

wird, so ist für Fälle, in denen starke Schwankungen unerwünscht sind, zur Vergrößerung des Luftraumes eine Anzahl von Luftbehältern 6 mit dem Cylinder 3 verbunden, die durch das Ventil 7 abgesperrt werden können. Bei Reparaturen wird die Luft so viel wie möglich aus 3 in die Behälter 6 verdrängt und dann das Ventil 7 geschlossen. Kommt der Kolben in seine höchste Stellung, so rückt er die Wasserpumpe aus. Ausserdem ist durch Bohrungen im Kolben 4 noch eine Sicherung gegeben, indem das Druckwasser ausströmt, sobald diese Bohrungen die Manschette überschreiten. Die Luftdruck-Kraftsammler haben in der Industrie in den letzten Jahren viel Verbreitung gefunden. Man rühmt ihnen nach, dass sie bei Verminderung der grossen bewegten Massen grosse Geschwindigkeiten in den Leitungen zulassen und doch einen ruhigen und stossfreien Gang besitzen. Ferner gestatten sie die Anwendung verschiedener Drucke.

### 3. Hochdruckleitungen.

**467.** Hinsichtlich der Konstruktion der Hochdruckleitungen habe ich schon einige Male darauf verwiesen, dass man sie nicht zu eng nehmen soll, wenn man auf Anschluss von ferneren Maschinen rechnen kann oder dickflüssige Körper, wie Oel und Glycerin verwenden will. Ganz besonderen Werth muss man auf die Dichtigkeit der Leitung legen. In der Charlottenburger Versuchsanstalt sind die meisten Dichtungen nach dem früher in Fig. 281 (S. 268) angedeuteten Verfahren mittelst allseitig umschlossener Ringe aus Leder oder Blei bewirkt; hierbei ist bisher niemals ein Misserfolg erzielt worden. Die Dichtung mit eingelegten Stahlkegeln (Fig. 280 S. 268) ist bei sehr hohen Drucken besonders dann angewendet, wenn die Anschlüsse oft gewechselt werden mussten. Sie gestattet besonders leicht die Ableitung der Rohre nach allen möglichen Richtungen, wenn man zwei viertelkreisförmige Stücke einschaltet. Man findet sie auch bei dem in Fig. 339 (469) dargestellten Ventilgehäuse; ich übernahm sie nach dem Muster von Emery. In der Charlottenburger Versuchsanstalt liegen meistens Flusseisenrohre; sie haben sich gut bewährt. Innerhalb der Gebäude sollte man die Leitungen immer in zugängliche und geräumige Kanäle legen, um später Einschaltungen und Anschlüsse anbringen zu können. Zu beweglichen Leitungen für hohen Druck sind enge, dickwandige Kupferrohre vorzüglich brauchbar. Die Charlottenburger Versuchsanstalt benutzt oft und schon viele Jahre lang ein weiches Kupferrohr von über 30 m Länge, 10 mm äusserem und 3 mm innerem Durchmesser; es hat vielfach Drucke bis über 5000 at übertragen und musste häufig hin- und hergebogen, aufgerollt und gelegentlich ausgeglüht werden.

### 4. Ventile.

**468.** Die Ventile in den Hochdruckleitungen zum Absperren und zum Reguliren der Maschinengeschwindigkeiten machen viel Last und Unannehmlichkeiten; die Kenntniss von solchen Konstruktionen, die sich im Betriebe gut bewährten, ist also immerhin werthvoll. Hähne sind sehr schwer dicht zu halten und meistens auch nicht zum genauen Reguliren geeignet; ich vermeide sie grundsätzlich.

**469.** In Fig. 339 theile ich meine Konstruktion der Ventile mit wie sie sich im Laufe der Jahre in der Versuchsanstalt Charlottenburg herausgebildet hat und jetzt fast immer verwendet wird.

