

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

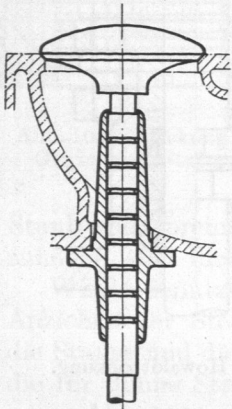


Abb. 1021. Labyrinthdichtung an Steuer-ventilspindeln.

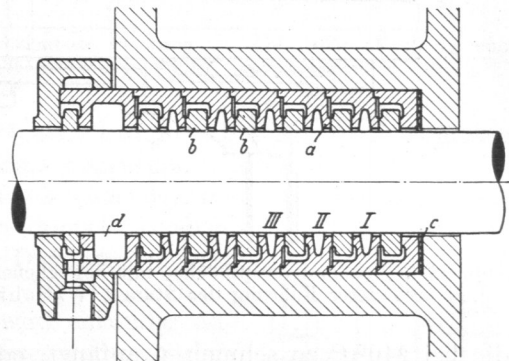


Abb. 1022. Lentzdichtung.

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 Drücke 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

sehr glatte und gleichmäßige, am besten polierte Oberfläche haben müssen, sondern erfordern auch einen viel sorgfältigeren Zusammenbau, wenn sie sich bewähren sollen. Ein großer Vorteil ist, daß sie bei genügender Schmierung sehr geringe oder gar keine Abnutzung zeigen und dementsprechend keines Nachziehens, also nur geringer Wartung bedürfen. Sie können deshalb bei geeigneter Durchbildung selbst im Innern der Maschinen angeordnet werden und haben erst den gedrängten Bau der neueren Einkurbelverbundmaschinen möglich gemacht, bei denen die Zylinder unmittelbar unter Weglassen besonderer Zwischenstücke zusammengebaut werden. Auch das Anziehen der Schrauben ist nicht in dem starken Maße wie bei Weichpackungen notwendig, wirkt bei manchen sogar schädlich. In Formel (284) darf c im allgemeinen gleich 1 gesetzt werden.

Die eigentlichen metallischen Liderungen bestehen entweder aus weichen, dem Weißmetall ähnlichen Legierungen oder aus Gußeisen. Die Legierungen müssen einerseits so nachgiebig sein, daß sie sich beim Anspannen und Laufen den Stangen rasch anschmiegen und anpassen, dürfen aber weder bei gewöhnlichen Temperaturen, noch bei der Erwärmung durch den Betrieb so weich werden, daß sie „schmieren“, d. h. an der Stange haften. Als geeignete Mischungen werden u. a. empfohlen: 45% Zinn, 45% Blei und 10% Antimon, die bei 192° C oder die billigere: 20% Zinn, 65% Blei, 15% Antimon,

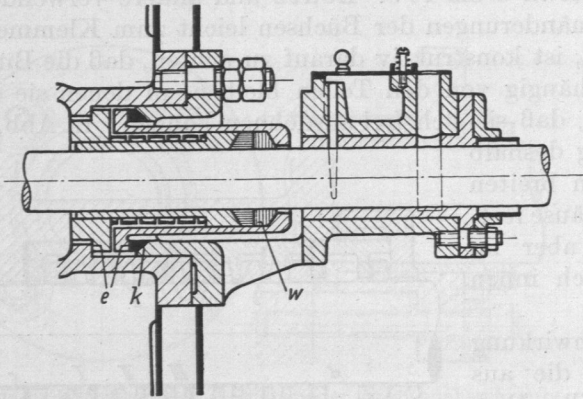


Abb. 1023. Lokomotivstopfbüchse mit beweglicher Metallpackung und besonderer Führung der Stange. W. Schmidt, Kassel.

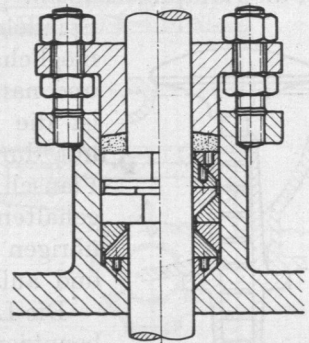


Abb. 1024. Howaldtpackung.

die bei 240° C zu schmelzen anfängt, oder die etwas festere Legierung aus 89% Zinn, 4% Kupfer, 7% Antimon, die bei dem großen Zinngehalt bei etwa 230° flüssig wird. Für die Howaldtpackung wird 80% Blei, 12 bis 18% Zinn, 8 bis 2% Antimon angegeben. Beginn des Schmelzens bei etwa 190°.

