

Fig. 181.

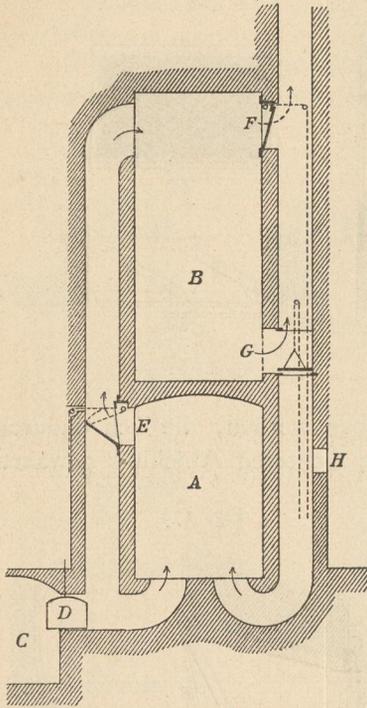
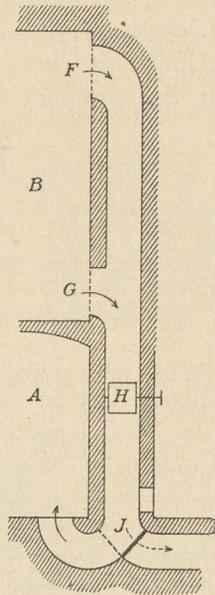


Fig. 182.



der Abfrömgsgeschwindigkeit ist nur möglich, indem man unmittelbar hinter das Gitter *G* eine der Klappen anbringt, die früher beschrieben wurden.

Fig. 183.

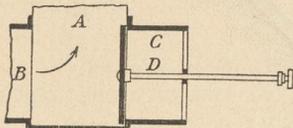


Fig. 184.

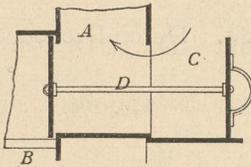


Fig. 185.

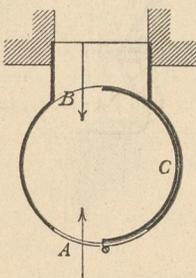
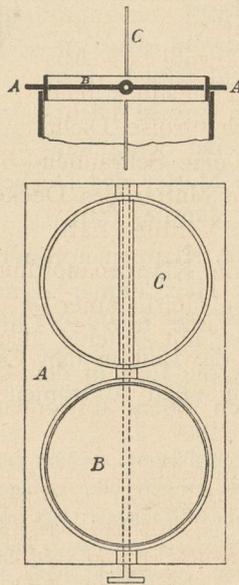


Fig. 186.



erwärmt zu werden, in das Zimmer *B* gelangt. Das Abfrömen der Luft kann von höher gelegener Stelle des Zimmers, nach Oeffnen der oberen Klappe *F*, erfolgen; in der Regel soll dagegen, aus früher genannten Gründen, die Luft möglichst nahe über dem Fußboden abgeführt werden, also durch die Oeffnung *G*. Die Luft soll nun entweder nach oben ins Freie geführt, oder, behuf wiederholter Erwärmung (Umlaufheizung), der Heizkammer wieder zugeleitet werden. Zu dem Ende befindet sich bei *G* die sog. Wechselklappe. Die wagrechte Platte derselben kann entweder auf einen Sitz unter oder einen solchen über *G* gelegt werden, so daß entweder der Weg nach unten oder der nach oben abgeperrt wird. Die in der Figur links liegenden Klappen sind ohne Weiteres vom Kellergefchofs aus zu bedienen; die rechts liegenden Klappen werden durch Schnüre oder Ketten bewegt, welche im rechts liegenden Canale sich befinden und, unter Vermittelung der Oeffnung *H*, im Kellergefchofs regiert werden können. Eine Regelung

Soll die Heizung und Luftzuführung so fein, wie foeben angegeben, dagegen die Luftabführung nach unten erfolgen, so ist die betreffende Klappenanordnung nach Fig. 182 einzurichten. Bei *F* ist keine Klappe nöthig, da, wenn der Widerstand bei *G* ein entsprechend niedriger ist, die im oberen Theil des Zimmers befindliche wärmere und leichtere Luft keine Veranlassung hat, nach unten abzufließen. Bei *G* bringt man eine passende der früher beschriebenen Klappen an, um die Oeffnung *G* vom Zimmer aus zu schliessen, sobald dessen zu große Erwärmung das Abführen der wärmsten Luftschichten wünschenswerth erscheinen läßt. Bei *H* befindet sich eine Drosselklappe zu beliebiger Verengung des Querschnitts, um die Abflusmenge der Luft zu regeln, endlich bei *J* die Wechselklappe, welche gefattet, entweder den Weg nach der Heizkammer oder denjenigen nach dem Abführungschacht zu sperren; beide Klappen werden im Kellergefchofs unmittelbar mit der Hand eingestelt.

Wechselklappen werden häufig gebraucht, um der Heizkammer oder dem Ofen entweder frische Luft oder Zimmerluft zuzuführen.

In Fig. 183 und 184 steht *A* mit dem Ofen, *B* mit dem Frischluftcanal, *C* mit dem zu beheizenden Zimmer in Verbindung. Je nachdem man die eine, bezw. die beiden mittels der Stange *D* verbundenen Platten nach der einen oder anderen Seite schiebt, verlegt man den einen Weg, während der andere geöffnet wird. Auch ist es möglich, mit Hilfe dieser Klappen theilweise frische, theilweise bereits benutzte Luft zum Ofen, bezw. Zimmer gelangen zu lassen, indem man den Platten eine mittlere Stellung giebt.

Dasselbe erreicht man mittels der doppelten Droffelklappe Fig. 186. In der Platte *A* befinden sich hinter einander, an einer und derselben Spindel steckend, die Droffelklappen *B* und *C*, die so gegen einander gestellt sind, daß die eine ihre Oeffnung schließt, sobald die andere die ihrige möglichst frei hält.

Eben so schließt der Bogenschieber *C* (Fig. 185) eines Ofenmantels die Oeffnung *A*, welche dem Zimmer zu gerichtet ist, sobald die mit dem Freien in Verbindung stehende Oeffnung *B* geöffnet wird, und umgekehrt. In mehreren berliner Schulen sind die obere und untere Luftabzugsöffnung mit lothrecht beweglichen Schiebern versehen, die mittels einer Stange mit einander verbunden sind. Senkt man beide Schieber, so wird die obere Oeffnung freigelegt, während die untere geschlossen wird und umgekehrt. Diefelbe Anordnung findet man dort auch als Mischklappe verwendet.

Endlich verfinnlicht Fig. 187 eine doppelte Wechselklappe, welche ich häufig angewendet habe.

Der Canal *C* mündet unmittelbar über dem Fußboden des Zimmers; der Canal *D* steht mit dem Frischluftcanal in Verbindung; der Canal *A* führt die Luft in die Heizkammer oder zu einem ummantelten Ofen, der Canal *B* aber zu einem Abzugschlot. Eine der Klappenachsen ist mit einem Griff und einer Vorrichtung versehen, welche die Klappen in der ihnen gegebenen Lage festhält; die Klappen selbst sind mit einer Stange verbunden, so daß sie nur gemeinschaftlich gestellt werden können. Wählt man die Stellung *x*, so wird dem Heizkörper Zimmerluft zugeführt, während sowohl die Luftzuführung als auch die Luftabströmung verlegt ist; wählt man die punktirte Stellung *y*, so wird Zimmerluft ins Freie geführt, während frische Luft zum Ofen gelangt. Diese Klappe ist, wie ich selbst erfahren habe, für verschiedenartige Fälle sehr gut verwendbar.

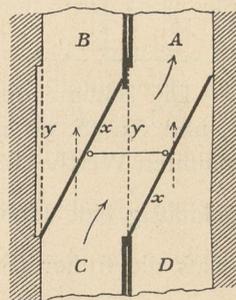


Fig. 187.

1/40 n. Gr.

Außer den vorgeführten Schieber-, Klappen- etc. Anordnungen giebt es noch eine große Zahl anderweitiger Einrichtungen, die indess, um den Rahmen des vorliegenden »Handbuches« nicht zu überschreiten, übergangen werden mögen.

## 5. Kapitel.

### Rohrleitungen für Wasser und Dampf.

#### a) Abmessungen.

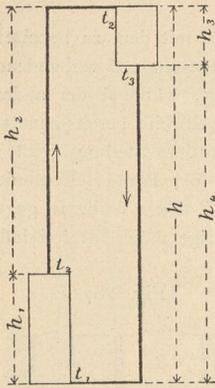
Das Nöthige über die zweckmäßigsten Abmessungen der Dampfrohre ist in Art. 128, S. 100 gefagt.

Die Masse der Wasserrohre werden ähnlich berechnet, wie diejenigen der Canäle für Luft und Rauch. Da, wie schon erwähnt, der Vorschlag, das Wasser mittels eines Dampfstrahles zu bewegen, keine Bedeutung hat, so wird im Folgenden nur von solchen Anlagen die Rede sein, bei denen die Bewegung des Wassers durch Auftrieb erfolgt.

Das allgemeine Schema einer derartigen Anlage verfinnlicht Fig. 188. Längs der Höhe  $h_1$  findet die Erwärmung, längs der Höhe  $h_3$  die Abkühlung des Wassers statt. Für den Auftrieb ist die Formel 83. (S. 106):

$$p = \gamma_0 \left\{ \frac{h_3 - h_1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} + \frac{h_4}{1 + \alpha t_1} - \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} \right\} \dots \dots \dots 83.$$

Fig. 188.



zu verwenden, in welcher die Zeichen dieselbe Bedeutung haben, wie früher angegeben; besonders bedeutet  $\gamma_0$  hier das Gewicht von 1 cbm Wasser bei 0 Grad, wofür 1000 kg, und  $\alpha$  die Ausdehnung des Wassers bei 1 Grad Temperaturerhöhung, welche für alle Temperaturen gleich 0,00047 gesetzt werden soll.

In sehr vielen Fällen ist die Höhe des Wärme aufnehmenden Körpers wenigstens annähernd der Höhe des Wärmestrahlens gleich, alsdann kann man (vergl. Art. 130, S. 106) setzen:

$$p = H \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\}, \dots 83_a.$$

wenn  $H$  die lothrechte Entfernung der Mitten beider Körper bezeichnet.

Die Summe der Widerstände ist mit Hilfe der Gleichungen 57., 58., 59., 60., 61. und 63. (S. 96 und 97) ohne Weiteres zu berechnen, nachdem man die oben genannten Werthe für  $\gamma_0$  und  $\alpha$  eingesetzt hat. Da die Geschwindigkeit des Wassers regelmäßig eine kleine ist, so darf jedoch  $\frac{1}{v}$  gegen 20 nicht vernachlässigt werden, so dass die früher (S. 97) gegebene Gleichung für den Druckverlust:

$$\Sigma p = \left[ x l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \dots 64.$$

der weiteren Rechnung zu Grunde gelegt werden muss.

Durch Gleichsetzung des Auftriebes und der Widerstände entsteht die allgemeine Gleichung:

$$\gamma_0 \frac{h_3 - h_1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_3}{2}} + \gamma_0 \frac{h_4}{1 + \alpha t_1} - \gamma_0 \frac{h_2}{1 + \alpha t_2} = \left[ x l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \quad 125.$$

oder nach Umständen:

$$H \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} = \left[ x l \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} \frac{v^2}{2g} \quad 125_a.$$

Bei Beginn der Rechnung kennt man weder die Höhe  $h_1$  des Wärme aufnehmenden Körpers, noch diejenige  $h_3$  des Wärmestrahlens genau; man wird daher diese Höhen vorläufig schätzungsweise bestimmen, weshalb zulässig ist, schätzungsweise das  $H$  der Gleichung 125<sub>a</sub>, d. h. die lothrechte Entfernung der Mitten der beiden Körper einzusetzen. So ist denn Gebrauch, zunächst mit der Gleichung 125<sub>a</sub> zu rechnen, unter dem Vorbehalt, nach Umständen das Ergebnis mit Hilfe der Gleichung 125. auf seine Richtigkeit zu prüfen.