Alle Ventile für je eine Maschine sind in einem einzigen Gehäuse vereinigt, das auf einer Säule so angebracht ist, dass die Handhaben in etwa 1 m Höhe vom Boden liegen. Diese Säulen werden im Raum so aufgestellt, dass sie dem vor dem Fernrohr des Spiegelapparates stehenden Beobachter möglichst bequem gelegen sind, und womöglich so, dass der das Ventil selbst bedienende Beobachter zugleich auch die Gewichtsanzeiger, Schaulinienapparate und Probestäbe möglichst bequem übersehen und be-

dieneu kann. Auf der gusseisernen Säule ist das Gehäuse 1 mittelst des Bockes 2 befestigt. Das Gehäuse schliesst sich der einfachen Rohrform so viel wie möglich an; die Durchgänge sind nicht eingegossen, sondern auf der Maschine gebohrt. Hierdurch erzielt man mit grösserer Sicherheit ganz dichten Guss. Die Stellen, welche die Ventilsitze für die Ventile 3 und 19 bilden, sind vor

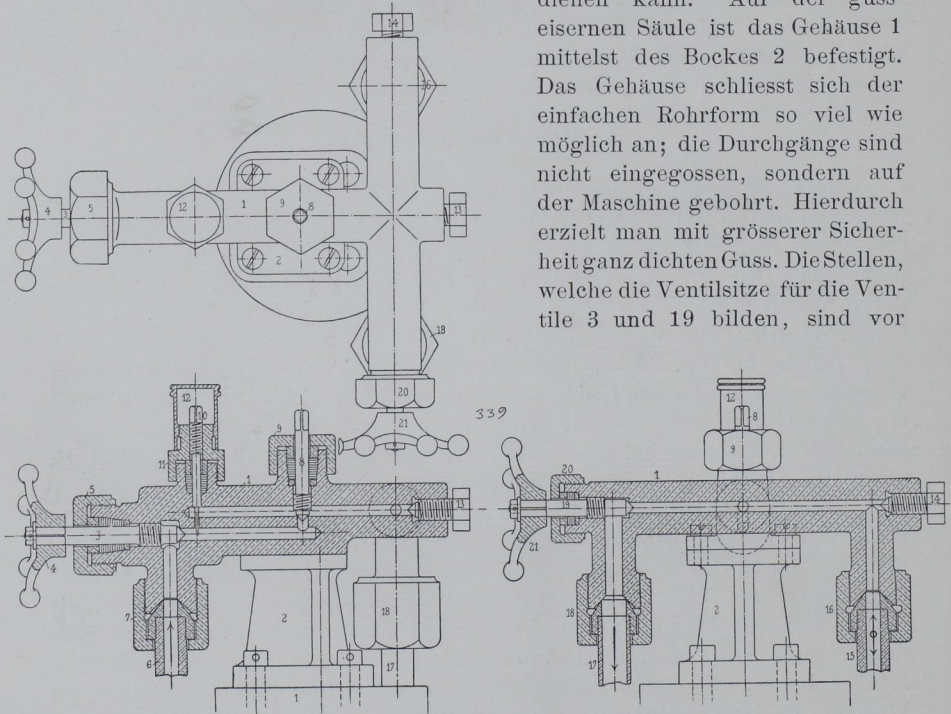


Fig. 339.

der endgültigen Formgebung mit eingeführten Stahldornen möglichst hartgeschlagen, und ebenso sind die Ventilenden der Spindeln behandelt. Diese sind übrigens alle aus guter zäher und dichter Metallegierung gefertigt, weil Eisen zu sehr angegriffen und daher oft undicht wird. Wo irgend möglich, wurde vermieden, das Druckwasser gegen die Ventilsitze wirken zu lassen, weil bei dieser Konstruktion sich immer der Uebelstand ergab, dass die bei herrschendem Presswasserdruck nur leicht geschlossenen Ventile sich im drucklosen Zustande ausserordentlich schwer öffnen liessen und zwar um so schwerer, je länger die Spindel vom Ventilsitz bis zur Spindelschraube war. Der starke, der Spindel entgegenwirkende Wasserdruck veranlasst elastische Verkürzungen des genannten Spindelendes und daher entstehen dann im Leerzustande übermässig starke Pressungen im Ventilsitz; beim gewaltsamen Öffnen wird leicht Undichtigkeit erzeugt. Aus

