

im zweiten:

$$\sigma'_b = 6 \frac{\frac{P}{4} \cdot R - \frac{P}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{d}{\pi}}{D \cdot d_0^2} = 6 \frac{\frac{2724}{4} \cdot 10 - \frac{2724}{3} \cdot \frac{17}{\pi}}{20 \cdot 2^2} = 142 \text{ kg/cm}^2;$$

mithin ist Querschnitt *II* der gefährliche. Die vier Tragrippen sind bei je rund $f_1 = 6,6 \text{ cm}^2$ Querschnitt mit:

$$\sigma_z = \frac{P}{4 f_1} = \frac{2724}{4 \cdot 6,6} = 103 \text{ kg/cm}^2$$

auf Zug beansprucht.

b) Auslaßventil. Bei $v_{\max} = 45 \text{ m/sek}$ Dampfgeschwindigkeit wird:

$$f_a = \frac{F \cdot c_{\max}}{v_{\max}} = \frac{4982 \cdot 2,095}{45} = 232 \text{ cm}^2;$$

$$\frac{\pi}{4} d_a^2 = 1,20 f_a = 1,20 \cdot 232 = 279 \text{ cm}^2; \quad d_a = 18,9 \text{ cm};$$

gewählt 185 mm.

$$\frac{\pi}{4} (d')^2 = \frac{\pi}{4} d_a^2 - \frac{f_a}{2} = 279 - 116 = 163 \text{ cm}^2; \quad d' = 14,5 \text{ cm};$$

ausgeführt in Rücksicht auf die äußeren Führungsrippen 142 mm Durchmesser.

$$\text{Mindesthub } h = \frac{f_a}{2 \pi d_a} = \frac{232}{2 \pi \cdot 18,5} = 2,0 \text{ cm, erhöht auf } 40 \text{ mm.}$$

Eine Gestaltung des Korbes ähnlich dem des Einlaßventiles würde zu hängenden Ventilen führen, die wegen des schwierigeren Dichthaltens gern vermieden werden. Der Korb nach Abb. 822 wird zudem niedriger, kann mit dem Boden und der Stopfbüchse aus einem Stück hergestellt werden und gestattet eine einfachere Formgebung des anschließenden Auslaßkanals im Zylinder. Zur besseren Führung des Ventils sind vier radiale Außenrippen vorgesehen. Eine Berechnung erübrigt sich bei einer dem Einlaßventilkorb entsprechenden Bemessung, da die normale Belastung geringer und u. a. die Stützung des Bodens, der auf dem ganzen Umfang von der Steuerhaube gehalten wird, günstiger ist.

Wegen der Formgebung der die Ventile umschließenden Zylinderwände unter Einhaltung etwa derselben Dampfgeschwindigkeit wie oben vgl. die Durchbildung des Niederdruckzylinders Abb. 1745 in Abschnitt 23, Beispiel 9.

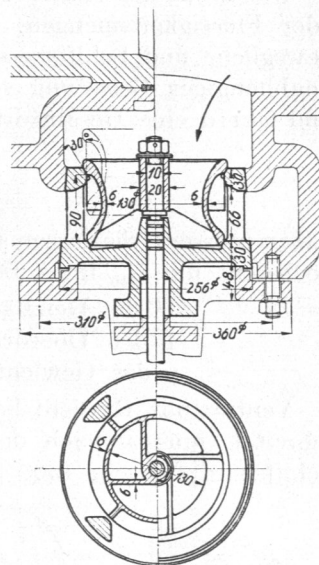


Abb. 822. Doppelsitzauslaßventil am Niederdruckzylinder der Maschine Tafel I. M. 1:10.

D. Ventile für Sonderzwecke.

1. Sicherheitsventile.

Zweck derselben ist, bei Überschreitung eines bestimmten Höchstdruckes die überschüssigen Gas-, Dampf- oder Flüssigkeitsmengen ausfließen zu lassen. Dazu dienen meist einfache Tellerventile, die durch Gewichte oder Federn unmittelbar oder unter Einschaltung einer Hebelübersetzung belastet sind. Gewichte bieten den Vorteil, daß die Belastung unabhängig vom Hub des Ventils ist, können jedoch nur an ruhenden, nicht aber an stark bewegten Teilen oder Maschinen, wie Schiffskesseln, Lokomotiven usw. verwendet werden.