Die Wasserbewegung erfolgt stets zum Zweck der Wärmeübertragung; es ist daher, wenn  $W$  die stündlich zu übertragende Wärmemenge bezeichnet,

$$q v \cdot 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} (t_2 - t_1) 1 = W,$$

woraus

$$v = \frac{W}{q \cdot 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t} (t_2 - t_1)} \dots 126.$$

In den Gleichungen 125., 125<sub>a</sub>., und 126. ist eine Temperatur  $t$  benutzt, deren Größe noch kurz erörtert werden muss. Nach der Entwicklung der rechten

Seite von 125., bezw. 125<sub>a</sub>. ist offenbar für denjenigen Theil der Leitung, in welchem die Temperatur  $t_2$  herrscht,  $t = t_2$ , in demjenigen Leitungstheil dagegen, in welchem das Wasser die Temperatur  $t_1$  besitzt,  $t = t_1$ . Bei genauer Rechnung muß daher die rechte Seite von 125., bezw. 125<sub>a</sub>. in zwei Theile zerlegt werden. Eben so ist es bei dem Ausdruck 126. für  $v$ .

Da jedoch  $\alpha = 0,00047$  sehr klein ist, in Folge dessen der Einfluß der Temperatur auf die Widerstände nur gering ausfällt, so darf man in der Regel statt des in Rede stehenden  $t$  die GröÙe  $\frac{t_1 + t_2}{2}$ , d. h. die mittlere Temperatur einsetzen.

Berücksichtigt man ferner, daß die Rohre immer einen runden Querschnitt haben, sonach  $u = D \pi$ ,  $q = D^2 \frac{\pi}{4}$  wird, so erhält man aus 125<sub>a</sub>. und 126.

$$H \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_2} \right\} = \left[ 4 \times \frac{l}{D} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} + \Sigma \xi \right] \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \frac{v^2}{2g} \quad 127.$$

und

$$v = \frac{W}{D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} (t_2 - t_1)} \quad \dots \dots \dots 128.$$

In diesen Gleichungen sind als bekannt zu bezeichnen:  $H$ ,  $l$  und  $\Sigma \xi$ , weil dieselben sich aus dem den örtlichen Verhältnissen angepaßten vorläufigen Plane entnehmen lassen, so wie die Werthe  $\gamma_0$ ,  $\alpha$ ,  $\kappa$  und  $W$ . Unbekannt dagegen sind die Temperaturen  $t_1$  und  $t_2$ , die Rohrweite  $D$  und die Wassergeschwindigkeit  $v$ .

Die Temperatur  $t_2$  ist nun anzunehmen.

Soll die Leitung oben offen sein, so daß etwa gebildeter Dampf frei entweichen kann, so kann  $t_2$  nicht größer sein, als 100 Grad; um jedoch ein »Ueberkochen« zu verhüten, d. h. zu verhindern, daß durch eine geringe Unvorsichtigkeit des Heizers eine Dampfbildung und die mit ihr verknüpften Uebelstände eintreten, wählt man  $t_2$  nur = 90 Grad und nennt die betreffende Heizungsart Niederdruck- oder Warmwasser-Heizung, auch offene Wasserheizung.

215.  
Nieder-, Hoch-  
u. Mitteldruck-  
Wasserheizung.

Behuf Gewinnung einer recht kleinen Heizfläche wird die Temperatur des Wassers größer genommen; es bedingt das Verfahren, um Dampfbildung zu verhüten, eine geschlossene Leitung, weshalb man die betreffende Beheizungsart im Allgemeinen geschlossene Wasserheizung nennt. Innerhalb dieses Begriffes sind vorwiegend gebräuchlich: die Hochdruck-Wasserheizung, auch *Perkins*-Heizung genannt, mit  $t_2 = 200$  Grad, so daß das Wasser unter einem Ueberdruck von etwa 14,5 Atmosphären oder 145 000 kg für 1 qm gehalten werden muß, und die Mitteldruck-Wasserheizung mit  $t_2 = 150$  Grad, bei welcher der nöthige Ueberdruck nur 3,7 Atmosphären beträgt.

Behuf Lösung der hier vorliegenden Aufgabe auf Grund der Gleichungen 127. und 128. muß nun noch eine der drei GröÙen  $v$ ,  $D$ ,  $t_1$  angenommen werden.

Aus Gleichung 128. erhält man:

$$D = \sqrt[3]{\frac{W}{v \frac{\pi}{4} 3600 \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} (t_2 - t_1)}} \quad \dots \dots \dots 129.$$

und aus Gleichung 127:

$$D = \frac{4 \times l \left( \frac{1}{v} + 20 \right)}{H \alpha \frac{(t_2 - t_1)}{2} \left( \frac{1}{1 + \alpha t_2} + \frac{1}{1 + \alpha t_1} \right) \frac{2g}{v^2} - \Sigma \xi} \dots 130.$$

Durch Gleichsetzung von 129. und 130. gewinnt man eine Gleichung, aus welcher, nach Wahl des  $v$ , die GröÙe  $t_2$ , nach Wahl des  $t_2$  die GröÙe von  $v$  berechnet werden könnte. Die entstehende Gleichung ist jedoch so zusammengesetzt, dafs praktisch mit derselben nicht viel anzufangen ist. Dasselbe ist der Fall, wenn man aus den Gleichungen 127. und 128.  $v$  oder  $t_2$  auscheidet.

Die Gleichung 127. wird aber, wenn man bedenkt, dafs

$$\frac{\left( \frac{1}{1 + \alpha t_1} - \frac{1}{1 + \alpha t_2} \right)}{\left( \frac{1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right)} = \alpha (t_2 - t_1) \frac{1}{2} \left( \frac{1}{1 + \alpha t_2} + \frac{1}{1 + \alpha t_1} \right)$$

ist, und dafs

$\frac{1}{1 + \alpha t_2} + \frac{1}{1 + \alpha t_1}$  mindestens =  $\frac{1}{1,0235} + \frac{1}{1,094} = 1,891$  wird, bei Mittel- und Niederdruck-Heizungen aber näher an 2 liegt, fonach, ohne einen groÙen Fehler zu begehen, gleich 2 gesetzt werden kann, zu der anderen:

$$H \alpha (t_2 - t_1) = \left[ 4 \times \frac{l}{D} \left( \frac{1}{v} + 20 \right) + \Sigma \xi \right] \frac{v^2}{2g}, \dots 127_a.$$

und eben so die Formel 128., da  $\frac{1}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}$  mindestens = 0,95 wird, also angenähert gleich 1 gesetzt werden kann, zu:

$$v = \frac{W}{D^2 \frac{\pi}{4} 3600 (t_2 - t_1) \gamma_0} \dots 128_a.$$

In diese Gleichungen setzt man nun zunächst — nach Art. 119, S. 96,  $x = 0,00035$ ,  $\gamma_0 = 1000$  und dann gelegentlich die Zahlenwerthe  $\alpha = 0,00047$ ,  $2g = 19,6$ ,  $\pi = 3,14$ ; alsdann entsteht, nach Einsetzen des aus 128<sub>a</sub>. zu gewinnenden Werthes für  $(t_2 - t_1)$  aus 127<sub>a</sub>:

$$H \alpha \frac{W}{D^2 \pi \cdot 900\,000 v} = 0,0014 \left( \frac{1}{v} + 20 \right) \frac{l}{D} \frac{v^2}{2g} + \Sigma \xi \frac{v^2}{2g}$$

oder

$$\Sigma \xi \frac{v^2}{2g} D^2 + 0,0014 \left( \frac{1}{v} + 20 \right) l \frac{v^2}{2g} D - \frac{H \alpha W}{\pi \cdot 900\,000 v} = 0$$

oder

$$D = \frac{-0,0014 \left( \frac{1}{v} + 20 \right) l \pm \sqrt{\left[ 0,0014 \left( \frac{1}{v} + 20 \right) l \right]^2 - 4 \frac{H \alpha W \cdot 2g}{\pi \cdot 900\,000 v^3} \Sigma \xi}}{2 \Sigma \xi}$$

oder, da das Zeichen vor der Wurzel zweifellos + ist, nach einigen Umformungen:

$$D = \frac{\sqrt{\left[ 7 \left( \frac{1}{v} + 20 \right) l \right]^2 + 1,3 \frac{H W}{v^3} \Sigma \xi} - 7 \left( \frac{1}{v} + 20 \right) l}{10\,000 \Sigma \xi} \dots 131.$$

Mit Hilfe dieser Gleichung vermag man den Rohrdurchmesser zu berechnen,

wenn  $v$  angenommen wurde. Es ist der für  $D$  gefundene Werth in Gleichung 128<sub>a</sub> einzusetzen, um zu finden, ob das gewählte  $v$  den Wünschen entspricht, welche man in Bezug auf den Temperaturunterschied  $t_2 - t_1$  hat.

Bei einiger Uebung gelingt es ohne Schwierigkeiten, zutreffende Werthe für  $v$  zu wählen, so das höchstens eine zweite Rechnung nothwendig wird, um das brauchbare  $D$ , bezw. den wünschenswerthen Temperaturunterschied  $t_2 - t_1$  zu gewinnen.

Jedoch habe ich den folgenden Weg vorgezogen. Da die Rohrweiten in ganz bestimmten Abstufungen verwendet werden, so ist es zweckmäsig, von  $D$  auszugehen. Direct kann man aber alsdann weder  $v$ , noch  $t_2 - t_1$  berechnen, da die Gleichungen nicht einfach genug sind, bezw. gar nicht auf  $v$  und  $t_2 - t_1$  gelöst zu werden vermögen. Nun vermag man im Allgemeinen sich von Vornherein klar darüber zu werden, mit welcher Temperatur das Wasser in den Körper zurückkehren soll, in welchem es erwärmt wird. Nimmt man in dieser Weise  $t_1$  und  $D$  schätzungsweise an, so gewährt Gleichung 127<sub>a</sub> die Möglichkeit zu berechnen welches  $v$  zu erreichen ist, indem dieselbe für  $v$  den Ausdruck liefert:

$$\left(4 \times \frac{l}{D} 20 + 4 \Sigma \xi\right) v^2 + 4 \times \frac{l}{D} v - H \alpha (t_2 - t_1) 2g = 0$$

oder

$$v = \frac{\sqrt{\left(0,0007 \frac{l}{D}\right)^2 + \left(0,028 \frac{l}{D} + \Sigma \xi\right) 0,0092 H (t_2 - t_1)} - 0,0007 \frac{l}{D}}{0,028 \frac{l}{D} + \Sigma \xi}, \quad 132.$$

während für die Ueberführung der Wärmemenge  $W$  der früher berechnete Werth:

$$v = \frac{W}{D^2 \frac{\pi}{4} 3600 (t_2 - t_1) \gamma_0}$$

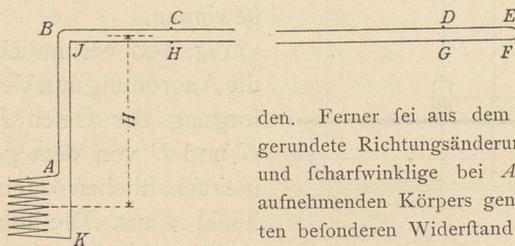
verlangt wird. Nach einiger Uebung gelingt es leicht, das zutreffende  $D$  zu wählen. Behuf leichteren Gebrauchs der zuletzt wiederholten Gleichung 128<sub>a</sub> folgt hier eine

Tabelle der Werthe  $D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \gamma_0$  für die gebräuchlichen Rohrweiten:

	$D = 0,0125$	$0,0187$	$0,022$	$0,025$	$0,031$	$0,037$ Meter
$D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \gamma_0 =$	441,57	988,22	1367,8	1766,3	2715,8	3952,9
	$D = 0,050$	$0,075$	$0,100$	$0,125$	$0,150$ Meter	
$D^2 \frac{\pi}{4} 3600 \gamma_0 =$	7065,2	15 896,7	28 261	34 192	63 587.	

Beispiel. Es sei eine Heißwasserheizung mit Rohren von  $0,0125\text{ m}$  Weite zu berechnen, deren Leitung durch Fig. 189 dargestellt ist. Die Wärmemenge, welche in den betreffenden Raum geschafft

Fig. 189.



werden soll, betrage  $W = 12\ 000$ , die Temperatur  $t_2 = 200$  Grad, die Temperatur  $t_1 = 50$  Grad, die Länge der Wärme aufnehmenden Rohre sei zu  $\mathcal{L}_1 = 22,3\text{ m}$ , die Länge der Wärme abgebenden Rohre zu  $\mathcal{L}_2 = 141\text{ m}$  und die Länge der Leitung zu  $4\text{ m}$  (aus der Zeichnung) gefunden.