diesem Grunde ist überall die Regel befolgt, die Spindellänge zwischen Sitz und Schraube möglichst kurz und die Spindel an dieser Stelle dick zu machen. Zum dichten Abschluss eines guten Ventils ist kein übermässig grosser Druck erforderlich; feine Gewinde geben leichter Veranlassung zu übermässiger Drucksteigerung als grobe, sie leiden leichter als grobe, und aus diesem Grunde wird für alle viel bewegten Ventile ein verhältnissmässig grobes Spindelgewinde benutzt. Ausserdem sind an Stelle von Handrädern und Schlüsseln zur Bewegung der Ventile ganz kleine mit Kugelknöpfen besetzte Handräder benutzt, die wohl ein bequemes und sicheres Anpacken mit der Hand gestatten, aber doch einem häufigen übermässigen Anziehen dadurch entgegenwirken, dass sie Schmerz verursachen und den Beobachter auf seine üblen Gewohnheiten aufmerksam machen. Ventile, die zur Feineinstellung dienen, sind mit verhältnissmässig feinem Gewinde versehen und so konstruirt, dass sie möglichst selten bewegt zu werden brauchen.

Von den in Fig. 339 gezeichneten Ventilen dient 3 als Hauptabsperrventil für die Hochdruckleitung 6. Der Druck kommt von hinten auf den Sitz. Das Ventil 19 verschliesst die Abflussleitung 17; 13 und 14 sind einfache Verschlusschrauben. Dichtung und Stopfbüchsen für die Ventilschraube liegen meistens hinter der Spindelschraube. Das Abschlussventil 3 öffnet der Hochdruckleitung den Zugang zu den Regulirventilen 8 und 10. Von diesen dient 8 für den gewöhnlichen Gebrauch und 10 für die Regulirung auf ganz langsamen Gang, so wie er für das Arbeiten mit Spiegelapparaten erforderlich ist. Dieses Ventil wird einmal für diesen Gang eingestellt und in der Regel nicht verändert. Um die Veränderung durch Unberufene abzuhalten, wird eine Kapsel 12 übergeschraubt. Da die Entlastung der Maschine durch das Abflussventil 19 und ebenso das Oeffnen und Schliessen der Druckleitung durch 3 ganz unabhängig von 8 und 10 erfolgen, so können diese Regulirventile sehr wohl von einem Versuch zum anderen unberührt bleiben, so dass man eine einmal ausprobierte Geschwindigkeit immer wieder benutzen kann. Die Dichtung aller Rohranschlüsse ist mit bestem Erfolg mit einfachen Kegeldichtungen geschehen (467).

**470.** Alle Maschinen der Charlottenburger Versuchsanstalt sind ausser mit der Hochdruckleitung auch noch mit der städtischen Wasserleitung verbunden, so dass alle ihre Leergangsarbeit mit dem Druck der Wasserleitung bewirkt werden kann. Zu dem Zweck ist die Wasserleitung überall an die Säulen für die Regulirventile herangeführt und durch einen Dreiweghahn mit der Abflussleitung 17 der Maschine verbunden. Nach dem Oeffnen von Ventil 19 und je nach Stellung des Dreiweghahnes, kann man also Wasserleitungsdruck geben oder den Wasserabfluss aus der Maschine bewirken.

**471.** Für die Charlottenburger Anstalt konstruirte ich das in Fig. 340 in  $\frac{1}{3}$  natürlicher Grösse dargestellte Regulirventil, welches den Zweck hat, den Flüssigkeitsdruck in einem zu prüfenden Gefäss [Rohr, eiserne Flasche, Presscylinder einer Probirmaschine u. s. w.] selbstthätig zwischen einer bestimmten unteren und oberen Grenze wechseln zu lassen. Aufgaben dieser Art entstanden der Versuchsanstalt aus Dauerversuchen mit Kohlensäureflaschen, die viele tausendmal abwechselnd belastet und entlastet werden sollen. Auch die in Aussicht genommene Untersuchung

von Dampfleitungsrohren bei oft wechselnden Drucken und gleichzeitigem Wechsel zwischen kalt und warm werden ähnliche Anforderungen stellen.