Der Berechnung legt man gewöhnlich eine Kreisfläche vom mittleren Sitzdurchmesser $d + a_0$ und den vollen Überdruck zugrunde und nimmt die genaue Einstellung bei der Druckprobe vor.

Die Sitze werden schmal, 1 bis 2,5 mm breit und meist eben ausgeführt, wenn nicht Stöße, z. B. an beweglichen Kesseln, kegelige angebracht erscheinen lassen. Die Dichtflächen sollen leicht zugänglich sein und, wenn möglich, frei liegen, die Teller unter der Belastung gedreht und während des Betriebes auf richtiges Arbeiten geprüft werden können.

Besonders wichtig ist, dem Klemmen des Ventils durch sichere Stift- oder Rippenführung und tiefe Lage des Angriffpunktes der Belastung vorzubeugen. Das Überschreiten der äußersten Stellung des Gewichts oder der größten Federspannung pflegt durch Plomben, Splinte, Sperrhülsen usw. verhindert zu werden. Belastungsgewichte sollen aus einem Stück bestehen.

Die Größe der Ventile richtet sich nach dem Druck und den durchzulassenden Dampf- oder Flüssigkeitsmengen. Für feststehende Landdampfkessel ist mindestens ein, für bewegliche und Schiffskessel sind zwei zuverlässige Sicherheitsventile mit voneinander unabhängiger Belastung vorgeschrieben, die auf Grund von Versuchen von Reischle und Cario eine Gesamtdruckfläche (ohne Rücksicht auf Rippen) von mindestens:

$$f = \frac{4,74 \cdot H}{\sqrt{p \cdot \gamma}} \text{ cm}^2 \quad (237)$$

haben müssen. Sie lassen soviel Dampf entweichen, daß die festgesetzte Dampfspannung höchstens um $\frac{1}{10}$ ihres Betrages überschritten wird. Dabei bedeuten:

H die Heizfläche in m^2 ,

p den Überdruck in at,

γ das Gewicht von 1 m^3 Dampf von p at in kg.

Ventile mit Gewichtsbelastung, bei denen der Druck auf den Teller 600 kg überschreitet, müssen nach den polizeilichen Vorschriften für Anlegung von Land- bzw. Schiffsdampfkesseln 1908 [VI, 3 und 4] durch zwei kleinere ersetzt werden.

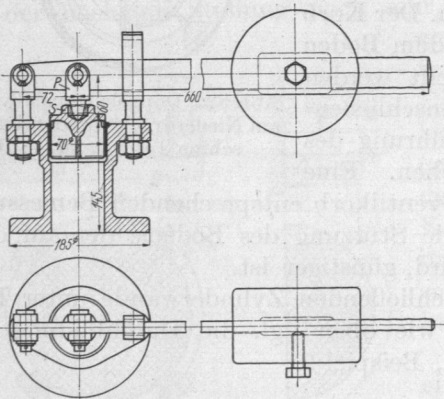


Abb. 823. Sicherheitsventil mit Gewichtsbelastung (Düsseldorfer Maschinenbau A.G.). M. 1 : 10.

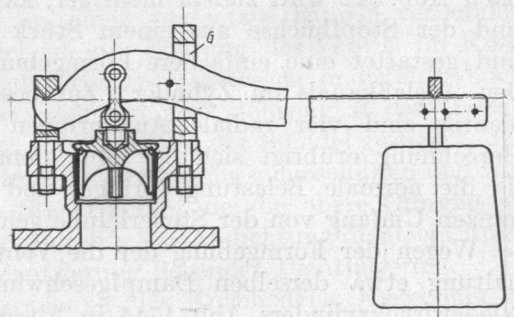


Abb. 824. Sicherheitsventil mit Gewichtsbelastung. M. 1 : 10.