Ferner sei aus dem Entwurf zu entnehmen, das  $H = 2,6\text{ m}$ , das abgerundete Richtungsänderungen vorhanden sind bei  $B, C, D, E, F, G, H, J$  und scharfwinkliger bei  $A$  und  $K$  und das die Krümmungen des Wärme aufnehmenden Körpers genügend groß sind, um den durch dieselben verursachten besonderen Widerstand vernachlässigen zu können. Als dann ist nach Gleichung 58. und 59.:  $\Sigma \xi = 2 + 8 \cdot 0,5 = 6$ , folglich ist ein  $v$  zu erreichen nach 132.:

$$v = \frac{\sqrt{\left(0,0007 \frac{22,3 + 141 + 4}{0,0125}\right)^2 + \left(0,028 \frac{167,3}{0,0125} + 6\right) 0,0092 \cdot 2,6 (200-50)} - 0,0007 \frac{167,3}{0,0125}}{0,028 \frac{167,3}{0,0125} + 6} = 0,075 \text{ m.}$$

Behuf der Wärmeübertragung mußs aber fein:

$$v = \frac{12000}{441,57 (200-50)} = 0,18 \text{ m.}$$

Man sieht also, dafs die nöthige Gefchwindigkeit nicht zu erreichen ift.

Die geforderte Gefchwindigkeit wird offenbar kleiner, wenn man das Ganze in mehrere Theile zerlegt, fo dafs jedes Rohrnetz nur einen Theil der Wärme zu übertragen hat; gleichzeitig wächst aber die zu erreichende Gefchwindigkeit wegen der jedem Rohrnetz zu gebenden geringeren Länge; defshalb mag verfucht werden, die Heizungsanlage in zwei neben einander wirkende zu zerlegen. Alsdann berechnet fich die nöthige Gefchwindigkeit ohne Weiteres zu  $v = 0,09 \text{ m}$  und die zu erreichende zu  $v = 0,113 \text{ m}$ ; wenn bedacht wird, dafs fowohl  $\mathcal{L}_1$  als auch  $\mathcal{L}_2$  nur  $\frac{1}{2}$  der bisherigen Werthe haben, während die Länge der zwischen diesen befindlichen Leitung unverändert bleibt, also  $l = \frac{22,3 + 141}{2} + 4 = 85,6$  wird, und wenn ferner die Anordnung der Rohre fo gelingt, dafs  $\Sigma \xi$  auf 4 herabfinkt, da alsdann:

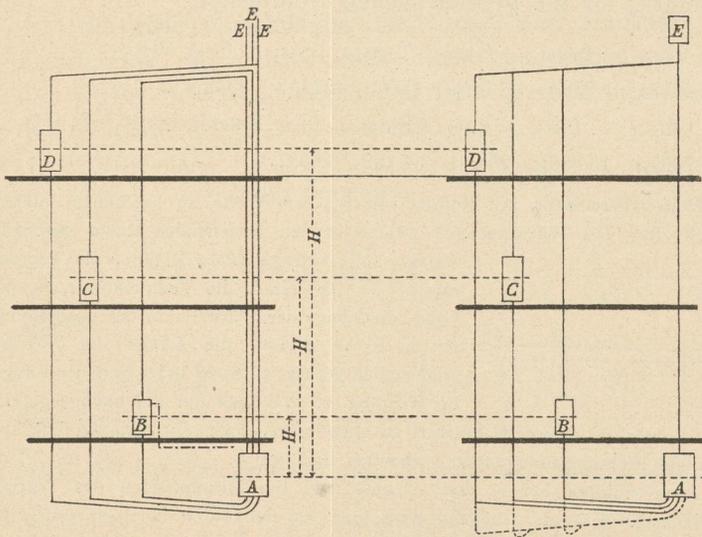
$$v = \frac{\sqrt{\left(0,0007 \frac{85,6}{0,0125}\right)^2 + \left(0,028 \frac{85,6}{0,0125} + 4\right) 0,0092 \cdot 2,6 \cdot 150} - 0,0007 \frac{85,6}{0,0125}}{0,028 \frac{85,6}{0,0125} + 4} \text{ ift.}$$

Der zweite Plan gewährt fonach eine gröfsere Gefchwindigkeit, als verlangt wurde; derfelbe ift also zu benutzen, vielleicht, indem man denselben noch in der Weife ändert, dafs man  $l_1$  etwas gröfser wählt, um eine etwas geringere Rohrlänge für die Wärmeabgabe zu gewinnen.

216.  
Niederdruck-  
Heizung  
mit Oefen.

Hochdruck- und Mitteldruck-Wasserheizungen gestatten, der vorkommenden grofsen Spannungen halber, nur enge Rohre, fowohl für die Leitung, als auch für die Wärme aufnehmenden und Wärme abgebenden Körper; Niederdruck-Wasserheizungen werden dagegen mit weiten Rohren ausgestattet und die Heizkörper derselben häufig kasten- oder keffelförmig gestaltet. Man legt mehrere neben einander herlaufende Rohre in eines zusammen und speist fo von einem »Heizkeffel« mehrere »Heizöfen«, indem an geeigneten Orten der Leitungen mittels Zweigrohre die einzelnen Oefen

Fig. 190.



Hälfte der Figur enthält die Rohrleitungen getrennt, wie dieselben zu berechnen find; die rechte Seite zeigt die Zufufsleitungen möglichst vereinigt, während die

angegeschlossen werden. Man berechnet alsdann zweckmäfsig die Rohre fo, als ob jeder Ofen eine eigene Leitung habe, und zählt die neben einander liegenden Querschnitte zusammen, um den Querschnitt des gemeinschaftlichen Rohres zu gewinnen.

Fig. 190 verfinnlicht die Anordnung und Versorgung der Oefen B, C und D von dem gemeinschaftlichen Heizkeffel A aus. Die linke

Leitungen, welche das Wasser dem Heizkeffel wieder zuzuführen haben, getrennt gehalten sind. Würde man auch diese in ein gemeinschaftliches Rohr vereinigen, so würde, da die Temperaturen des von den Oefen *B*, *C* und *D* niedersteigenden Wassers nicht unter sich gleich sind, durch Eintreten wärmeren Wassers in ein Rohr, welches kälteres Wasser niederzuföhren hat, eine Störung des Wasserumlaufes eintreten, welche die Ergebnisse der Rechnung in höherem oder geringerem Mafse unzutreffend macht. Legt man den tiefsten Punkt jedes niedersteigenden Rohres, wie in Fig. 190, rechte Seite, durch Punktirung angedeutet ist, tiefer als die Mündung derselben in das Sammelrohr, so kann die in Rede stehende Störung allerdings nicht eintreten. Es fehlt jedoch häufig an dem nöthigen Platz für eine so tiefe Lage der Anschlussstücke, weshalb meistens auf eine Sammlung der Rücklaufrohre verzichtet wird.

So fern man jedoch die Rohrweiten möglichst gering zu haben wünscht, so berechnet man die in Fig. 190 rechts gezeichnete Anordnung ähnlich, wie das Canalnetz einer Luftleitung, indem man sowohl die Widerstände in der gemeinschaftlichen Leitung, als auch die Widerstände in den einzelnen Leitungen für sich berechnet, um, nach mehrfachen Versuchen — die erleichtert werden, wenn man vorher den erst genannten Weg einschlägt — zu befriedigenden Ergebnissen zu kommen.

Die Berechnung des Rohrnetzes, welches in Fig. 191 dargestellt ist, findet in derselben Weise, wie soeben angegeben, statt. Die linke Seite dieser Figur zeigt nämlich die den drei über einander liegenden Oefen *A*, *B* und *C* dienenden Einzelrohre; im rechteckigen Theil der Figur sind die Rohre so zusammengelegt, dass das Wasser zunächst in den Ofen *A*, hierauf in den Ofen *B*, endlich in den Ofen *C* gelangt, von dem aus dasselbe wieder zum Heizkeffel zurückkehrt. Besondere Stellvorrichtungen ermöglichen, das Wasser behuf Regelung der Wärmeabgabe ganz oder theilweise an den Oefen vorbei zu leiten. Will man für diese Rohrleitung das genauere Rechnungsverfahren anwenden, so hat man zunächst zu bedenken, dass das

Wasser die Summe der Wärmemengen abgeben muss, welche für die Oefen *A*, *B* und *C* berechnet waren; alsdann hat man die Wasserdrücke von *A* bis *B*, von *B* bis *C* und von *C* bis zum Heizkeffel zu addiren und hiervon den durch das Steigrohr bis zu *A* ausgeübten Druck abzuziehen, um den Auftrieb zu erhalten.

Bisher war nur die Rede von solchen Anlagen, bei welchen die Wärme abgebenden Körper höher liegen, als die Wärme aufnehmenden. Zuweilen ist es unbedingt erforderlich, erstere in gleiche Höhe zu legen, wie letztere, oder

Fig. 191.

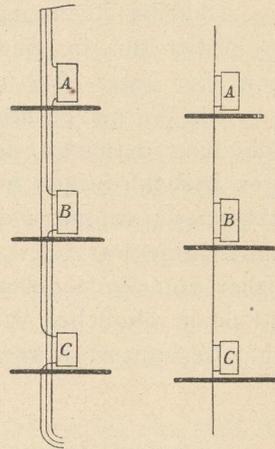


Fig. 192.

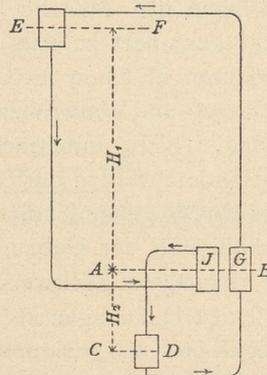
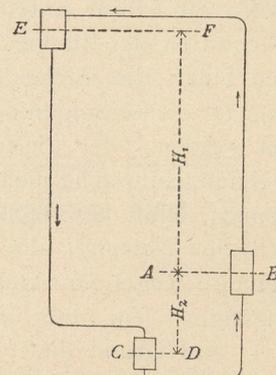


Fig. 193.



fogar tiefer anzubringen. Die schematische Skizze Fig. 192 deutet an, in welcher Weise in diesem Falle verfahren werden kann.  $AB$  sei die wagrechte Mittelebene des Heizkessels,  $CD$  dieselbe des Heizofens oder eines Wärme abgebenden Rohrwerkes; dann muß ein fernerer Ofen, dessen Mittelebene durch  $EF$  bezeichnet ist, zu Hilfe genommen werden. Das im Heizkessel  $G$  erwärmte Wasser steigt nach oben, kühlt sich in dem oberen Ofen entsprechend ab und sinkt zurück nach dem Heizkessel  $\mathcal{F}$ . Hier findet es neue Erwärmung und gelangt alsdann, niedersteigend, in den unteren Ofen; nachdem es hier entsprechend abgekühlt ist, steigt das Wasser zum Heizkessel  $G$  empor. In diesem Falle ist selbstverständlich das Ganze als ein Rohrstrang aufzufassen und sämtliche Widerstände zu addiren. Ihnen gegenüber steht der positive Auftrieb des oberen Ofens, entsprechend der durch diesen stattfindenden Abkühlung und dem  $+H_1$ , so wie der negative Auftrieb des unteren Ofens, für den die Abkühlung wie immer, die Höhe aber mit  $-H_2$  eingetragen wird. Die Bedingungen, unter denen eine solche Anlage überhaupt betriebsfähig ist, sind leicht zu erkennen.

Dasselbe Rechnungsverfahren findet statt, wenn man, wie Fig. 193 andeutet, das Wasser nur in einem Kessel erwärmt, hierauf zunächst über der Ebene  $AB$ , dann aber unter  $AB$  sich abkühlen läßt.

Die Wärmeverluste des Wassers in den Rohrleitungen sind zuweilen, trotz guter Einhüllung derselben, so große, daß man dieselben bei der Berechnung der Anlagen berücksichtigen muß. Dies kann geschehen, indem man sie zunächst durch Schätzung bestimmt und durch eine nachträgliche Rechnung prüft, ob die Schätzung eine richtige war oder nicht. In einigen Fällen wird man statt dieses Verfahrens rascher zum Ziele gelangen, wenn man die Leitungsrohre als Heizöfen betrachtet und sie in ähnlicher Weise in die Rechnung einführt, wie unter Bezugnahme auf Fig. 191 erörtert wurde.