Wird die Stopfbüchse weit hinausgezogen und so ausgebildet, daß sie von der Außenluft umspült und gut gekühlt wird, Abb. 1023, so kann man die Legierungen selbst dann anwenden, wenn die Höchsttemperatur des Betriebsmittels den Schmelzpunkt um 50 bis 100° überschreitet. Da nämlich die höchsten Wärmegrade bei den Kraftmaschinen und Kompressoren in der Totlage auftreten und die mit den Packungen in Berührung kommenden Teile der Kolbenstange erst später in den Zylinderraum eintreten, nehmen diese auch geringere Temperaturen an und werden den Dichtungsringen nicht gefährlich.

Gußeisen, das auch bei den höchsten, zur Zeit benutzten Wärmegraden zu Dichtungsringen geeignet ist, bekommt während des Betriebs durch die schleifende Wirkung der Stangen eine äußerst glatte und harte Oberfläche und zeigt dann sehr geringe Abnutzung.

Bei den Packungen Abb. 1024 bis 1027 sind geteilte Weißmetallringe dreieckigen Querschnitts abwechselnd so angeordnet, daß sie beim Anziehen der Stopfbüchsschrauben teils gegen die Stange, teils gegen die Stopfbüchswand gepreßt werden und dort abdichten. Die an der Wandung anliegenden Ringe können auch aus Messing oder ähnlichen billigen Legierungen oder auch aus Gußeisen bestehen. Zum Herausnehmen dienen Gewindelöcher, die bei der Anordnung nach Abb. 1025 zu zwei Sorten von Ringen führen,

im Gegensatz zu der nach Abb. 1024, welche wegen der Schraubenlöcher vier Arten verlangt, aber etwas günstigere Abdichtverhältnisse längs der Fuge bietet. Um das Anpassen zu erleichtern und um eine gewisse Labyrinthwirkung zu erreichen, dreht Gminder, Stuttgart, in die Ringe zahlreiche Rillen, Abb. 1026, ein. Dauernde und gleichmäßige Anpressung kann durch Federn, Abb. 1027 oder durch eine kurze Weichpackung, die auch

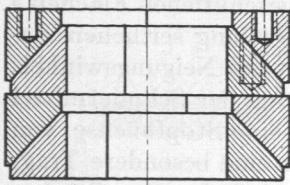


Abb. 1025. Metallpackung.

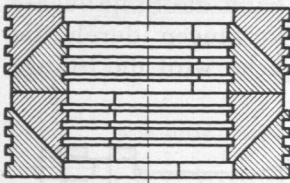


Abb. 1026. Packung von Gminder, Stuttgart.

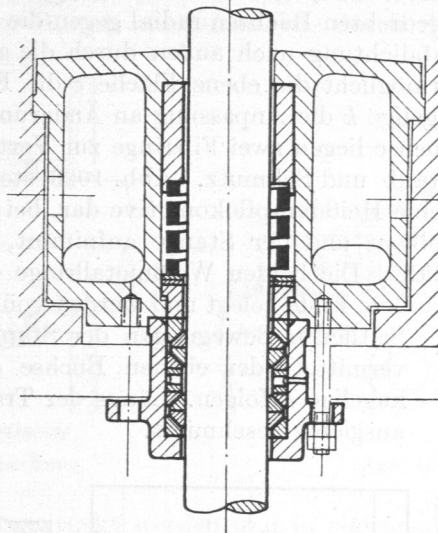


Abb. 1027. Als Ganzes abziehbare Packung mit Anpressung durch eine Feder.

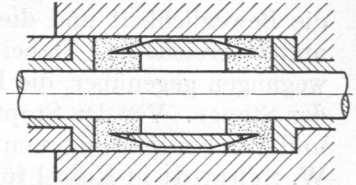


Abb. 1028. Wildtsche Packung.

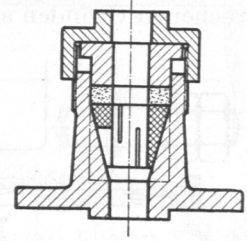


Abb. 1029. Packung von Cordts, Hamburg.