Die Konstruktion des Regulirventils für oftmaligen Druckwechsel ist kurz folgende.

In die Zuleitung zum Gefäss ist der Ventilkörper 1 Fig. 340 A—E durch Rohr 16 eingeschaltet. Sollen mehrere Gefässe gleichzeitig unter

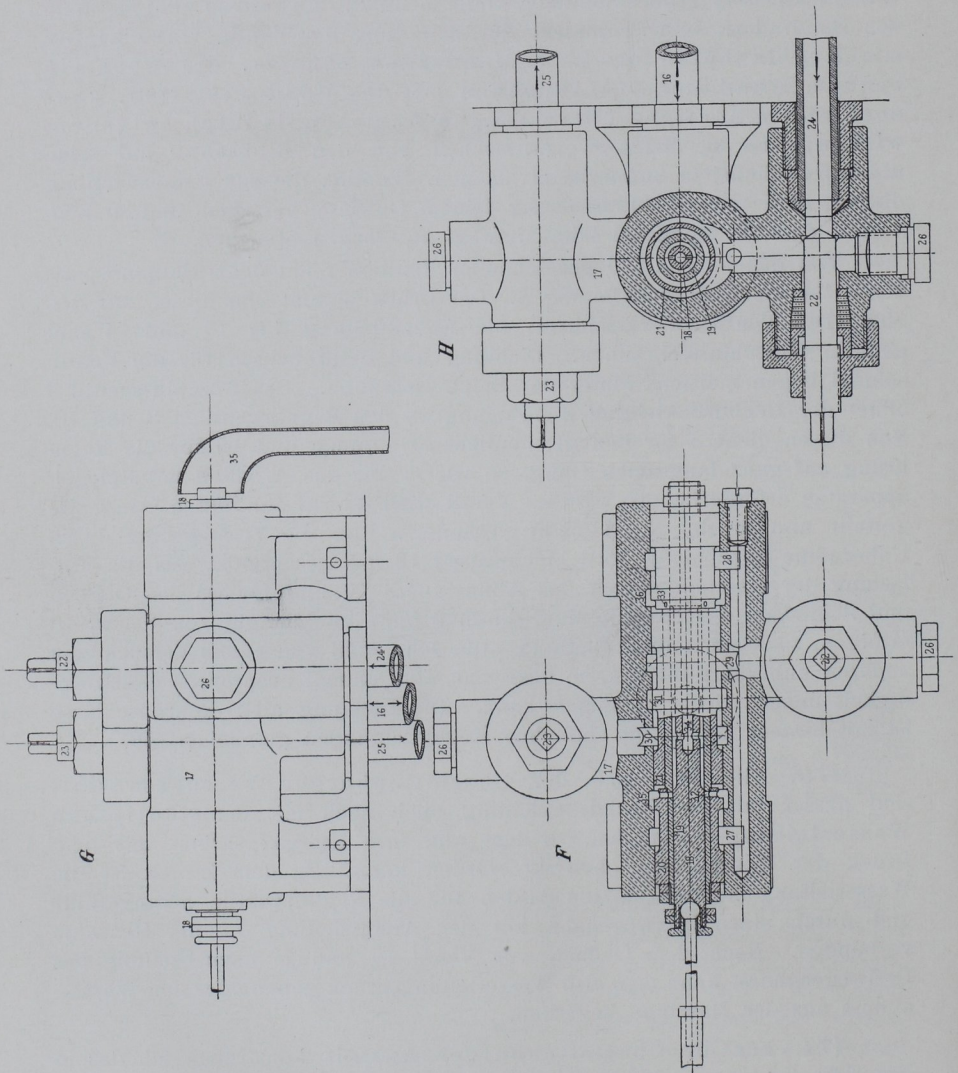


Fig. 340a.