#### b) Lage und Längenprofil.

Zu jedem Wärme abgebenden Körper, welcher die Wärme des Dampfes oder diejenige des Wassers ausstrahlen soll, gehören ein Zuleitungs- und ein Rücklaufrohr. In umfangreicheren Gebäuden, deren Räume durch in ihnen selbst aufgestellte Dampf-, bzw. Wasseröfen erwärmt werden, wird in Folge dessen eine Zahl von Rohren erforderlich, welche sowohl wegen des Raumbedarfs, als auch wegen der Lage der Öfen oft schwer unterzubringen ist. Manche Baumeister legen, um in Betreff der Decoration der Räume nicht behindert zu sein, die Rohre in das Gebälk und unter den Putz. Ein solches Verfahren ist schon für Gasleitungen nicht zu empfehlen, muß aber für die Leitungen der Dampf- und Wasserheizungen geradezu als unzulässig bezeichnet werden. Bei diesen finden nicht unbeträchtliche Temperaturwechsel statt, also Dehnungen, welche nicht behindert werden dürfen; wegen der gewaltsamen Dehnungen können, selbst bei tüchtiger Ausführung, Undichtheiten entstehen, die selbstverständlich eine Netzung, also Schädigung der Gebäudetheile im Gefolge haben. Als vornehmste Regel für Anlage derartigen Rohrwerkes gilt daher, daß dasselbe bequem zugänglich sein muß und seinen Dehnungen keine Hemmnisse geboten werden dürfen.

Auf Grund dieser Regel sind als geeignete Plätze für die Rohrlagen zunächst die Wände zu bezeichnen. Eine geschickt angelegte und gut ausgeführte Rohrleitung verunziert die Wand eines einfach gehaltenen Raumes nicht, wenn dieselbe auch auf der Wandfläche liegt. In schlichten Wänden bringt man für die Rohre häufig passende

217.  
Wärmeverluste.

218.  
Lage im Allgemeinen.

Schlitz an, welche unverdeckt bleiben, mit Gittern verschlossen werden oder einen dichten Abchluss finden. Wegen der nothwendigen Zukömmlichkeit muß die Bedeckung der Schlitz abnehmbar fein; sie kann daher nur aus Holz oder Metall bestehen. In beiden Fällen darf der Einfluß der von den Rohren abgegebenen Wärme nicht unterschätzt werden, zumal weil derselbe im Sommer gar nicht, im Winter wechselnd vorhanden ist. Gefimse, welche an den Wänden entlang laufen, bieten oft willkommene Gelegenheit, die Rohre so neben oder über dieselben zu legen, daß sie nicht bemerkt werden; weit auskragende Kranzgefimse gewähren Raum für ziemlich weite Rohre. Pilafter und Paneele, die aus Holz und abnehmbar hergestellt sind, bieten ebenfalls bequeme Gelegenheit zur Unterbringung der Rohre.

In besonderen Fällen können die Rohre unter die Decken gehängt oder auf die Fussböden gestützt werden; jedoch sind diese Orte nur in untergeordneten Räumen — Keller und Dachgefchofs — verwendbar.

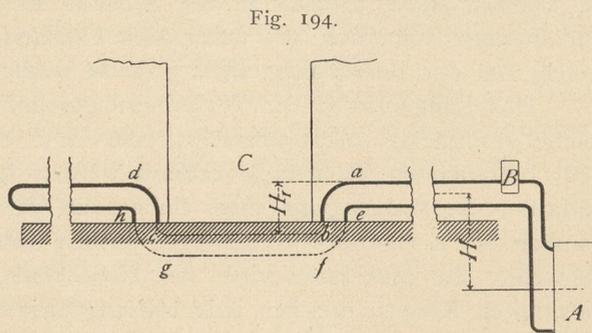
Endlich benutzt man besondere Räume für die Rohrleitungen. Die Decken der Gänge, welche großen Räumen entlang führen, werden oft aus Schönheitsrückfichten tiefer gelegt, als diejenigen der benachbarten Zimmer. Alsdann entsteht zwischen einer solchen Decke und dem höher gelegenen Fußboden ein Hohlraum, der, wenn mindestens 60 cm weit, ausreichenden Platz für alle Arten von Rohrleitungen bietet. In den Wänden sind fast immer Orte zu finden, an denen weitere lothrechte Canäle angebracht werden können. Ihre Zugänglichkeit ist nur an einigen Orten nothwendig, wenn man die Verbindungsstellen der in ihnen befindlichen Rohre in Gruppen zusammengezogen hat. Geschickte Hand und Zusammenarbeiten des Architekten und Heiztechnikers werden immer Orte für die Rohre finden, welche den oben angeführten Regeln entsprechen, ohne den Einklang der ästhetischen Durchbildung zu stören. Ausnahmen von der Regel, die Rohre nicht unter den Fußboden, bezw. nicht zwischen diesen und die unter ihm liegende Decke zu legen, sind jedoch nicht ganz zu umgehen.

Als am häufigsten vorkommende derartige Ausnahme nenne ich den Fall, daß die Rohre längs einer Wand, und zwar in der Nähe des Fußbodens sich befinden, welche Wand an irgend einer Stelle eine Thür hat.

Fig. 194 verfinnlicht einen solchen Fall, bei Anwendung einer Gewächshaus-Wasserheizung. *A* bezeichnet den Heizkessel, *B* das Ausdehnungsgefäß, *C* die in Rede stehende Thüröffnung. Die Leitungsrohre sind hier gleichzeitig die Heizkörper;

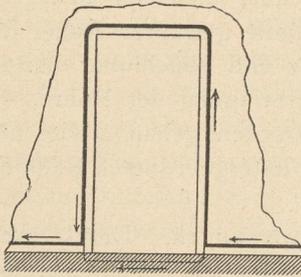
von dem oberen Ende des Heizkessels fließt das Wasser längs der Wände des Raumes, sinkt dann in eine zweite, unter der ersten liegende Leitung und gelangt endlich in den untersten Theil des Kessels zurück. Das zur Berechnung des Auftriebes dienende  $H$  wird, wenn man (vergl. S. 106) die einfachere Rechnung anwenden will, von der Mitte zwischen beiden Heizrohren bis zur Mitte des Heizkessels gemessen. Wenn daher, wie hier gezeichnet, die beiden Rohre vor der Thür *C* unter den Fußboden gelegt werden und eine Abkühlung des Wassers an dieser Stelle so

weit verhütet ist, daß dieselbe unbeachtet bleiben kann, so wird — in regelmäsigem Betriebe — der negative Auftrieb auf der rechten Seite der Thür *C* durch den positiven Auftrieb auf der linken Seite der Thür aufgehoben, d. h. die ganze Anordnung hat nur den Einfluß auf die Bewegung des Wassers, welcher aus der Vermehrung der Widerstände entsteht, gleichgiltig, um welches Maß die Rohre die Thür tiefer liegen, als



fonft. Anders ist es bei Inbetriebsetzung der Anlage. Alsdann gelangt nach einiger Zeit in das niederfinkende Stück  $ab$  warmes Wasser, während die Stücke  $cd$ ,  $ef$  und  $hg$  mit kaltem Wasser gefüllt sind. Ist nun die zu  $ab$  gehörige Höhe groß, so kann der Fall eintreten, daß der hier befindliche negative Auftrieb von dem positiven des Kessels nicht überwunden zu werden vermag, d. h. die Inbetriebsetzung gelingt nicht. Bei länger andauernder Wärmezufuhr im Kessel  $A$  tritt hier schließlich eine Dampfbildung ein, die schwingende Bewegungen des Wassers zur Folge hat. Das warme Wasser gelangt in Folge dessen in das Rücklaufrohr und verringert hierdurch den Auftrieb des Kessels. Nicht selten werden die Schwingungen des Wassers so groß, daß die Rohre zerfchmettert werden. Diese Uebelstände können vermieden werden, wenn  $H$  im Vergleich zu der Auftriebshöhe  $H_1$  des Rohrstückes  $ab$  etc. möglichst groß ist; in zweifelhaften Fällen ist es un schwer, die erforderliche Größe des  $H$  zu berechnen.

Fig. 195.

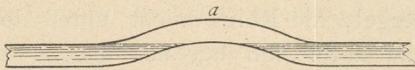


Würde eine Dampfleitung in ähnlicher Weise angeordnet, so würde das durchgebogene Rohr sich mit dem durch Verdichtung des Dampfes entstehenden Wasser anfüllen und den Querschnitt des Rohres verstopfen oder doch dem Dampf einen Stöße herbeiführenden Widerstand

entgegenzusetzen. Man verfährt deshalb hier, wie Fig. 195 erkennen läßt. Das Dampfrohr wird über die Thür hinweggeführt, während das ihn begleitende Wasser seinen Weg unter dem Fußboden hindurch findet.

Die zuletzt gegebenen Besprechungen liefern schon Regeln für das Längenprofil der Rohrleitungen. In Bezug auf dasselbe sind noch die folgenden Erscheinungen zu beobachten. Das in Fig. 196 abgebildete Rohrstück einer Wasserheizung steht nach beiden Seiten hin mit dem Ring in Verbindung, welchen das Wasser während des Betriebes der Heizung zu durchlaufen hat. Bei Füllung der Leitung vermag sonach das Wasser von zwei Seiten heran zu fließen, so daß die

Fig. 196.



Luft in dem höheren Theil des Rohres zusammen gedrängt wird. Nach dem Anheizen, nach Eintreten des Auftriebes, steigt der Wasserpiegel an der einen Seite der Rohrbiegung, während derjenige an der anderen Seite sich senkt. So lange die Aufbiegung keine große, dagegen der Auftrieb ein bedeutender ist, wird es letzterem möglich, das Wasser über die hügelartige Erhöhung der unteren Rohrwand hinweg zu treiben; allein niemals ist der Auftrieb im Stande, die Luft zu beseitigen. Es sind in dem Rohrstück also unter allen Umständen Widerstände zu überwinden, an welche bei der Berechnung nicht gedacht würde.

Das Längenprofil der Wasserheizungsrohre muß deshalb derartig sein, daß solche »Luftfacke« nicht auftreten, oder es ist dafür zu sorgen, daß die Luft aus dem betreffenden Rohrstück entfernt werden kann. Niederdruck-Wasserheizungen gestatten die Anbringung eines Hahnes an der höchsten Stelle der Rohrbiegung, nämlich bei  $a$ , Hochdruck-Heizungen werden mittels des sog. Durchpumpens luftfrei gemacht. Zu dem Ende wird, mit Hilfe einer möglichst am tiefsten Punkte des gesammten Ringes, welchen jede Heizung bildet, angebrachten Pumpe, das Wasser in einer Richtung durch die Rohre bis zu dem höchsten Punkte getrieben, wofelbst für den Zweck des Entlüftens eine Oeffnung freigelegt ist. Das rasch und mit großer Kraft fließende Wasser reißt die Luft gewaltsam mit sich fort und führt sie bis zu der genannten Oeffnung, wofelbst sie entweichen kann. Wenn nöthig, so wird auch der andere Theil des Ringes durchgepumpt. Beide Verfahren, nämlich das Durch-

220.  
Längen-  
profil.

221.  
Entlüften bei  
Wasser-  
heizungen.

pumpen sowohl, als auch das Entlüften mittels Lufthähne, haben Unbequemlichkeiten im Gefolge, da das Wasser, welches man den Leitungen zuführt, nie ganz luftfrei ist, sonach die Luftfäcke sich allmählich wieder ausbilden. Es sollte sonach möglichst jede Form des Längenprofils vermieden werden, welche zur Bildung eines Luftfackes Gelegenheit bietet.

Man ordnet deshalb das Längenprofil so an, daß von dem tiefsten Punkte der Leitung ab dieselbe nach beiden Seiten hin steigt bis zu einem gemeinschaftlichen höchsten Punkte. Hier läßt man eine Oeffnung frei (bei Niederdruck-Heizungen), um der Luft ungehinderten Austritt zu gewähren, oder schaltet ein Gefäß ein, in welchem sich die Luft zu sammeln vermag, ohne der Strömung des Wassers hinderlich zu sein.

Dieses Gesetz ist z. B. durch die Anordnung, welche Fig. 190 (S. 178) darstellt, berücksichtigt worden; *E* bezeichnet eine Einrichtung, welche zum ungehinderten Sammeln, bezw. Entweichen der Luft Gelegenheit bietet.

In dem Leitungsprofil, welches Fig. 190 darstellt, fällt auf, daß — scheinbar unnützer Weise — z. B. das den Ofen *B* speisende Wasser einen außerordentlich großen Umweg machen muß. Man würde mit weniger Mitteln, geringeren Widerständen und vielleicht auch im Interesse bequemerer Unterbringung des betreffenden Rohres diesen Ofen auf dem punktierten Wege mit warmem Wasser versorgen können. In der That empfiehlt sich nicht selten eine derartige Leitung aus den genannten Gründen. Alsdann bildet aber offenbar der Ofen *B* einen Luftfack, der entweder mittels eines an seinem höchsten Punkte angebrachten, von Zeit zu Zeit zu öffnenden Lufthahnes oder mittels Durchpumpen unschädlich gemacht werden muß.