Ein einfaches Sicherheitsventil mit Gewichtsbelastung für Dampfkessel zeigt Abb. 823 nach Ausführung der Düsseldorfer Maschinenbau A.-G. vorm. J. Losenhausen. Der Teller, der ebenso wie der Sitz aus harter Bronze besteht, wird mittels des Sechskantes S aufgeschliffen und kann unter der Belastung gedreht werden. Die letztere ist durch Verschieben des Gewichts regelbar und greift durch die Pendelstütze P in der Sitzebene an. In Abb. 824 sind die Gelenke zwecks Verringerung der Reibung durch breite Schneiden ersetzt. Dadurch, daß diese auf einer geraden Linie liegen, bleibt das Hebelverhältnis bei geschlossenem und geöffnetem Ventil unverändert. Gabel G begrenzt den Hub und verhütet das Herausschleudern des Ventils bei plötzlichem Öffnen.

Abb. 825 zeigt ein Sicherheitsventil mit Federbelastung, wie es an Pumpendruckleitungen usw. Verwendung findet (Ausführung von Klein, Schanzlin und Becker).

Der durch eine Schraube einstellbare Federdruck wird durch den Stift genau auf die Mitte des Tellers geleitet. Ähnliche, aber gedrängter gebaute Ventile werden an Dampfzylindern zur Milderung von Wasserschlägen angebracht, wenn die Steuerung in den Zylinder eingetretenes oder dort niedergeschlagenes Wasser nicht entweichen läßt. Wegen der Wahl ihrer Größe vgl. Abschnitt 22, IV, A, 2 über Ausnutzung der Dampfzylinder.

Ein Übelstand an solchen einfachen Sicherheitsventilen ist, daß die Spannung unter dem Teller durch das Entweichen des Dampfes oder der Luft vermindert und das Ventil nur wenig geöffnet wird. Erst bei weiterer Steigerung des Druckes wächst auch der Hub, so daß diese Ventile mehr Warnvorrichtungen sind, nicht immer aber vor unter Umständen gefährlichen Überspannungen schützen. Dem begegnen die Hochhubventile-

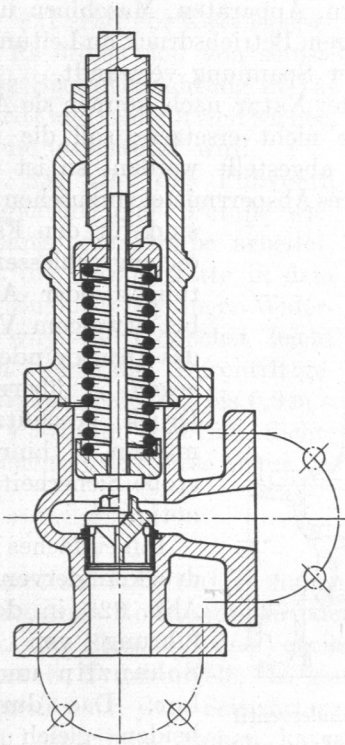


Abb. 825. Sicherheitsventil mit Federbelastung (Klein, Schanzlin und Becker, Frankenthal). M. 1: 5.

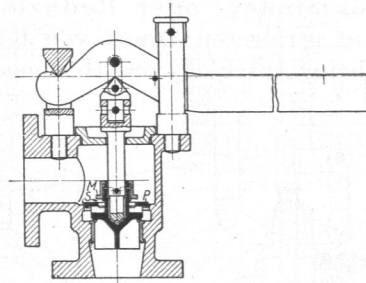


Abb. 826. Hochhubventil „Absolut“ (Schäffer und Budenberg, Magdeburg).

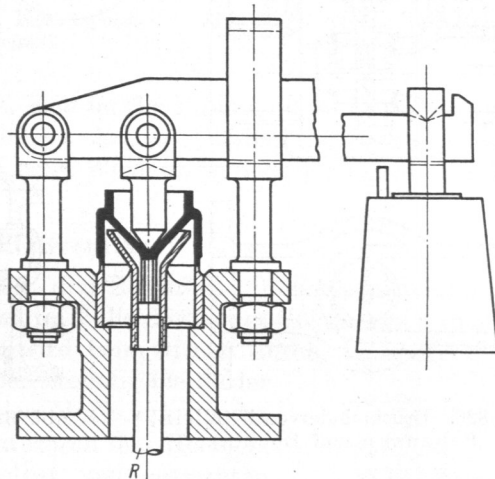


Abb. 827. Hochhubventil (Hübner und Mayer, Wien).

