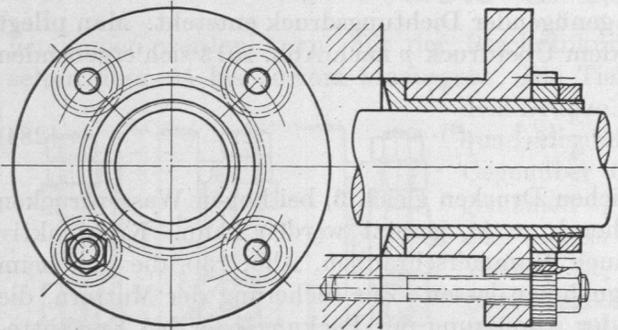


Abb. 1018. Gleichzeitiges Anziehen der Stopfbüchsschrauben mittels Zahnrädern.

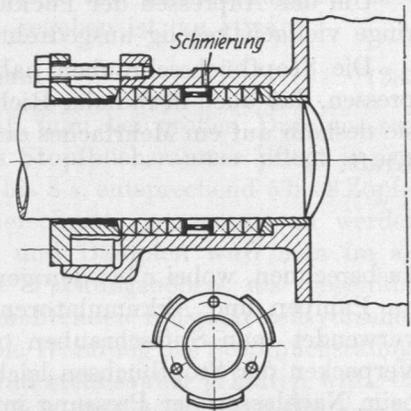


Abb. 1019. Brillenföhrung an einer größeren Pumpenstopfbüchse.

des Brillenumfanges nach Abb. 1019 sichert bei der kurzen Führungslänge nur unvollkommen gegen das Schiefziehen.

Die Reibung ist in hohem Maße von der Wartung und dem Zustande der Packung abhängig. Während eine frische, elastische, schwach angezogene nur mäßige Reibung erzeugt, kann eine ältere, harte und fest angezogene Packung recht erhebliche Widerstände bedingen.

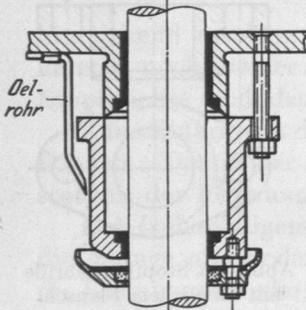


Abb. 1020. Hängende Stopfbüchse.

Wichtig ist die gute Schmierung der in den Stopfbüchsen laufenden Stangen und Kolben, da der Fettgehalt der Packung bald abgegeben wird und daher nur für kurze Zeit ausreicht. An liegenden Maschinen läßt man bei mäßigen Drucken Öl auf die Stange, unmittelbar vor die Brille tropfen, Abb. 1014, das durch die Bewegung mitgenommen und verteilt wird. Sicherer ist der Einbau eines besonderen Ringes, Abb. 1019, in den das Schmiermittel gepreßt wird, der aber die Baulänge der Stopfbüchse vergrößert. Er ist so zu bemessen und gegenüber dem Zuführrohr so anzuordnen, daß die Schmierung auch bei allmählichem Verbrauch der hinter ihm liegenden Packung noch gesichert bleibt.

An Pumpen benützt man ähnliche Ringe vielfach zur Zuleitung von Flüssigkeit vom Druckraum her, um die Packung zu schmieren und um gleichzeitig zu verhüten, daß während des Saughubes Luft angesaugt wird. Für stehende Stopf-

büchsen genügt bei niedrigen Drucken eine Rinne oder Abschragung, Abb. 1013, an hängenden wird oft ein besonderer Vorraum für das Öl durch eine zweite kurze Brille geschaffen, Abb. 1020.

Der Hauptvorteil der Weichpackung ist ihre Nachgiebigkeit, so daß selbst Stangen, deren Oberfläche nicht tadellos ist oder die sich durch den Betrieb ungleichmäßig abgenutzt haben, noch abgedichtet werden können, meist freilich unter starkem Verschleiß des Dichtmittels. Der Preis ist niedriger als der entsprechender Metallpackungen. Nachteilig ist, daß Weichpackungen häufig nachgezogen und öfters ersetzt werden müssen, ferner daß sie bei unrichtiger Wartung große Reibungsverluste geben und die Stangen usw. angreifen können.