gleichen Bedingungen geprüft werden, so werden diese, jedes für sich durch Ventile 13 absperrbar, mittelst der Rohre 14 angeschlossen. In dem Gehäuse 1 ist der sauber eingeschliffene Kolben 3 vorgesehen, der den steigenden Druck durch das Federgehäuse 5 und die Hebel 6 auf die Regulirfedern 7 für die obere Druckgrenze überträgt. Der Kolben ist in seiner Verlängerung mit dem Umsteuerventil verbunden. Dieses wird er

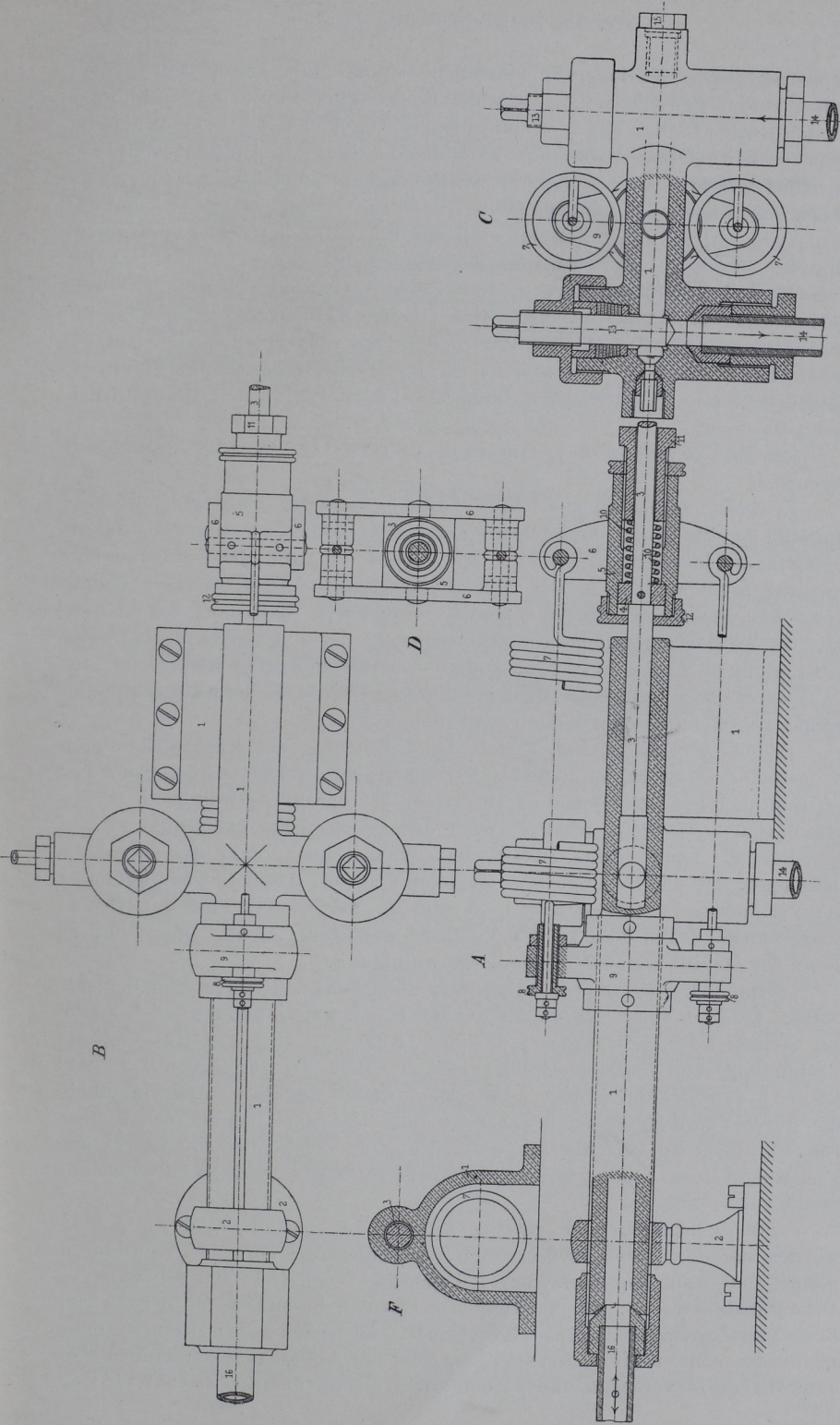


Fig. 340 b.