ventile, z. B. nach Abb. 826 und 827. Am Sicherheitsventil „Absolut“ von Schäffer und Budenberg, Abb. 826, ist über dem Teller eine Platte *P* angebracht, die geringe Dampfmen gen bei Beginn des Überschreitens des zulässigen Druckes durch die Spalten *S* entweichen läßt, so daß dasselbe zunächst wie ein gewöhnliches Sicherheitsventil wirkt. Steigt aber die Spannung im Kessel um etwa $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{2}$ at weiter, so entsteht in dem Ringraume ein Druck, der das Ventil mit Hilfe der Platte *P* weiter anhebt und so rasch große Querschnitte schafft. Die Spannung, bei welcher das eintritt, läßt sich durch Einlegen einer Scheibe unter der Mutter *M* verändern. Das Ventil kann während des Betriebes nachgeschliffen werden und ist zur Abführung großer Dampfmen gen mit einem seitlichen Rohranschluß versehen. Die Hochhubventile von Dreyer, Rosenkranz und Droop benutzen den Stoß des ausströmenden Dampfes, der gegen eine darüber angebrachte Platte wirkt, vgl. Z. V. d. I. 1905, S. 359.

Hübner und Mayer in Wien erreichen den gleichen Zweck nach Abb. 827 durch ein

unter dem Ventilteller angebrachtes Rohr R , das nach einer Stelle des Kessels führt, wo der Druck nicht mehr durch das Abblasen beeinflusst wird, so daß stets der volle Dampfdruck unter dem Teller wirkt.

Vollhubventile können nach den polizeilichen Vorschriften $\frac{1}{3}$ des Querschnittes der gewöhnlichen, also:

$$f = \frac{1,58 \cdot H}{\sqrt{p \cdot \gamma}} \text{ cm}^2 \quad (238)$$

erhalten, wenn ihr Hub mindestens $\frac{1}{4}$ des Durchmessers beträgt.

2. Druckminder- oder Reduzierventile.

Druckminder- oder Reduzierventile dienen dazu, hochgespannte Betriebsmittel auf geringeren Druck von bestimmter, gleichbleibender Höhe zu bringen. Sie werden beim Anschluß von Heizungen, Dampffässern, Apparaten, Maschinen usw. mit niedrigem Betriebsdruck an Leitungen mit höherer Spannung verwandt.

Ihrer Natur nach können sie Absperrventile nicht ersetzen; soll die Leitung völlig abgestellt werden, so ist ein besonderes Absperrmittel vorzusehen. Ferner

sind für den Fall, daß die angeschlossenen Leitungen oder Apparate bei etwaigem Versagen des Druckminderventils gegen übermäßigen Druck geschützt sein müssen, hinreichend große Sicherheitsventile nötig.

Ein einfaches Dampfdruckminderventil zeigt Abb. 828 in der Ausführung von Klein, Schanzlin und Becker. Das durch die beiden gleich großen Teller vollkommen ent-

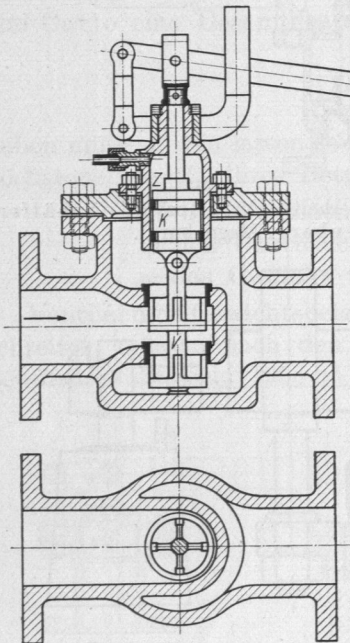


Abb. 828. Druckminderventil (Klein, Schanzlin und Becker).