Staub und Unreinigkeiten zurückhält, Abb. 1024, erzielt werden. Bei Abb. 1027 ist hervorzuheben, daß die Stopfbüchspackung als Ganzes abgezogen werden kann.

Wildt benutzt zwei geteilte Ringe U-förmigen Querschnitts, Abb. 1028, die er beim Anziehen der Stopfbüchsschrauben durch ein doppelt kegeliges Zwischenstück gegen die Stange und die Wandung preßt. Nur einen Dichtungsring hat die für dünne Stangen geeignete Packung von Cordts in Hamburg, Abb. 1029. Der Ring ist geschlitzt und wird entweder unmittelbar in den kegelig ausgedrehten Stopfbüchsenraum oder in einem besonderen, außen zylindrisch abgedrehten Hohlkegel eingesetzt.

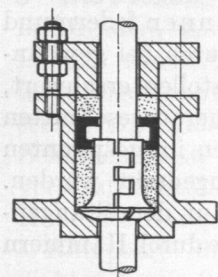


Abb. 1030. Metallische Liderung mit Weichpackung als Druckmittel.

Abb. 1030 zeigt hinter dem zwei- oder dreiteiligen, an den Fugen durch Verzahnungen abgedichteten Ring eine Weichpackung, die durch die Stopfbüchsschrauben zusammengedrückt, die radiale Anpressung der Metallpackung und die Abdichtung längs der Stopfbüchswandung übernimmt. Ihre Elastizität ermöglicht sogar geringe seitliche Bewegungen der Kolbenstange, die bei den vorher besprochenen Beispielen ausgeschlossen waren.

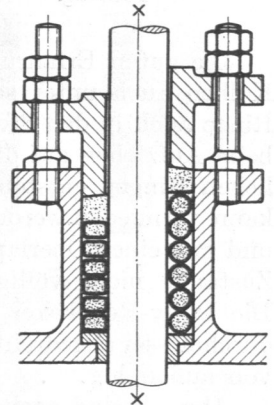


Abb. 1030a. Stopfbüchspackung von M. Bach, Charlottenburg.

U-förmige Stulpen aus Weißmetall wendet die Berliner Maschinenbau A.-G., vorm. L. Schwartzkopf in den höheren Stufen von Luftkompressoren an [XIII, 5].

Mit weichen Massen gefüllte Bleiringe, Abb. 1030a rechts, liefert M. Bach, Charlottenburg. Beim Anziehen der Brille werden sie, wie die linke Hälfte der Abbildung zeigt, breit gedrückt und auf diese Weise wirksam gegen die Stopfbüchswand und die Stange gepreßt.

Größere Nachgiebigkeit der Packungen ist besonders an umsteuerbaren Maschinen, wie Lokomotiven und Schiffsmaschinen, erwünscht, weil mit der Umlaufrichtung auch der Gleitbahndruck wechselt und die Kolbenstange infolge des unvermeidlichen Spiels an den Kreuzkopfschuhen eine andere Lage einnimmt. Beispiele für derartige bewegliche Metallpackungen bringen die Abb. 1031 und 1023. Bei der Lokomotivstopfbüchse der Preußischen Staatsbahnen, Abb. 1031, werden die beiden geteilten Metallringe durch die Feder *F* und die kegelig ausgedrehten Büchsen radial gegen die Stange gepreßt, während die Beweglichkeit und die Abdichtung nach außen durch die aufgeschliffenen Flächen *e* und *k* erreicht ist. Dabei ermöglicht die ebene Fläche *e* die Einstellung seitlichen Bewegungen gegenüber, die kugelige *k* die Anpassung an Änderungen des Neigungswinkels der Stange. Vor der Stopfbüchse liegen zwei Filzringe zur Verteilung der Schmiermittel und zur Fernhaltung von Staub und Schmutz. Abb. 1023 stellt eine Stopfbüchse von W. Schmidt in Kassel für eine Heißdampflokomotive dar, bei der eine besondere Tragbüchse das Gewicht des Kolbens und der Stange aufnimmt, so daß der Stopfbüchse lediglich die Abdichtung zufällt. Die beiden Weißmetallringe *w* sind aus den oben besprochenen Gründen an das äußere Ende gelegt und werden von der Luft kräftig gekühlt.