auf Ausströmung [Entlastung] einstellen, sobald der Druck unter dem Kolben soweit gewachsen ist, dass die ursprünglich auf dem Ventilkörper ruhende Mutter 12 um ein bestimmtes Maass abgehoben ist. Der Druck im zu prüfenden Gefäss wird nun abnehmen. Da das Umsteuerventil so konstruiert wurde, dass es beim Kolbenrückgang zunächst in seiner Lage beharrt, so wird beim abnehmenden Druck die Mutter 12 sich wieder auf 1 auflegen. Der Kolben 3 kann nunmehr erst dann tiefer in 1 eindringen, wenn der Druck in der Leitung so weit abgenommen hat, dass die Regulirfeder 10 für den Mindestdruck, den Flüssigkeitsdruck überwindet. Das kleine Spiel von 6 mm, welches Feder 10 dem Kolben ertheilt, genügt für die Umsteuerung des Steuerventils, so dass nun das Spiel von Neuem beginnt. Die Einstellung der Federn 7 für den Höchstdruck erfolgt durch die Stellwerke 8 und 9. Die Einstellung der Feder 10 für den Mindestdruck durch Schraube 11.

Die Konstruktion des Umsteuerventils ist in Fig. 340 *F—H* gegeben.

In dem Ventilgehäuse 17 liegen drei in einander gesteckte entlastete Ringschieber 18 bis 21, von denen 18, mit dem Kolben 3 verbunden, dessen Bewegungen mitmacht. Schieber 19, 20 ist ein aus zwei Stücken hergestellter Schlepsschieber, der von 18 erst mitgenommen wird, nachdem dieser den gewährten, durch Muttern regulirbaren Spielraum durchlaufen hat. 21 ist der eigentliche Umsteuerschieber, der durch das Druckwasser selbst plötzlich in die eine oder andere Endlage geworfen wird, wenn der als Umsteuerung dienende Schlepsschieber 19 die Druckwasserzuleitung [Kanal 35 oder 36] zum Schieber 21 öffnete.

Schiebt Kolben 3, Fig. 340 *F*, bei Erreichung des Höchstdruckes im zu prüfenden Gefäss, den Schieber 18 nach rechts, so schliesst er zunächst die Oeffnungen 32 im Schieber 19. Geht 18 darauf so weit nach rechts, dass Kanal 35 geöffnet wird, so wirft das Druckwasser aus Kanal 27 den Schieber 21 nach rechts, wobei das Wasser aus Kanal 36 durch die Oeffnungen 33 und 34 abfließt. Zugleich wird bei dieser Bewegung von 21 die Verbindung zwischen Kanal 30 und 31 hergestellt, und das Druckwasser fließt durch Rohr 16 und Ventil 23 nach Rohr 25 ab. Das Ventil 23 dient zur Regulirung der Abflussgeschwindigkeit.

Schiebt Kolben 3 bei Erreichung des Mindestdruckes den Schleppekolben 19 nach links, bis Kanal 36 mit Kanal 28 verbunden ist, so wird der Schieber 21 nach links geworfen. Kanal 31 tritt mit Kanal 29 in Verbindung, und nun tritt Druckwasser aus Rohr 24 durch Ventil 22 und Rohr 16 zum Prüfungsobjekt. Der Druck wächst mit einer Geschwindigkeit, die durch Ventil 22 geregelt werden kann. Das Spiel beginnt von Neuem. Die Schrauben 26 verschliessen die Bohrungen oder können zur Anbringung von Manometern benutzt werden. Rohr 35 führt das durch 34 entweichende Steuerwasser ab.