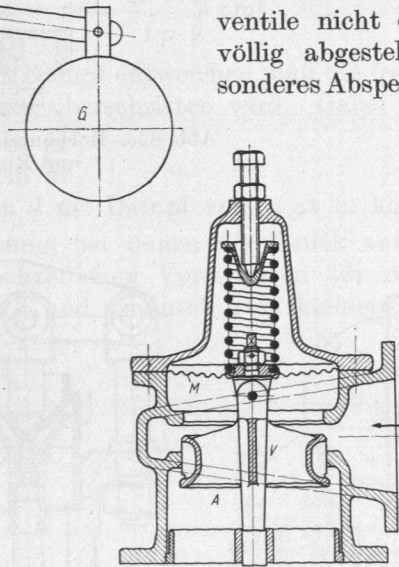


Abb. 829. Druckminderventil mit Membran.

lastete Ventil V hängt an dem Kolben K , der in dem vom Dampf umspülten Zylinder Z abgedichtet und durch das Gewicht G belastet ist. Das Ventil bleibt so lange offen und läßt Dampf durchströmen, bis der Druck unter dem Kolben zum Anheben des Gewichts genügt. Dann kommt es je nach der durchströmenden Dampfmenge in eine Gleichgewichtslage und drosselt den Druck hinter dem Ventil auf die der Kolbenbelastung entsprechende Spannung ab. An Stelle des Hebels und des Gewichts kann auch eine Spiralfeder treten. Zur Einstellung des Ventils auf einen bestimmten Druck braucht nur das Gewicht verschoben oder die Feder entsprechend gespannt zu werden. Wegen der durch das Drosseln bedingten hohen Geschwindigkeiten dürfen die Ventile nicht zu groß genommen werden. Näheres enthalten die Listen der Firmen.

Die Undichtheit, die Reibung und das bei unreinem Dampf vorkommende Festsetzen des Kolbens vermeiden Druckminderventile mit Metall-, Gummi- oder Ledermembranen, die in konstruktiv sehr mannigfaltiger Weise durchgebildet werden. Die Belastung, manchmal auch die Eigenspannung der Membran M in Abb. 829 hält das Ventil V so lange offen, bis der Druck im Raum A die Membran um den Ventilhub durchgebogen oder angehoben hat.

3. Rückschlagventile.

Rückschlagventile oder Speiseventile gestatten den freien Durchfluß in einer Richtung, verhindern aber das Zurückströmen. Abb. 830 stellt die Sicherung eines Manometers gegen plötzliche Entlastung durch Einschalten einer kleinen Kugel dar. Bei steigendem Druck hebt sich die Kugel von ihrem Sitz; das Manometer folgt jedoch auch langsamen Änderungen bei sinkendem Druck infolge eines kleinen Schlitzes im Ventilsitz, der aber die Stöße, die dem Manometer schaden können, genügend abschwächt.

Abb. 831 zeigt ein Kesselspeiseventil. Es öffnet sich von selbst, wenn die Speisevorrichtung in Tätigkeit tritt und schließt sich wieder, wenn jene stillgesetzt wird.

Abb. 832 gibt das Fußventil der Saugleitung einer Pumpe wieder. Solange die Pumpe arbeitet, schwebt die Gummiplatte in dem Wasser. Zugunsten geringen Widerstands wird sie möglichst leicht gehalten und die Durchtrittsgeschwindigkeit klein, 0,5 bis 0,8 m/sek, gewählt. Kommt die Pumpe außer Betrieb, so setzt sich die Platte auf den Sitz, dichtet ab, verhindert also das Abfallen der Saugwassersäule und erleichtert auf diese Weise das Ansaugen beim Wiederinbetriebsetzen ganz erheblich.

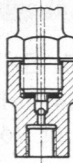


Abb. 830. Manometer-rückschlagventil.

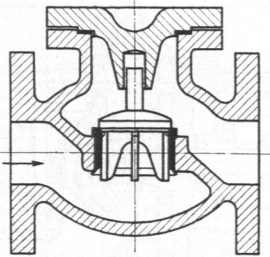


Abb. 831. Kesselspeiseventil.

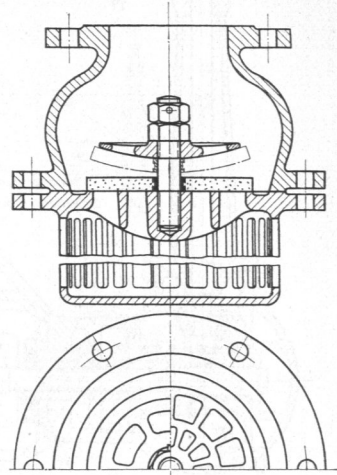


Abb. 832. Fußventil einer Pumpen-saugleitung.