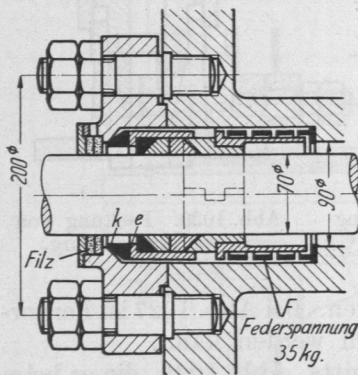


Abb. 1031. Bewegliche metallische Packung.

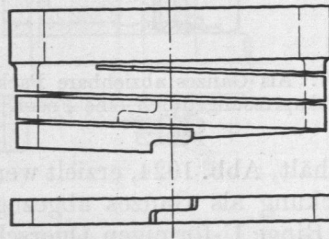


Abb. 1032. Herstellung eines nach innen spannenden Ringes.

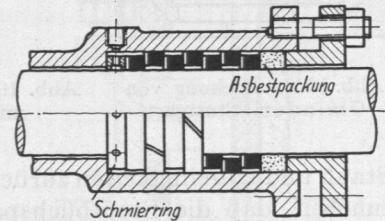


Abb. 1033. Stopfbüchse mit nach innen und außen abdichtenden, selbstspannenden Ringen.

Seitlichen Bewegungen der Stange kann die Stopfbüchse vermittels der ebenen Büchse *e*, Neigungen durch die kugelige *k* folgen. Längs der Tragfläche wird die Stange ausgiebig geschmiert.

Die guten Erfahrungen, die man mit gußeisernen, selbstspannenden Ringen an den Kolben auch unter schwierigen Verhältnissen gemacht hatte, führten dazu, derartige Ringe auch in den Stopfbüchsen anzuwenden. Sie müssen dabei nach innen federn und beim Aufziehen auf die Stange auseinander gebogen werden. Das dadurch bei gewöhnlichen Ringen entstehende Klaffen, das die Abdichtung an den Stoßstellen erschwert, kann vermieden werden, wenn die Ringe aus einer Spirale, Abb. 1032, herausgeschnitten und mit einer Überlappung versehen werden. Ihre Stirnflächen würden im gespannten Zustande nicht völlig eben sein; sie müssen deshalb nochmals nachgedreht werden. Die Davy-Robertson Gesellschaft, Berlin, erzielt die Federung der auf den Stangendurchmesser abgedrehten Ringe in der bei den Kolben beschriebenen Weise durch Hämmern von außen her.

Abwechselnd nach innen und außen federnde Ringe mit versetzten Stößen geben die einfache und kurze Bauart der Stopfbüchse Abb. 1033. An einer beliebigen Stelle kann ein mit Bohrungen versehener Ring zur Zuführung des Öls unter Druck eingeschaltet werden. Die zwischen dem Druckring und der Brille vorgesehene Asbestpackung verhütet durch ihre Elastizität das Festklemmen der Ringe und ermöglicht deren Ausdehnung, wenn sie heißer als die Wandung werden.

Das umständliche Aufschieben der einteiligen Ringe von einem Stangenende her, das beim Auswechseln das Lösen der Kolbenstangenverbindung verlangt, hat zur Verwendung zwei- und mehrteiliger Ringe geführt, die genau dem Stangendurchmesser entsprechend ausgedreht, durch künstliche Mittel, meist Blatt- oder Spiralfedern, in dem

gewünschten Maße angepreßt werden. Da aber bei etwa 300° die Anlaßtemperatur der Federn erreicht und ein Nachlassen der Spannung zu erwarten ist, empfiehlt es sich, auch derartige Packungen vor zu hohen Wärmegraden zu schützen, z. B. an Dampfmaschinen durch Fernhalten von der Deckelheizung und durch weites Herausziehen und Luftkühlung, an Gasmaschinen durch Einbau in den gekühlten Deckel.

Anwendungsbeispiele zeigen die Abb. 1034 bis 1037. Die Schwabepackung, Abb. 1034, setzt sich aus dreiteiligen Ringen zusammen, die durch Schlauchfedern in halbrunden

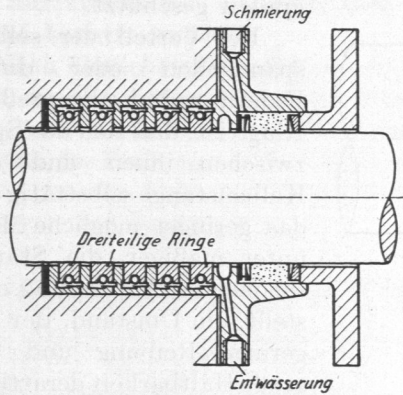


Abb. 1034. Schwabepackung.