Die Luft, welche in den Dampfheizungsrohren vor deren Inbetriebsetzung sich befindet, so wie diejenige, welche denselben aus dem lufthaltigen Speisewasser fortwährend zugeführt wird, ist noch lästiger und schwieriger unschädlich zu machen. Die Querschnittsberechnungen, auch die Heizflächengröße sind auf reinen Dampf gegründet. Der lufthaltige Dampf vermag selbstverständlich weniger Wärme abzugeben, als der reine Dampf; man muß also von ersterem größere Mengen heranschaffen, als von letzterem. Die vollständige Entfernung der Luft ist daher von hohem Werth; sie gelingt schwer wegen der Ergießung beider Gase in einander.

Bei gleicher Temperatur ist die Luft schwerer, als der Dampf; sie muß daher diesem gegenüber nach unten zum Abfluß gebracht werden. Dies ist von großem Werth, indem auch das durch Verdichten des Dampfes gebildete Wasser einen nach unten gerichteten Abfluß haben muß. Während ein Theil des Dampfes verdichtet wird, bleibt die Luft in ihrem Bestande unverändert; sonach ist der Luftgehalt des Dampfes um so größer, je weiter der Dampf von seiner Erzeugungsstelle entfernt ist. Endlich ist noch zu bemerken, daß das Wasser schwer, die Luft aber gar nicht gegen die Bewegungsrichtung des Dampfes zu strömen vermag.

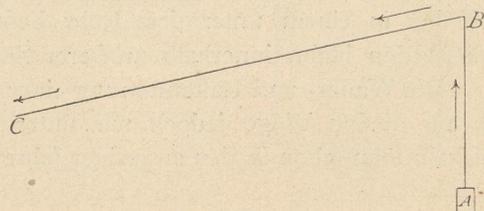
Aus allen diesen Gründen geht die unbedingte Forderung hervor, Wasser, Luft und Dampf stets in derselben Richtung strömen zu lassen, d. h. die gesammte Leitung so anzuordnen, daß sie von einem höchsten Punkte ab stetig nach unten sinkt. Da der Dampferzeuger, wenigstens in der Regel, auf die Erde oder doch gegen die Erdoberfläche vertieft aufgestellt wird, so ist das allgemeine Schema des Längenprofils einer Dampfheizungsleitung dasjenige, welches Fig. 197 versinnlicht. Zunächst soll der Dampf auf möglichst kurzem Wege zu der größten geforderten Höhe emporgehoben werden und von hier

222.  
Längenprofil  
der Wasser-  
leitungen.

223.  
Entlüften  
bei Dampf-  
heizungen.

224.  
Längenprofil  
der Dampf-  
leitungen.

Fig. 197.



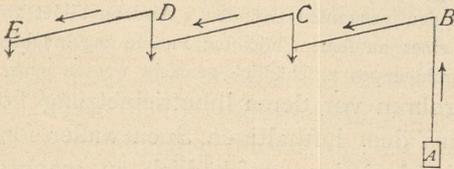
aus, stetig fallend, nach den Orten gelangen, an welchen er gebraucht wird, in den Wärme abgebenden Körper ferner fallen, bis zu unterst Wasser und Luft gemeinschaftlich abfließen.

Diese Anordnung des Steigens von dem Kessel *A* bis zur größten Höhe *B* und des nunmehrigen ununterbrochenen Fallens des Dampfes bis zum tiefsten Punkte gab *Snodgrafs* schon Anfang dieses Jahrhunderts an <sup>78)</sup>.

Große Anlagen gewähren nicht immer die nöthige Fallhöhe, um das stetige Fallen der Leitungen durchführen zu können; auch bringen dieselben solche Wassermengen hervor, daß der Umfang der Rohre längs eines zu großen Bogens mit Wasser benetzt wird, so daß man sich oft entschließen muß, das Wasser und möglichst auch die Luft an mehreren Orten abfließen zu lassen. Die grundsätzliche Anordnung (vergl. Fig. 198) wird hierdurch nicht geändert.

Bei Inbetriebsetzung der Heizung verdichten die kalten Rohre wesentlich größere Dampfmen- gen als später, nachdem die Wandungen derselben durchwärmt sind;

Fig. 198.



alsdann wird ein nicht unbedeutender Theil der unteren Rohrfläche mit Wasser bedeckt. Das Wasser hat zur Zeit seiner Bildung dieselbe Temperatur, wie der Dampf. Während seines Weiterströmens kommt dasselbe fortwährend mit neuen kalten Flächen in Berührung, die ihm Wärme entziehen, während ihm keine Wärme zugeführt wird; es wird

daher stark abgekühlt. Ich habe häufig beobachtet, daß bei Inbetriebsetzung das zunächst abfließende Wasser weniger als 20 Grad warm war. Die nicht vom Wasser bedeckte Fläche ist dagegen mit dem Dampf in Berührung, weshalb ihre Temperatur, wenn auch nur für kurze Zeit wesentlich höher ist, als jene. Die großen Temperaturunterschiede veranlassen Molecularverschiebungen, die von lebhaftem Geräusch begleitet sind. Je rascher die Erwärmung und je träger der Wasserablauf stattfindet, um so heftiger ist das Nerven erschütternde Geräusch, um so größer das Zittern der Rohre. Das ist ein Grund mehr, die Leitung nach dem Schema der Fig. 198 zu zerlegen, beziehentlich zahlreichere Stellen für den Wasserablauf zu schaffen.

An den zu Abflusstellen bestimmten Orten kann man Hähne anbringen, welche nach Bedarf geöffnet werden und das Wasser in eine besondere Rohrleitung oder auch in das Freie ablaufen lassen. Die Mengen des verdichteten Wassers wechseln jedoch; man muß deshalb entweder die Hähne so weit öffnen, daß dieselben unter allen Umständen den erforderlichen freien Querschnitt haben; alsdann wird zeitweise der Hahnquerschnitt nicht vom Wasser gefüllt, so daß neben dem Wasser auch Dampf ausströmt, oder man muß sich bequemen, um den Dampfverlust zu verhüten, die Hahnstellung häufiger zu regeln. Zu dem Ende läßt man das Wasser und die Luft sich in einem unter dem Rohr befindlichen Gefäß sammeln und öffnet oder schließt den Hahn innerhalb größerer Zeitabschnitte.

Die Wasser- und Luftabführung einer umfangreicheren Dampfheizungsanlage läßt sich auf diesem Wege jedoch nur unter Aufwand zeitraubender Arbeit verrichten, weshalb man schon in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts selbstthätige Conden-

<sup>78)</sup> NICHOLSON. *Journal of natur. philos.* Mai 1807.

fationswasser-Ableiter oder »Automaten« oder, wie ich die Apparate kurz nennen will, Selbstleerer kannte.

Auch die Selbstleerer bedürfen eines Sammelgefäßes. Befindet sich in diesem Gefäß weder Wasser noch Luft, so ist dasselbe mit Dampf gefüllt, also mit einer Flüssigkeit geringerer Dichte und der dem übrigen Dampfe gleichen Temperatur. Enthält das Gefäß Wasser, so ist gegenüber dem erstgenannten Zustande eine schwerere Flüssigkeit vorhanden, welche Aenderung zum Freilegen einer geeigneten Abflußöffnung benutzt werden kann, die geschlossen wird, sobald die schwerere Flüssigkeit, das Wasser, nicht mehr vorhanden ist.

Eine Füllung des Gefäßes mit Wasser oder Luft hat die Folge, daß sich dasselbe allmählich abkühlt, während der Dampf die feiner Spannung entsprechende Temperatur beibehält. Wenn daher Wasser oder Luft in dem mehr genannten Gefäße sich befindet, so herrscht in demselben eine niedrigere Temperatur, als wenn sein Inhalt Dampf ist.

Sonach sind zwei Erscheinungen vorhanden, welche zum selbstthätigen Entleeren des Sammelgefäßes benutzt werden können: die größere Dichte und die niedrigere Temperatur des Auszuleerenden.

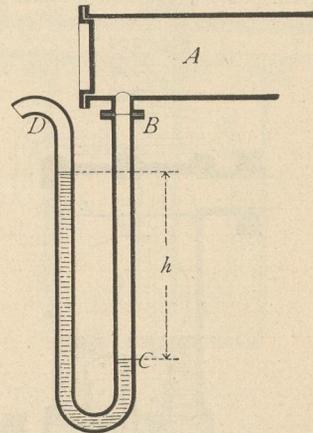
1) Selbstleerer, welche die andere Dichte der Gefäßfüllung benutzen. Die älteste hierher gehörige Einrichtung dürfte die durch Fig. 199 verfinnllichte sein.

*A* bezeichnet das Dampfrohr, *BCD* ein zweifchenkliges Rohr, welches gleichzeitig Sammelgefäß und Selbstleerer ist; bei *D* vermag das Wasser frei abzufließen. Vermöge des in *A* herrschenden Dampfüberdruckes liegt der Wasserspiegel *C* tiefer als der Wasserspiegel *D*, und zwar um die Höhe *h*. Drückt man den Dampfüberdruck für 1qm (in Kilogr.) aus, so ist die betreffende Zahl, wie früher (Art. 122, S. 97) bereits angegeben wurde, gleich der Höhe *h* (in Millim.). In Folge des unvermeidlichen Wechsels des Dampfdruckes schwingt die Wasserfäule, und der Ausfluß des Wassers findet ruckweise statt. Ist die Höhe des Rohres *BCD* nicht nennenswerth größer als *h*, so kann in Folge einer solchen Schwingung der Wasserspiegel *C* durch den unteren Bogen hinweg in den links befindlichen Schenkel gedrückt werden, worauf der Rest des Wassers ausgeworfen wird und eine Neubildung desselben erst durch Absperrung des Dampfes erreicht werden kann. Man findet deshalb in der Regel nur für geringeren Dampfdruck die nöthige Höhe zum Unterbringen des zweifchenkliges Rohres.

In allgemeinerem Gebrauch sind daher die Selbstleerer mit Schwimmkugeln, deren grundsätzliche Anordnung durch Fig. 200 wiedergegeben ist.

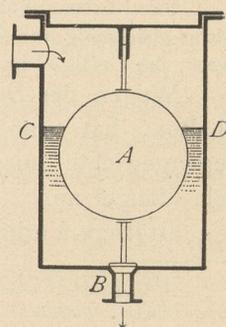
Am Boden des Sammelgefäßes befindet sich ein Ventil *B*, dessen Kegel an der leichten Hohlkugel *A* hängt. *A* schwimmt im Wasser; sobald der Wasserspiegel *CD* genügend hoch gestiegen ist, so wird durch den Auftrieb der Kugel *A* der Ventilkegel gehoben, also dem Wasser eine Abflußöffnung frei gelegt. Fließt hier mehr Wasser ab, als dem Sammelgefäß zugeführt wird, so sinkt der Wasserspiegel, mit diesem die Kugel *A*, so daß das Ventil entsprechend geschlossen wird. Der Selbstleerer entläßt also das Wasser, ohne dem Dampf den Zutritt zur Ventilöffnung zu gestatten. Leider wird dieser Selbstleerer durch den Dampfdruck nicht wenig beeinflusst, da die Oberfläche des Ventilkegels von diesem niedergedrückt wird. Eine Schwimmkugel, deren Durchmesser 20cm ist, wiege mit Führungsstange und Ventilkegel etwa 2kg;

Fig. 199.



Selbstleerer.

Fig. 200.



Selbstleerer mit Schwimmkugel.

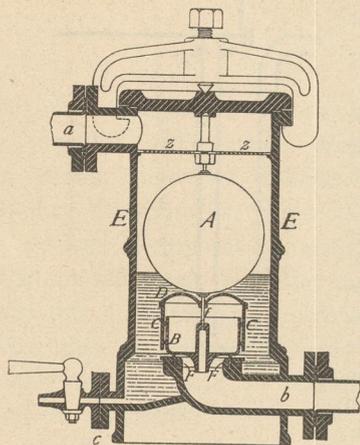
das Wassergewicht, welches ihren Raum einnehmen würde, ist etwa 4 kg; folglich ist der nutzbare Auftrieb 2 kg. Würde der Dampfüberdruck 10 000 kg für 1 qm betragen, so dürfte der äußere Durchmesser des Ventilkegels etwa 16 mm betragen dürfen, so daß der innere Durchmesser desselben oder derjenige des größten Ausflusquerchnittes nur etwa 12 mm sein würde. Ein Dampfüberdruck von 50 000 kg für 1 qm vermindert den zulässigen äußeren Durchmesser des Ventilkegels fogar auf 7 mm, also denjenigen des Abflusrohres auf etwa 5 mm.