4. Schnellschlußventile.

Schnellschlußventile haben den Zweck, den Zufluß des Betriebsmittels zu den angeschlossenen Rohrleitungen oder Maschinen im Falle drohender Gefahr rasch zu unterbrechen. Die Spindel *S* des Ventils Abb. 833 wird beim Öffnen durch die Muffe *M* mit der Schraube *T* gekuppelt. In ganz geöffneter Stellung bleibt der Teller auch nach dem Seitwärtswegdrehen der Muffe infolge der Stopfbüchsenreibung stehen, kann aber dann durch den Hebel *H* unmittelbar oder durch einen Drahtzug, selbst von entfernten Stellen aus, rasch geschlossen werden. Das Ventil muß dabei naturgemäß so eingebaut sein, daß der Dampfdruck auf die Ventilplatte von oben her wirkt. Nachteilig ist, daß der Teller immer ganz abgehoben sein muß, weil er bei geringer Öffnung durch den Dampfstrom mitgerissen und das Ventil von selbst geschlossen würde.

Schnellschlußventile finden in neuerer Zeit im Zusammenhang mit Dampfturbinen vielfache Anwendung. Ein Sicherheitsregler, der bei Überschreitung der höchsten zulässigen Umdrehzahl ausschlägt, löst die Schnellschlußvorrichtung aus, sperrt den Dampfstrom ab und verhindert das Durchgehen der Turbine. Abb. 834 zeigt die Ausführung der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft Berlin. Der Ventilteller wird durch die mit Linksgewinde versehene Spindel *S*, das Kegelradvorgelege und den Handgriff *H* gegen den auf ihm lastenden Dampfdruck angehoben und offen gehalten, solange die Klinke *K* in die Mutter *M* eingreift. Wird aber der Klinkenhebel von Hand oder bei Überschreitung der höchsten zulässigen Umlaufzahl der Turbine durch den

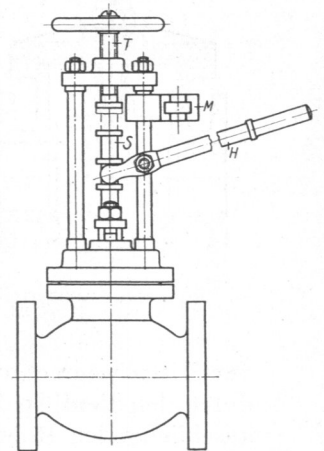


Abb. 833. Schnellschlußventil.

Sicherheitsregler nach unten gedrückt, so wird die Mutter frei und das Ventil durch die Feder *F* geschlossen. *L* ist ein Luftpuffer, der den Schlag dämpfen soll. Zum Wiederöffnen wird zunächst die Mutter *M* durch Drehen des Handgriffs nach rechts auf der Spindel zurückgeschraubt, bis sich die Klinke einlegen läßt und dann der Ventilteller durch Linksdrehen der Spindel angehoben.

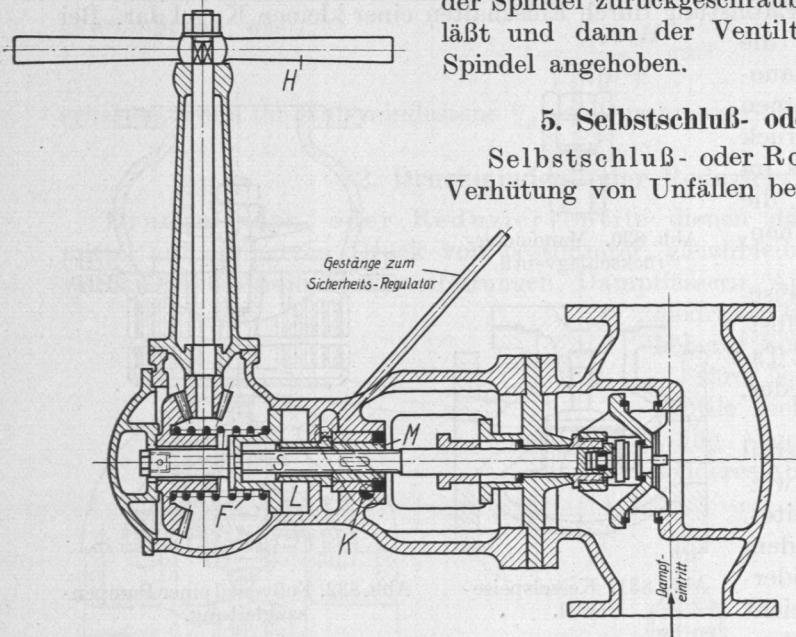


Abb. 834. Schnellschlußventil an den Dampfturbinen der A.E.G., Berlin.