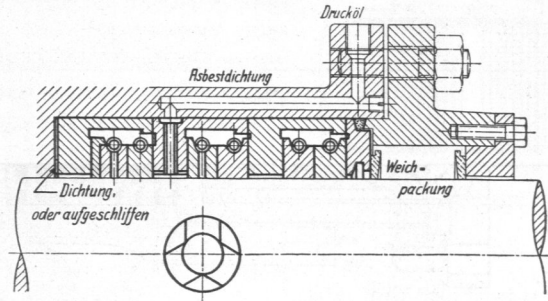


Abb. 1035. Proellpackung.

Nuten gegen die Stange gedrückt werden und in einzelnen Kammern mit so viel Spiel liegen, daß sie den Durchbiegungen der Kolbenstange zu folgen vermögen. Die innerste Kammer wird durch die Stopfbüchsschrauben gegen eine Flachdichtung gepreßt. Vor die gußeisernen Ringe kann eine kurze, getrennt von der Hauptstopfbüchse nachzuziehende Weichpackung gelegt werden. Die Zahl der Ringe richtet sich nach der Höhe der Spannung, gegen welche abzudichten ist. Zur Schmierung dient in der Abbildung der Grundring unter der Weichpackung; bei hohen Drucken kann dazu aber auch einer der Kammerringe herangezogen werden.

Die Packung des Ingenieurbureaus Dr. R. Proell in Dresden, Abb. 1035, in einer Ausführung für Drucke von 9 bis 10 at und 300 bis 350° bei Kolbenstangen mittlerer Größe dargestellt, benutzt sechsteilige gußeiserne Ringe, die ebenfalls durch Schlauchfedern zusammengehalten, zu zweien mit versetzten Stößen in je einer Kammer liegen. Der Höhe des Dampfdruckes entsprechend werden 1 bis 4 Ringpaare hintereinander angeordnet. Zur Abdichtung von 2 at oder gegen Vakuum genügt bei Stangen von 95 mm Durchmesser noch ein Ringpaar.

Radial angeordnete Spiralfedern in Dichtungsringen aus Sonderbronze benutzt die Ascherslebener Maschinenbau A.-G. in der Form Abb. 1036 für Heißdampf von 10 at Druck und 320 bis 360°. Die freie Beweglichkeit der Kolbenstange ist durch kugelige und ebene Flächen gewährleistet, zwischen welchen letzteren die Ringkammern liegen.

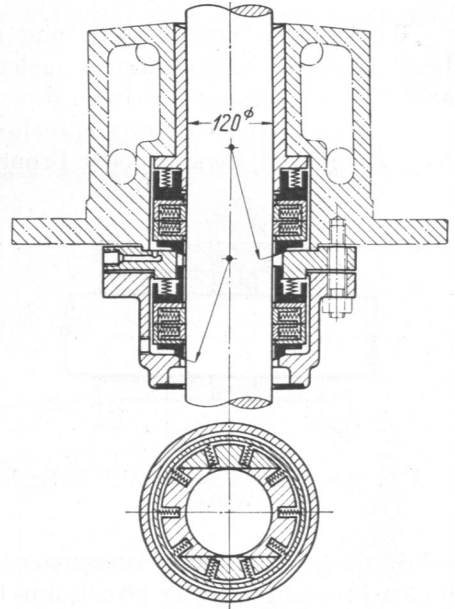


Abb. 1036. Metallpackung der Ascherslebener Maschinenbau A.G.

Abb. 1037 zeigt eine Dichtung für Großgasmaschinen der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg. Sie besteht aus zwei Teilen, einem inneren Satz von nach innen federnden, gußeisernen Ringen in einzelnen Kammern und einem äußeren nach Art der Howaldt-

packung. Die Unabhängigkeit und die Ausdehnungsmöglichkeit der letzteren ist durch kurze Spiralfedern gesichert. Im höchsten Punkte eines zwischen beiden Teilen liegenden