Größere Wassermengen vermag dieser Selbstleerer sonach nur dann zu bewältigen, wenn feine Schwimmkugel sehr groß ist. Man hat, um diesen Uebelstand zu heben, die Schwimmkugel an das längere Ende eines Hebels gehängt, dessen kürzeres Ende den Ventilkegel trägt, da der Weg des Ventilkegels ein kleiner ist, während derjenige der Kugel ohne Schwierigkeit ziemlich groß gemacht werden kann; man hat statt des einfachen Kegelventiles ein fog. Doppelsitzventil angewendet<sup>79)</sup> oder die Schwimmkugel an das Ende eines Hahn schlüssels gesteckt. Jedoch haften diesen Anordnungen manche Mängel an, die ihre allgemeine Einführung verhindert haben.

Eine recht hübsche Lösung der vorliegenden Aufgabe rührt von *Dehne* in Halle a. S. her<sup>80)</sup>; sie ist aus Fig. 201 zu ersehen.

In das Sammelgefäß *E* gelangt das Wasser durch das Rohr *a* und das Sieb *z*, welches mitgeführte Unreinigkeiten, die den Ventilen schädlich fein könnten, zurückhalten soll; *b* soll das Wasser abfließen

Fig. 201.



Selbstleerer von *Dehne* in Halle a. S.

lassen. Auf den Ventil Sitz *F* legt sich nun der eigentümlich gestaltete Ventilkegel *B*, der in der festen Hülfe *C* auf und nieder zu schieben ist. In der Mitte des Ventilkegels befindet sich ein mit *B* aus einem Stück gefertigtes Rohr, dessen obere Mündung zu einem Sitz des kleinen Ventiles *f* geformt ist. Die Hülfe oder das Gehäuse *C* ist oben durch einen Deckel *D* verschlossen. Das Ventilen *f* ist mit der Schwimmkugel *A* verbunden; sobald diese sich hebt, welches leicht erfolgt, da der Querschnitt des Ventiles *f* sehr klein ist, strömt das Wasser, welches sich in dem Hohlraum über *B* befindet, nach unten aus, wodurch der Druck innerhalb dieses Raumes niedriger wird, als derjenige im Gefäß *E*. Sonach drückt das Wasser des Gefäßes *E* von unten so gegen den überstehenden Rand des Ventilkegels *B*, daß dieser gehoben wird und eine größere Ausflusöffnung frei legt. Sollte diese zu groß sein, so sinkt der Wasserpiegel in dem Gefäß *E*, die nieder sinkende Kugel *A* schließt das Ventilen *f*; da aber sowohl an der sich im Deckel *D* führenden Stange des Ventiles *f*, als auch an den Führungen des Ventiles *B* in *C* geringe Spielräume vorhanden sind, so wird unter Vermittelung dieser der Hohlraum über *B* mehr und mehr mit Wasser gefüllt, der Druckunterschied zwischen dem genannten Hohl-

raum und dem in *E* vorhandenen Wasser verringert, somit der Ventilkegel *B* seinem Sitze genähert. Die Selbstregelung ist sonach in vollem Maße vorhanden.

Behuf sicherer Führung der Kugel *A* steckt die Verlängerung *d* der Ventilstange *f* in der Hülfe *e*, welche gleichzeitig zum Festhalten des Gitters oder Siebes *z* dient. Der Stutzen *c* nebst Hahn hat den Zweck, das Gefäß *E* nach Bedarf vollständig entleeren zu können.

Wegen der Schwierigkeit, die Schwimmkugel wasserdicht herzustellen und zu erhalten, hat man volle Schwimmkörper verwendet, deren Eigengewicht durch Gegengewichte ausgeglichen ist<sup>79 u. 81)</sup>. Jedoch haften derartigen Anordnungen viele Mängel an.

Größere Verbreitung haben diejenigen Selbstleerer gefunden, welche nur dann

<sup>79)</sup> GROSSESTE. Uebersicht von Apparaten, welche automatisch den Abfluß des Condensationswassers aus Dampfleitungen regeln. *Bulletin de la soc. industr. de Mulhouse* Tome 38, S. 943. *Polyt. Journ.*, Bd. 192, S. 7.

<sup>80)</sup> *Polyt. Journ.*, Bd. 225, S. 24.

<sup>81)</sup> GENESTE und HERSCHER's Condensationswasser-Ableiter. *Polyt. Journ.*, Bd. 217, S. 9.

in Thätigkeit treten, wenn eine grössere Wassermenge sich angefangen hat, diese Wassermenge aber fast ganz auf einmal auswerfen, so dass eine Pause zum abermaligen Anammeln von Wasser eintritt.

Es mag hier von den vielen im Gebrauch befindlichen nur die Einrichtung von *Dreyer, Rosenkranz* und *Droop* in Hannover beschrieben werden. Fig. 202 ist ein lothrechter Durchschnitt derselben. Das Wasser gelangt unter Vermittelung des mit dem Deckel des Apparates gemeinschaftlich geöffneten Rohrstückes *A* in das Sammelgefäß *E*; ein Schirm *a* treibt das Wasser gegen die Wandungen des Gefäßes *E*, um einen zu lebhaften Wellenschlag innerhalb desselben zu verhüten. An dem genannten Deckel ist ein Rohr *C* befestigt, das zunächst zur Führung des Gefäßes *B* dient. In der Achse dieses Rohres ist im Deckel ein leicht herausnehmbares Doppelfitzventil *D* angebracht, dessen Stange *F* sich auf den Boden des Gefäßes *B* stützt. Von dem Ventil *D* ab soll das Rohr *G* das Wasser nach außen geleiten. Sobald nun Wasser in das Gefäß *E* gelangt, wird das Gefäß *B* durch den entstehenden Auftrieb gehoben und schließt, unter Vermittelung der Stange *F*, das Ventil *D*. Der Wasserspiegel in *E* steigt wegen des anhaltenden Zuflusses mehr und mehr, bis das Wasser über den Rand des Gefäßes *B* hinwegfließend in dasselbe gelangt. Nachdem sich dieses bis zu einer gewissen Höhe gefüllt hat, sinkt es nieder; das Ventil *D* öffnet sich, und der über dem Wasser befindliche Dampfdruck treibt dasselbe durch das Rohr *C*, das Ventil *D*, das Rohr *G* nach außen. Nach annähernder Leerung des Gefäßes *B* ist der Auftrieb in der Lage, *B* zu heben und damit die Ausströmung zu unterbrechen.

Während die früher beschriebenen Selbstleerer auf die Entfernung der Luft gar keine Rücksicht nahmen, ist bei dem vorliegenden Apparate derselben durch Anbringung eines Röhrchens *b* Rechnung getragen. Durch dessen Höhlung strömt allerdings eben sowohl Dampf als Luft; da jedoch, nach früheren Erörterungen, der Luftgehalt des Dampfes im Entleerer verhältnismässig am grössten und der Querschnitt des Röhrchens *b* ein geringer ist, so dürfte der Dampfverlust gegenüber den Vortheilen einer dauernden Luftabführung nicht schwer ins Gewicht fallen. Zur Entfernung der bei Inbetriebsetzung heranströmenden grösseren Luftmenge dient theilweise der Lufthahn *H*, hauptsächlich aber ein besonderer feitwärts von *A*, bezw. *G* angebrachter Lufthahn.

Zur Berechnung eines solchen Selbstleerer mögen noch folgende Anhaltspunkte gegeben werden.

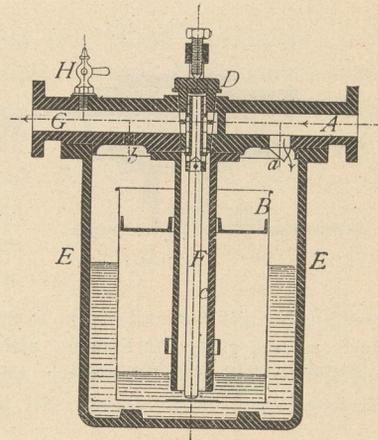
Der Ueberdruck des Dampfes wirkt auf das Doppelfitzventil *D*; dessen Eigengewicht, so wie das Gewicht der Stange *F* müssen zusammen genommen grösser sein, als der Dampfüberdruck, der die Ringfläche zwischen dem kleinsten Durchmesser des kleinen und dem grössten Durchmesser des grösseren Ventiles trifft. Der nutzbare Auftrieb des Gefäßes *B* muss das Gewicht des Ventilkegels und seiner Stange *F* tragen können, also die durch *B* verdrängte Wassermenge schwerer sein, als jene Gewichte, vermehrt um das Gewicht des Gefäßes *B*.

Andere hierher gehörende Selbstleerer findet man in den unten verzeichneten Quellen <sup>79</sup> u. <sup>82</sup>).

2) Selbstleerer, welche den Temperaturunterschied des Dampfes und des Wassers oder der Luft, die angefangen sind, für ihre Wirksamkeit benutzen. In Folge des genannten Temperaturunterschiedes dehnt sich das Sammelgefäß oder ein in demselben befindlicher Körper, sobald das Sammelgefäß mit Dampf gefüllt ist, mehr aus, als wenn der Inhalt des Sammelgefäßes aus Wasser oder Luft besteht.

Gebräuchlich sind nur diejenigen Einrichtungen, bei welchen die Dehnungen des Sammelgefäßes, welches alsdann rohrförmig gestaltet ist, benutzt werden.

Fig. 202.

Selbstleerer von *Dreyer, Rosenkranz* und *Droop* in Hannover.

<sup>82</sup>) FISCHER, H. Periodisch wirkende Automaten. *Polyt. Journ.*, Bd. 225, S. 26. — Deutsches Wollengewerbe 1875, S. 176. — GÜLCHER'S Patent-Condensationswasser-Ableiter. *Polyt. Journ.*, Bd. 216, S. 13.

Die Ausdehnungen der hier in Frage kommenden Metalle sind für 100 Grad Temperaturunterschied durchschnittlich: für Gufseifen 0,00111, für Stabeifen 0,001235, für Kupfer 0,001718, für Messing 0,001868 der Länge. Will man daher eine nennenswerthe Bewegung des Ventils oder dergl. erreichen, so muß entweder die Länge des in Frage kommenden Rohres groß oder die Temperatur des angefallenen Wassers, bezw. der Luft gegenüber derjenigen des Dampfes eine geringe sein. Zur Abkühlung des Wassers, bezw. der Luft ist eine entsprechende von der Außenluft befüllte Fläche nothwendig, welche aus früher genannten Gründen eine solche Lage, bezw. Gestalt haben muß, daß sie wechselnd durch Dampf und Wasser, bezw. Luft berührt werden darf. Es ist vielfach zweckmäßig, eine solche Heizfläche unter der eigentlichen Dampfheizfläche anzubringen, um einen Theil der Wasserwärme noch benutzbar zu machen; in diesem Falle sind die in Rede stehenden Selbstleerer den vorher besprochenen überlegen.

Eine einfache Anordnung derselben zeigt Fig. 203 im Schnitt. Das Sammelrohr *A* ist in einiger Entfernung links an einer Wand oder einem kräftigen Brett befestigt, mit welcher gleichzeitig der Frosch *B* fest verbunden ist. Das Ende des Rohres *A* trägt das Ventilgehäuse *C* mit dem Abflußrohr *D*; in dem genannten Frosch *B* findet die Ventilstange *E*, welche durch die Stopfbüchse des Ventilhauses *C* hindurchgeht, ihre Stütze. Ist genügend abgekühltes Wasser oder Luft im Rohr *A* vorhanden, so hat dieses eine geringere Länge, so daß das Ventil seinen Sitz nicht berührt, also der Inhalt von *A* abzufließen vermag. Diefem folgt der Dampf, dessen Temperatur sehr bald das Rohr *A* ausdehnt und damit das Ventil schließt.

Vermag man eine solche Länge, welche das Rohr *A* beansprucht, nicht unterzubringen, so empfiehlt sich der *Kufenberg'sche* Selbstleerer (Fig. 204). Derselbe besteht aus zwei gebogenen Rohren *c* und *d*, die rechts mit einander verbunden sind, so daß Dampf, Wasser und Luft von *a* nach *b* frei durch dieselben hindurch zu strömen vermögen, wenn nicht ein in *d* eingeschaltetes Ventil dieses hindert. Bei höherer Temperatur ihres Inhaltes dehnen sich die Rohre *c* und *d*

Fig. 203.