massen durchfließen. Zweckmäßig sind Vorrichtungen, die das Einstellen auf bestimmte Mengen gestatten. Die Betätigung soll einfach und nicht von besonderer Geschicklichkeit abhängig, die Reibung der bewegten Glieder gering, ein Festsetzen irgendwelcher Teile aber ausgeschlossen sein.

Die Rohrbruchventile sind in sehr verschiedener Weise durchgebildet worden; im folgenden können nur wenige Beispiele angeführt werden; wegen weiterer Einzelheiten sei insbesondere auf die Untersuchungen Köhlers [IX, 19] verwiesen.

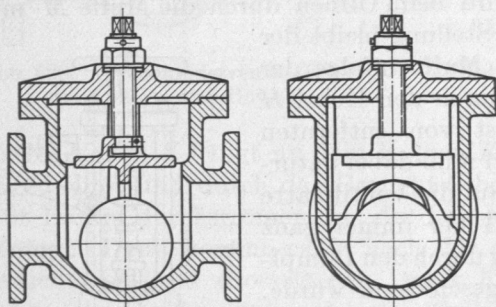


Abb. 835. Rohrbruchventil (Schäffer und Budenberg).

ventil für wagrechte Leitungen. Der Dampf strömt unter gewöhnlichen Verhältnissen durch den Ventilspalt hindurch, ohne den Teller zu beeinflussen. Tritt aber in der bei *A* anschließenden Rohrleitung ein Bruch ein, sinkt also der Dampfdruck über dem Teller plötzlich, so wirft der in dem Raume *U* befindliche, sich ausdehnende Dampf den Ventilteller zu, sperrt damit die anschließende Leitung ab und hält diese geschlossen, bis der Druck unter ihm abgelassen wird, wobei der Teller von selbst zurückfällt. Das Ventil kann durch Anheben des Hebels *H* auf leichten Gang untersucht und durch Verstellen des Gewichtes *G* zu früherem oder späterem Schließen veranlaßt werden. Es kann auch

5. Selbstschluß- oder Rohrbruchventile.

Selbstschluß- oder Rohrbruchventile dienen zur Verhütung von Unfällen bei Rohrbrüchen. Der unmittelbare Schaden, den ein solcher Bruch verursacht, ist meist nicht sehr groß; dagegen sind oft die weiteren Folgen, das Ausströmen großer Mengen heißen Dampfes oder Wassers, Leerlaufen der Kessel usw. von verheerender Wirkung. Hier sollen die Selbstschlußventile Einhalt tun. Sie werden in die Rohrleitungen eingeschaltet und müssen unter raschem und sicherem Abschluß in Tätigkeit treten, sobald ungewöhnlich große Dampf-

massen durchfließen. Zweckmäßig sind Vorrichtungen, die das Einstellen auf bestimmte Mengen gestatten. Die Betätigung soll einfach und nicht von besonderer Geschicklichkeit abhängig, die Reibung der bewegten Glieder gering, ein Festsetzen irgendwelcher Teile aber ausgeschlossen sein.

Konstruktiv sehr einfach ist das Rohrbruchventil, Abb. 835, von Schäffer und Budenberg, aus einer Kugel bestehend, die bei zu großer Durchflußgeschwindigkeit mitgerissen wird und sich je nach der Strömungsrichtung gegen den einen oder anderen Sitz legt. Die Empfindlichkeit kann durch Verstellen des Durchlaßbogens geregelt werden.

Abb. 836 zeigt ein von Dreyer, Rosenkranz und Droop gebautes Rohrbruch-

als Schnellschlußventil dienen, dagegen nicht als Absperrmittel, so daß es zweckmäßig ist, gegebenenfalls ein solches vorzuschalten, das aber bei vollem Betrieb stets weit geöffnet sein soll, weil sonst dort schon Drosselungen eintreten, die die Wirkung des Selbstschlusses beeinflussen.