Alle Bohrungen sind mit der Maschine hergestellt, und die Kanäle werden mit dem Kopfräser erzeugt. Die Zuleitungsrohre und Ventildurchgänge sind weit bemessen, um gelegentlich auch Oel oder Glycerin als Druckflüssigkeit benutzen zu können. Das soll besonders für den Betrieb von Dauerversuchsmaschinen geschehen, die nach dem Konstruktionsgrundsatz von Amsler-Laffon [Amagat] mit eingeschlifenen Kolben ohne Bohrung (477) versehen und so eingerichtet sind, dass sie sowohl für Zug-

oder Druckbeanspruchung als auch für Wechsel zwischen Zug- und Druckbeanspruchung benutzt werden können. Im letzteren Falle muss selbstverständlich noch eine besondere Umschaltung für den Wechsel zwischen Zug und Druck vorgesehen oder das Steuerwerk mit den entsprechenden Kanälen versehen werden. In ähnlicher Weise lässt sich auch die Anordnung für die Versuche mit Rohren treffen, die zugleich mit Druckwechsel und mit Wärmewechsel geprüft werden sollen.

Einfachere Umsteuerungen vorgenannter Art sind in der Charlottenburger Anstalt für verschiedene Zwecke mit sehr gutem Erfolge, z. B. für die selbstthätige Einstellung von Laufgewichten an Festigkeitsprobirmaschinen (524) benutzt worden, so dass auch für die oben beschriebene Konstruktion gutes Arbeiten erwartet werden kann.

Andere Ventilkonstruktionen werden gelegentlich bei den Maschinen besprochen oder in den Zeichnungen gegeben.

## 5. Presseylinder.

**472.** Ueber die Konstruktion der Presseylinder ist im Allgemeinen Folgendes zu bemerken.

Die Presseylinder werden meistens aus Gusseisen oder Stahlguss gefertigt, selten kommt geschmiedeter Stahl in Anwendung. Die Kolben pflegt man häufig mit einer Haut von Messing oder Kupfer zu überziehen, um sie vor Anfressungen durch saures Wasser oder saure Schmiere zu schützen. Zu den Dichtungen werden in der Regel Uförmige Lederstulpe [Brahmastulp] benutzt, die bei sorgfältiger Herstellung und Behandlung ein ganz vorzügliches Dichtungsmittel bilden; sie können viele Jahre lang so dicht bleiben, dass sie keinen Tropfen Wasser durchlassen. Dies ist ein Erforderniss, das in der Probirmaschine bei Benutzung von Spiegelapparaten für die Feinmessung unter allen Umständen erfüllt sein muss. Selten wendet man Stopfbüchsendichtung mit Hanfzöpfen u. s. w. an, besonders nicht bei hohen Wasserdrucken.

**473.** Eine sehr grosse Maschine, deren Kolben mit Hanfliderungen versehen ist, ist die nach Form Fig. 315 (445) konstruirte Kellogg-Maschine der Union Bridge Co. in Athens, Pa., für 600 t Kraftleistung (L 48 1887 I S. 413, 42 1887 S. 1). Die Konstruktion von Cylinder 1, Kolben 3 und Cylinderdeckel 2 ergibt sich aus Fig. 341, S. 310. Diese drei Theile sind aus Stahlguss gefertigt. Die vier Kolbenstangen 5 von je 145 mm Durchmesser sind im Deckel durch Stopfbüchsen 6 mit Hanfpackung gedichtet, und gleiche Dichtung haben auch die Stopfbüchsen des Kolbens, während die Deckel gegen den Cylinder dieser gewaltigen Maschine mit eingelegten Kupferringen gedichtet sind.

**474.** Eine noch grössere Maschine nach der gleichen Bauart, für 1200 t Kraftleistung, besitzt die Phönix Iron Co. zu Phönixville (L 48 1891 S. 142). Sie hat 1630 mm Kolbendurchmesser, und die Kolbenstangen haben 216 mm Durchmesser. Die Hanfliderung wurde gewählt, weil man annahm, dass diese wassergetränkte Liderung weit weniger Reibung erzeuge als die Liderung mit Uförmigen Lederstulpen, und auf eine geringe Reibung musste Werth gelegt werden, weil die Maschine keine Wage besitzt. Die ausgeübte Kraft wird aus der Manometerablesung bestimmt.