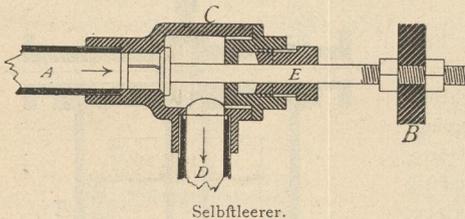
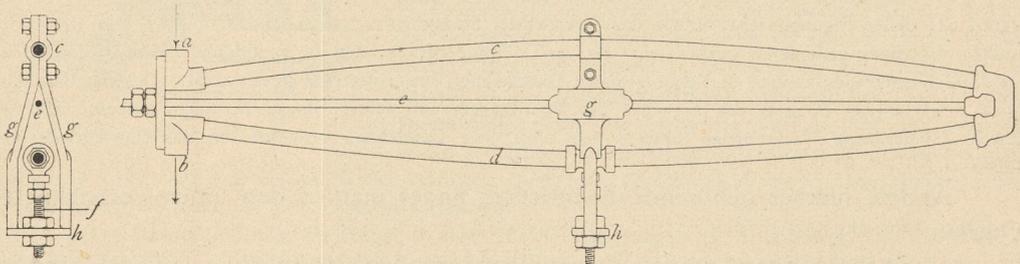


Fig. 204.

Selbstleerer von *Kufenberg*.

mehr, bei geringerer Temperatur weniger aus; da jedoch die Spannweite *e* der einfachen Längenausdehnung eine Schranke setzt, so kann dieselbe nur zu Stande kommen, indem die Rohre *c* und *d* sich stärker nach außen verbiegen. Am Rohr *c* sind nun Stängelchen *g* (besonders in der Querschnittsfigur zu erkennen) befestigt, deren Querstück *h* die Ventilstange *f* trägt. Biegt sich sonach in Bezug auf die Figur *c* nach oben und *d* nach unten, so nähert sich der an *f* befestigte Ventilkegel dem Ventil Sitz, bezw. schließt das Ventil; verringert sich jedoch in Folge der Abkühlung die Biegung der Rohre *c* und *d*, so wird das Ventil geöffnet.

Wegen des Erfordernisses einer größeren Kühlfläche für die Thätigkeit der letztgenannten Selbstleerer sind sie vorwiegend für Heizkörper geeignet, während

die unter 1. besprochenen Apparate für die Entwässerung der Dampfleitungen sich besser eignen.

Ausführlicher ist dieser Gegenstand in unten genannter Quelle behandelt<sup>83)</sup>.

### c) Construction und Einrichtung.

Die Rohre werden von 5 cm Weite ab um 1 cm, von 10 cm Weite ab um 2,5 cm steigend in Gufseifen ausgeführt. (Vergl. die Tabelle im I. Theile dieses »Handbuches«, Bd. 1: Die Technik der wichtigeren Baustoffe, S. 187.)

Schmiedeeiserne Rohre findet man im Handel meistens nach englischem Maß ausgeführt (vergl. die Tabelle in dem eben genannten Bande dieses »Handbuches«, Kap. 6, unter g), aber auch in anderen Mäßen und Abstufungen bis zu 30 cm Weite. Zu leichten Leitungen verwendet man auch Rohre aus starkem Weißblech, welche, um sie genügend widerstandsfähig gegen das Rosten zu machen, beiderseitig mit gutem Anstrich versehen werden. Kupferrohre werden ihres Preises wegen nur in einzelnen Fällen gebraucht; noch feltener Messingrohre.

Gufseiserne Rohre werden selten mittels Muffen (Fig. 205) verbunden, und dann nur, indem der Hohlraum der Muffe mit fog. Eisen- oder Rostkitt gefüllt wird. Da derselbe beim Festwerden sich ausdehnt, liegt die Gefahr des Zer Sprengens der Muffe vor. Bei vorsichtiger Arbeit wird die Verbindung so fest, daß sie nur unter Zertrümmerung wenigstens eines Endes des betreffenden Rohres gelöst werden kann. Die hieraus erwachsenden Unannehmlichkeiten lassen in den meisten Fällen die Anwendung der Muffenverbindung nicht rätlich erscheinen.

Weit gebräuchlicher ist daher die Verbindung der gufseisernen Rohre durch Flanschen oder Scheiben (Fig. 206). Zwischen die gut auf einander passenden, zu dem Ende fauber gedrehten Scheiben wird Kitt gelegt, indem man eine der Flächen vor dem Auflegen der anderen möglichst gleichmäßig mit Mennigekitt oder Diamantkitt bedeckt. Passen die Flächen nicht sehr gut auf einander, so muß der Kitt noch eine Stütze haben, um bei Erwärmung der Rohre nicht aus der Fuge hervorgedrückt zu werden. Diese Stütze besteht entweder aus in mehreren Ringen oder einer Spirale aufgelegten Bindfaden, oder in beiderseitig mit Kitt gut bestrichenen, feinen Drahtgeweben, »Sieb«. Für geringere Dauer bestimmte Dichtungen werden auch mit Hilfe einer Gummilage hergestellt. Die dauerhaftesten Dichtungen erhält man, indem man von der Verwendung des Kittes ganz absteht, statt dessen einen Ring von weichem Kupferdraht, der mit Silberloth gelöthet ist, oder besser einen Kupferring mit zickzackförmigem Querschnitt verwendet (vergl. Fig. 206, rechte Hälfte). Das weiche Kupfer wird durch die Eisenfläche so umgeformt, daß es sich innig an diese anschließt.

Schmiedeeiserne Rohre verbindet man bis zu 5 cm Weite derselben fast immer mittels fog. Muffen, über dieses Maß hinaus auch mittels Flanschen oder fog. d.

227.  
Material.

228.  
Verbindung  
d. Gufseisen-  
rohre.

Fig. 205

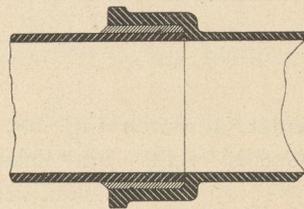
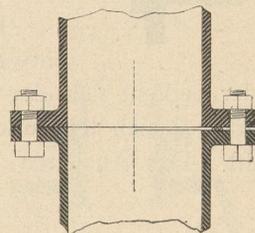


Fig. 206.

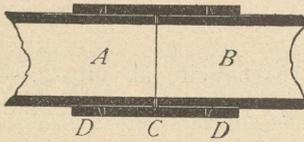


229.  
Verbindung  
d. Schmiedeeisen-  
rohre.

<sup>83)</sup> FISCHER, H. Ueber Condensationswasser-Ableiter oder fog. Automaten. Polyt. Journ., Bd. 225, S. 20.

Ueberwürfe. Die am wenigsten gute, aber brauchbare Verbindung schmiedeeiserner Rohre stellt Fig. 207 dar. Auf beide in Frage kommende Enden *A* und *B* der Rohre ist rechtsgängiges Gewinde geschnitten, in welches das Muttergewinde der Muffe *C* faßt. Die eigentliche Dichtung erzielt man, indem man kegelförmig ausgedrehte Gegenmuttern *D* gegen die Muffe schraubt, nachdem ein mit Kitt bestrichener Hanfzopf eingelegt ist.

Fig. 207.



Sicherer sind die metallischen Dichtungen auch hier. Die neuere und gebräuchlichere zeigt Fig. 208. Eines der Rohrenden ist mit linksgängigem, das andere mit rechtsgängigem Gewinde versehen; zu denen selbstverständlich die Gewinde der Muffe *C* passen. Die Stirnseiten der Rohrenden sind doppelt kegelförmig gestaltet, so daß auf denselben fog. Schweinsrücken entstehen, welche, bei gehörigem Anziehen der Muffe, sich beide in einen Ring weichen Kupfers drücken.

Die ältere, jedoch neuerdings von einigen Constructeuren deshalb der vorhin beschriebenen vorgezogene derartige Verbindung, weil sie ein anderes Metall vermeidet, ist durch Fig. 209 im Längenschnitt wiedergegeben. Hier sind die Gewinde ebenfalls rechts- und linksgängig, aber nur eine Stirnseite der Rohre mit Schweinsrücken versehen, während die gegenüber liegende Stirnseite eben ist. Es muß daher eine gegenseitige Verdrückung des Schmiedeeisens stattfinden, welche unschwer gelingt, wenn die einzelnen Theile mit größter Genauigkeit ausgeführt sind.

Die Flanschen schmiedeeiserner Rohre verlöthet oder verschweisst man mit den Rohrenden oder nietet sie dort fest. Die Bundringe werden meistens aufgeschweisst. Man legt dann entweder fog. lose Flanschen *A* (Fig. 210) hinter die Bundringe oder bedient sich der Schelle *C* (Fig. 211), welche hinter den Bundring des Rohrendes *B* sich legt und mit ihrem Muttergewinde in das Gewinde des Rohrendes *A* faßt. Das Anziehen der Schelle erfordert eine ziemlich große Drehkraft, der die

Fig. 208.

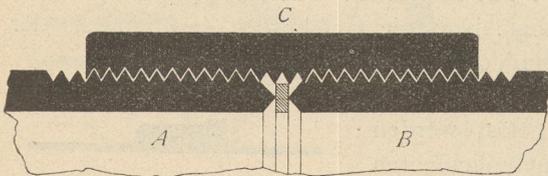
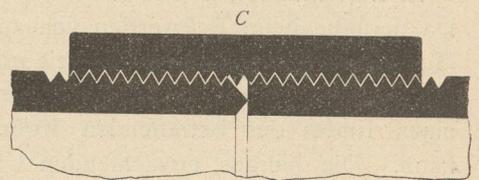


Fig. 209.



— mittels Zangen fest gehaltenen — Rohre widerstehen müssen; ferner haben die in Fig. 210 und 211 dargestellten Verbindungen den Fehler, daß die Flanschen, bzw. Schellen vor dem Ausschweißen, bzw. Löthen der Bundringe auf die Rohre gesteckt werden müssen. Beide oft recht unangenehme Uebelstände werden durch die von mir seit 1875 verwendete Verbindung gehoben, welche Fig. 212 im Querschnitt und theilweisem Längenschnitt verfinnlicht. Hinter

Fig. 210.

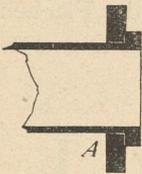
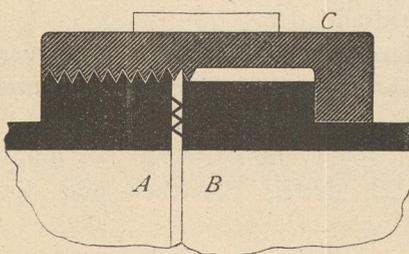


Fig. 211.



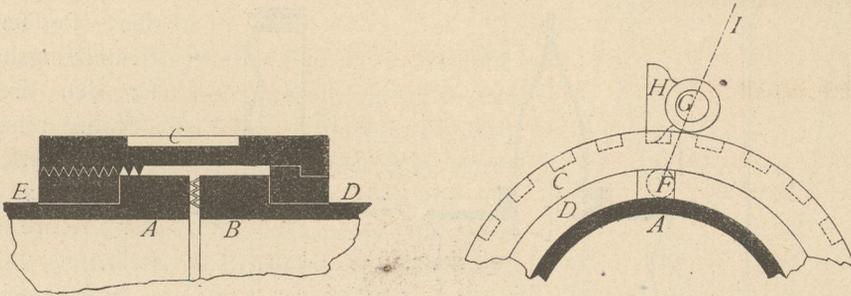
Die Flanschen schmiedeeiserner Rohre verlöthet oder verschweisst man mit den Rohrenden oder nietet sie dort fest.