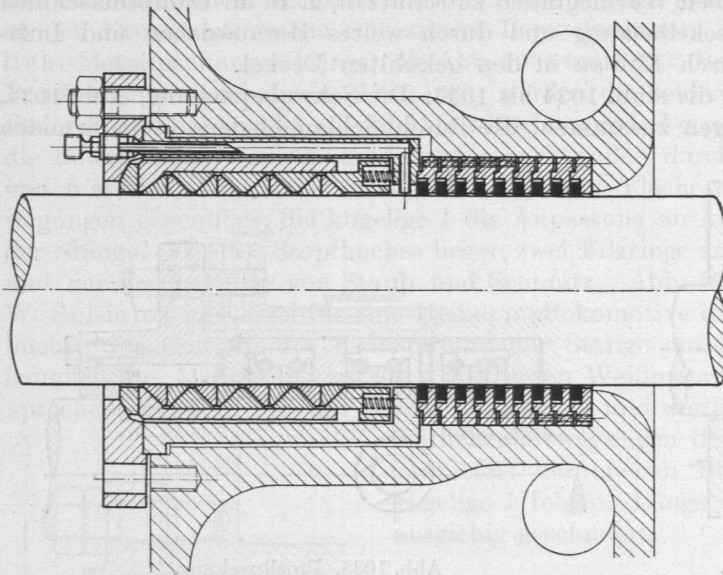


Abb. 1037. Großgasmaschinendichtung der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg.

Ringes mündet die Druckschmierung. Das Ganze ist in den wassergekühlten Zylinderdeckel eingesetzt und so vor zu hohen Wärme-graden geschützt.

Der Vorteil der selbstspannenden oder durch Federn radial angepreßten Ringe ist, daß sich das Spiel zwischen ihnen und der Kolbenstange selbsttätig auf das geringst mögliche Maß, unter mäßiger, die Stange schonender Anpressung einstellt, ein Umstand, der die geringe Reibung und die große Haltbarkeit derartiger Stopfbüchsen bei guter Durchbildung und richtigem Zusammenbau begründet.

B. Stopfbüchsen an sich drehenden Wellen.

Bei kleinen Durchmessern und mäßigen Geschwindigkeiten benutzt man die oben besprochenen Weichpackungen, gelegentlich, nämlich zur Abdichtung von Flüssigkeiten, auch Leder- oder Gummistulpe. Zwecks Schonung der Welle werden auswechselbare Ringe und Messing- oder Bronze-

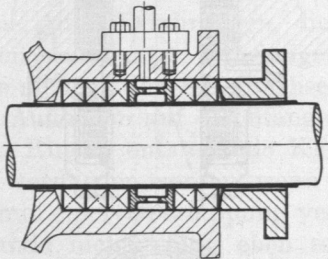


Abb. 1038. Stopfbüchse für sich drehende Wellen.

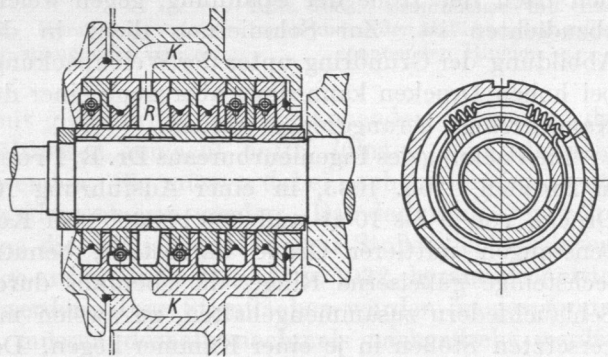


Abb. 1039. Stopfbüchse mit Kohleringen, Maschinenfabrik Oerlikon.

rohre nach Abb. 1038 aufgezogen. Die Zuführung des Schmiermittels geschieht bei hohen Pressungen unter Druck durch einen in der Packung angeordneten Öhring.

Der Dampfturbinenbau verlangte die Ausbildung von Stopfbüchsen an sich drehenden Wellen bei sehr hohen Geschwindigkeiten. Sie werden heute im wesentlichen in zwei Arten gebaut. Nach Abb. 1039, einer Ausführung der Maschinenfabrik Oerlikon, werden dreiteilige Kohleringe in einzelnen, sorgfältig aufeinander gepaßten Kammern durch Schlauchfedern unmittelbar auf die Welle oder auf auswechselbare Ringe gedrückt. Bei Überdruck kann der durchtretende Dampf aus dem Ring *R* und dem Kanal *K* abgeführt, bei Unterdruck Sperrdampf durch *K* zugeleitet werden, um das Ansaugen von Luft sicher zu verhüten.