3. Labyrinthdichtung.

Ohne besondere Packung kommt man bei genauem Einpassen oder sorgfältigem Einschleifen der Stangen in Büchsen aus Gußeisen oder Bronze, Abb. 1021, aus. Durch Öl oder Niederschlagwasser, das in den Rillen der Stange festgehalten, den geringen Spielraum ausfüllt, wird bei hin- und hergehender Bewegung genügende Dichtheit erzielt. Sehr häufig findet sich diese „Labyrinthdichtung“ an den Ventilspindeln der Gasmaschinen bei Führungslängen von etwa 8 bis 10 d . Lentz und andere verwenden sie auch an Dampfmaschinen. Da Formänderungen der Büchsen leicht zum Klemmen der

Spindeln führen, ist konstruktiv darauf zu achten, daß die Büchsen möglichst unabhängig von den Teilen bleiben, in denen sie sitzen und namentlich, daß sie sich frei ausdehnen können. In Abb. 1021 ist die Führung deshalb nur durch einen breiten Flansch am Gehäuse festgehalten, ragt aber im übrigen frei nach innen und außen vor.

Die Labyrinthwirkung benutzen auch die aus einzelnen ungeteilten Ringen zusammengesetzten Dichtungen, wie z. B. die von Lentz angegebene, Abb. 1022, bei welcher mehrere die Stange dicht

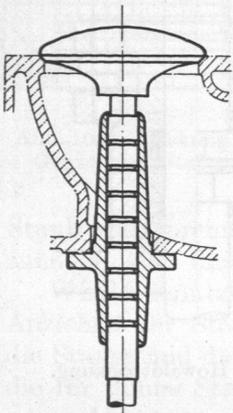


Abb. 1021. Labyrinthdichtung an Steuer-ventilspindeln.

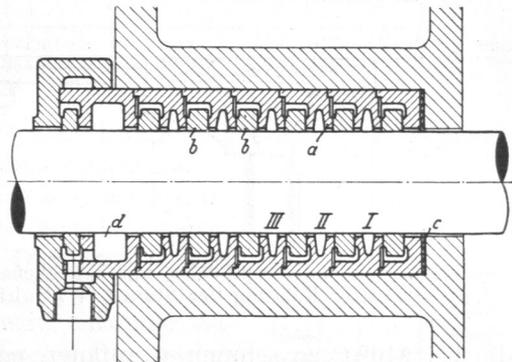


Abb. 1022. Lentzdichtung.

umschließende Ringe b in Kammerringen a leicht verschiebbar angeordnet sind. Durchtretender Dampf soll in den leeren Kammern I , II , III sich ausdehnen und zum Teil wieder zurückströmen können, sobald der Druck in der vorangehenden Kammer oder im Zylinder abnimmt. Die Abdichtung wird auf die Weise in mehrere Stufen zerlegt, in denen nachweisbar die Druckschwankungen immer geringer und die Drucke selbst niedriger werden. Gegenüber der Stopfbüchswandung wird die Abdichtung durch eine Dichtungsplatte c auf der ebenen Grundfläche der Büchse und durch Aufschleifen der Kammerringe aufeinander erreicht. Niederschlagwasser sammelt sich in dem weiten Raume d , aus dem es durch ein Rohr abgeführt wird. Der Vorteil der Labyrinthdichtung ist der Wegfall jedes Anpreßdrucks an den Stangen und die dadurch bedingte gleichmäßige und geringe Reibung. Vollkommene Abdichtung ist aber bei höheren Drucken nicht möglich.

4. Stopfbüchsen mit metallischer Liderung.

Sie finden immer weitere Anwendung und sind besonders für hohe Drucke und Wärme- grade sowie große Geschwindigkeiten geeignet, verlangen aber nicht allein eine viel peinlichere Herstellung der Stangen und Kolben, die durchweg gleichen Querschnitt und eine