Dagegen ist das Selbstschlußventil, Abb. 837, Ausführung von Klein, Schanzlin und Becker, gleichzeitig Absperrventil. Der Dampfdruck ruht im geschlossenen Zu-

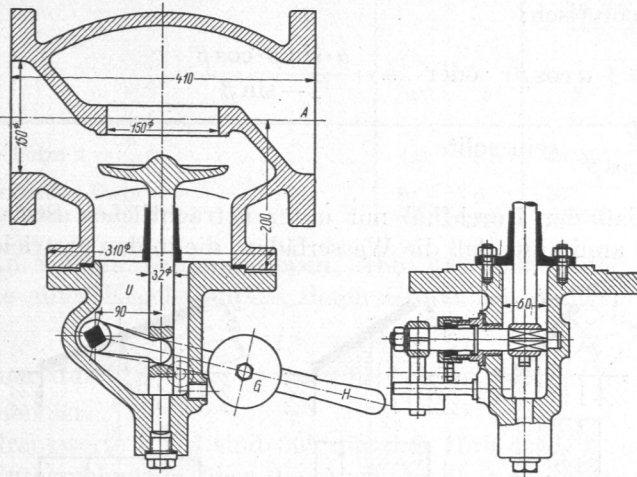


Abb. 836. Rohrbruchventil (Dreyer, Rosenkranz und Droop). M. 1:10.

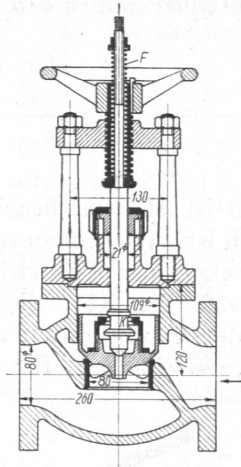


Abb. 837. Rohrbruchventil (Klein, Schanzlin und Becker). M. 1:10.

stande auf dem nach Daelenscher Bauart ausgebildeten Absperrkegel. Beim Drehen des Handrades wird durch Vermittelung der Feder *F* das Voröffnungsventil und dann durch den Dampfdruck der Hauptkegel angehoben. Bei offenem Ventil und langsamen Änderungen gleicht sich der Dampfdruck durch den Spalt am Kolbenumfang aus; tritt aber durch Bruch oder Herausfliegen einer Packung eine plötzliche Verminderung der Spannung unter dem Kegel ein, so wird dieser durch den darüber befindlichen Druck und die saugende Wirkung des durchströmenden Dampfes auf seinen Sitz gepreßt und dort festgehalten. Da auch der Kegel *K*, und zwar durch die Feder *F*, am oberen Sitz angepreßt wird, ist vollständige Absperrung erreicht.

II. Klappen.

1. Grundlagen.

Die Mehrzahl der Klappen öffnet sich durch Drehung um eine in der Abdichtungsebene liegende oder ihr gleichlaufende Achse. Klappen werden sowohl als Abschlußvorrichtungen wie auch als selbsttätige und gesteuerte Organe an Stelle von Ventilen angewendet. Ihr Vorzug diesen gegenüber besteht darin, daß sie dem Betriebsmittel bei richtiger Anordnung freieren Durchgang unter geringerer Ablenkung des Stromes gewähren; nachteilig ist der wegen des einseitigen Durchtritts verhältnismäßig größere Hub.

Als Klappen bezeichnet man auch runde Platten aus Gummi oder ähnlichen Stoffen nach Abb. 845, die in der Mitte gehalten, beim Öffnen durch Aufwölben einen Spalt am ganzen Umfang frei geben und sich durch eigene Elastizität wieder schließen.

2. Berechnung des Durchflußquerschnittes.

Bei rechteckiger Grundform des Sitzes, Abb. 838, mit *a* und *b* als Seitenlängen und unter der Annahme, daß die Drehachse unmittelbar an der einen Sitzkante liegt, hat der Durchflußquerschnitt trapezförmige Gestalt und setzt sich aus einem Rechteck und zwei seitlichen Dreiecken zusammen.