Die Bundringe werden meistens aufgeschweisst. Man legt dann entweder fog. lose Flanschen *A* (Fig. 210) hinter die Bundringe oder bedient sich der Schelle *C* (Fig. 211), welche hinter den Bundring des Rohrendes *B* sich legt und mit ihrem Muttergewinde in das Gewinde des Rohrendes *A* faßt. Das Anziehen der Schelle erfordert eine ziemlich große Drehkraft, der die

— mittels Zangen fest gehaltenen — Rohre widerstehen müssen; ferner haben die in Fig. 210 und 211 dargestellten Verbindungen den Fehler, daß die Flanschen, bzw. Schellen vor dem Ausschweißen, bzw. Löthen der Bundringe auf die Rohre gesteckt werden müssen. Beide oft recht unangenehme Uebelstände werden durch die von mir seit 1875 verwendete Verbindung gehoben, welche Fig. 212 im Querschnitt und theilweisem Längenschnitt verfinnlicht. Hinter

die Bundringe *A*, *B* sind die Bogenstücke *D*, *E* gelegt, auf welche die Schelle in geeigneter Weise einwirkt, wie aus dem Längenschnitt sofort erkannt werden kann. Da die Bogenstücke nachträglich eingelegt werden können und die kleinste Weite der

Fig. 212.



Schelle größer ist, als der größte Durchmesser der Bundringe, so vermag man diese fertig zu machen, bevor die Schellen auf die Rohre gesteckt werden. Das Drehen der Schelle den Bogenstücken *D* und *E* gegenüber findet statt, indem man eine zu diesem Zweck geeignet gestaltete Zange mit einander gegenüber liegenden Zapfen *F* in den Spielräumen, die zwischen den Enden der Bogenstücke liegen, stützt und die Klinke *H* nach der gewünschten Drehrichtung in Vertiefungen der Schelle *C* einfallen läßt. Durch Drehung der Zange *F* *G* *I* erfolgt alsdann die Drehung der Schelle, ohne nennenswerthe Beanspruchung der Rohre.

Die Dichtung dieser Verbindungen erfolgt in derselben Weise wie bei gußeisernen Rohren.

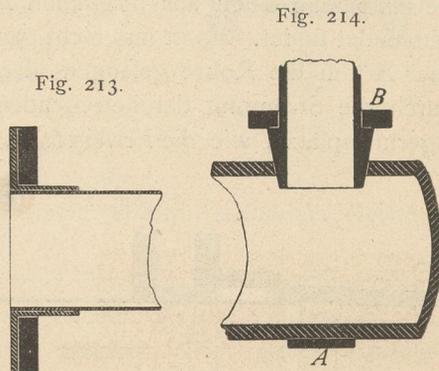
Kupferne Rohre werden mit schmiedeeisernen oder messingenen Endstücken ähnlicher Gestalt, wie hier erörtert, verlöthet und in der zugehörigen Art verbunden. Zuweilen löthet man auch einen Stulp von starkem Kupferblech auf jedes Rohrende und legt einen schmiedeeisernen oder gußeisernen Flansch hinter jeden Stulp (Fig. 213).

Die Abzweigungen der gußeisernen Rohre werden durch Stutzen oder besonders eingelegte T-Stücke gebildet. Gebräuchliche Schenkellängen (von Mitte Rohr bis Flanchenfläche) enthält die oben citirte Tabelle. Kann eine Abzweigung nicht von vornherein vorgesehen werden, so bedient man sich der durch Fig. 214 wiedergegebenen Construction. In die Wandung des Rohres ist ein kegelförmiges Loch gebohrt, in welches das kegelförmig zugespitzte, genau passende Ende des Zweigrohres gepreßt wird. Zuweilen legt man auch hier einen weichen Kupferring ein. Das Anpressen findet unter Zuhilfenahme eines Bügels *A* statt, welcher um das Rohr gelegt wird, und dessen zu Schrauben ausgebildete Schenkel durch das Querstück *B* gesteckt sind.

Ablenkungen, Krümmungen werden mit Hilfe im Handel vorkommender Bogenstücke (vergl. die mehrfach angezogene Tabelle) oder durch eigens für den Bedarf gestaltete Rohre erreicht.

230.  
Verbindung  
der Kupfer-  
rohre.

231.  
Abzweigungen,  
Ablenkungen,  
Krümmungen.



Für schmiedeeiserne Rohre verwendet man ähnliche T-, L-, Bogen- und Verjüngungsstücke wie für Gasleitungen (vergl. Art. 21, S. 17), oder — bei größeren Weiten — gußeiserne Anschlussstücke.

Fig. 215.

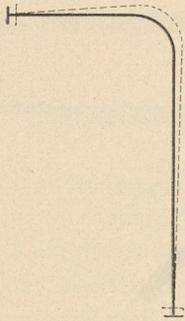


Fig. 217.

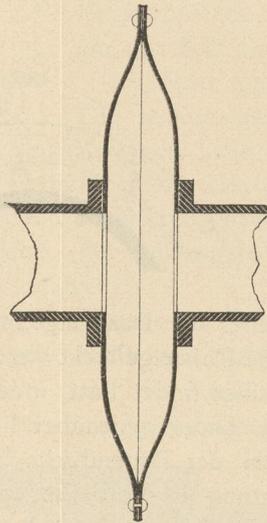
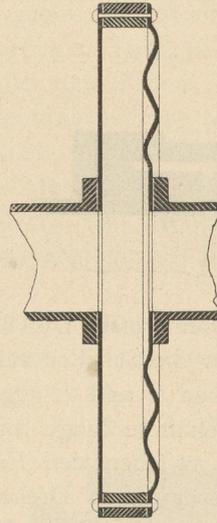


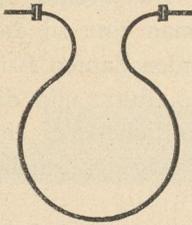
Fig. 218.



Compensations-Vorrichtungen.

232.  
Compensations-  
vorrichtungen.

Fig. 216.

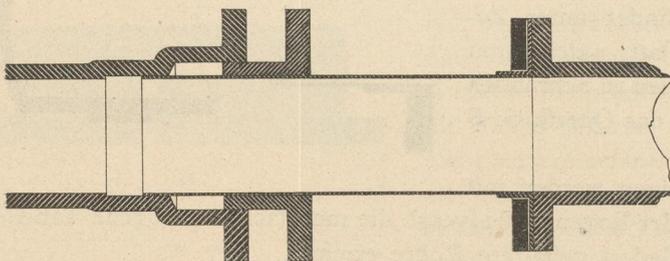


Krümmungen werden, so fern der Krümmungshalbmesser den dreifachen Rohrdurchmesser nicht unterschreitet, auch durch Biegen der Rohre hergestellt.

In Art. 226, S. 188 wurden die Dehnungen der Metalle in Folge der Temperaturveränderungen angegeben. Da die hier in Frage kommenden Rohrleitungen ausnahmslos erheblichen Tempera-

turfchwankungen unterworfen und oft sehr lang sind, so sind Ausgleicher oder Compensatoren für die Längenveränderungen einzuschalten. Sehr einfach und wirksam ist die Längenausgleichung zu erreichen, wenn die Leitung eine rechtwinkelige Ablenkung erfährt (Fig. 215), indem alsdann das betreffende knieförmige Rohr nur die erforderliche Biegsamkeit zu haben braucht, um der Dehnung des zugehörigen Rohrstranges nachgeben zu können. Innerhalb eines gerade fortlaufenden Rohrstranges schaltet man in demselben Sinne auch nach Fig. 216 gebogene Rohre ein. In Berücksichtigung dessen, was weiter oben über das Längenprofil der Rohrleitungen gesagt wurde, ist die Anbringung derartig krummer biegsamer Rohre nicht immer thunlich, weshalb man einen aus biegsamen Platten gebildeten Ausgleicher (Fig. 217) öfters verwendet findet. Es ist nun nicht ganz zu vermeiden, daß Schmutztheile irgend welcher Art in die Rohre gelangen oder in denselben gebildet werden. Dieselben werden durch die Strömung der betreffenden Flüssigkeit fortgespült, bis sie geeignete Ablagerungsplätze, wie die Erweiterung, welche Fig. 217 bildet, auffindet; sie sinken in

Fig. 219.



dem keilförmigen Ausgleicher nieder und werden dort allmählich dermaßen verdichtet, daß aus ihnen ein fester Körper wird. Dieser hindert die freie Beweglichkeit der biegsamen Platten und führt nicht selten zum Bruch derselben. Daher ist die durch Fig. 218

wiedergegebene Anordnung zweckmäßiger, indem sie mehr Raum für die Ablagerungen gewährt. Behuf Erreichung einer größeren Biegsamkeit werden die Platten, wie in der rechten Hälfte der Fig. 218 angedeutet ist, auch mit wellenförmigem Querschnitt hergestellt.

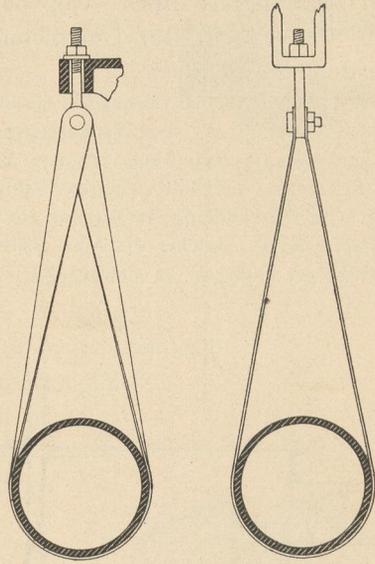
Auch diese Ausgleicher sind ihres Raumbedarfs halber nicht immer unterzubringen, so daß man in einzelnen Fällen die Stopfbüchse (Fig. 219) als Ausgleicher benutzen muß. An dem betreffenden Orte ist eines der Rohrenden mit der eigentlichen Stopfbüchse, das andere mit einem möglichst glatten, behuf Erhaltung der Glätte meistens aus Kupfer oder Messing gefertigten Rohranfang ausgestattet. Da die Packung der Stopfbüchse geschmiert werden muß, die Schmiere aber in Folge der Wärme verharzt, auch die verschiedenartige Dehnung der Stopfbüchsentheile zu Klemmungen Veranlassung giebt, so bieten die Stopfbüchsen bei mangelhafter Wartung, bezw. fehlerhafter Construction einen so großen Widerstand, daß sie den Dehnungen des betreffenden Rohrstranges nicht nachgeben, vielmehr zu Rohrbrüchen oder Aehnlichem führen.

Um die Ausgleicher für die ihrer Wirksamkeit zugedachte Rohrstrecke sicher benutzbar zu machen, befestigt man die Leitung an geeigneten Punkten. Alle übrigen Stützpunkte müssen die Beweglichkeit der Rohre möglichst wenig hemmen. Die zweckmäßigste Stützung der Rohre ist deshalb die Aufhängung an pendelartig beweglichen Bändern, wie Fig. 220 dieselbe in zwei verschiedenen Arten anzeigt. Die Schrauben, an welchen die dünnen Eisenbänder hängen, gewähren vortreffliche Gelegenheit zur Hervorbringung einer genauen Höhenlage der Rohre. Sonst legt man die Rohre auf Rollen *A* (Fig. 221), deren Bahnen *B* auf Fundamente oder Wandarme *C* befestigt sind. Die hier gezeichnete Gestalt der Rollen sichert den guten Lauf derselben und gestattet, dieselben Rollen für verschiedene Rohrdurchmesser zu verwenden. Leichtere und nicht sehr lange Rohrstränge vermögen auf festen Unterlagen zu gleiten.

Die Ausdehnung des Wassers ist wesentlich größer, als die Ausdehnung der Metalle; man muß daher ersterer besonders Rechnung tragen.

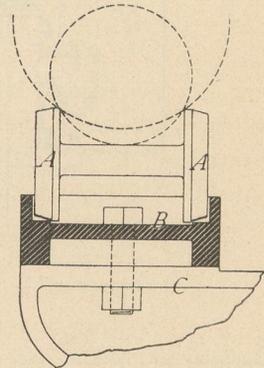
Niederdruck-Wasserheizungen werden zu dem Ende an dem höchsten Punkte der Leitung mit einem entsprechend großen, offenen Ausdehnungsgefäß *E* in Fig. 190 (S. 178), bezw. *B* in Fig. 194 (S. 181) versehen. Die offenen Leitungen gestatten eine fortwährende Verdunstung des warmen Wassers, was bei Gewächshaus-Heizungen angenehm ist, aber bei anderen Heizungen oft zu großen Unzuträglichkeiten führt, indem das verdunstete Wasser sich an kälteren Flächen niederschlägt und an den Mündungen der Rohre, welche es ins Freie führen sollen, gefriert. Es

Fig. 220.



233.  
Stützung  
der  
Rohre.

Fig. 221.



$\frac{1}{5}$  n. Gr.

234.  
Ausdehnungs-  
gefäße.

ist daher selbst bei Niederdruck-Heizungen zweckmäßig, die Rohrleitung zu schliessen und zwar mittels eines wenig belasteten Ventiles.

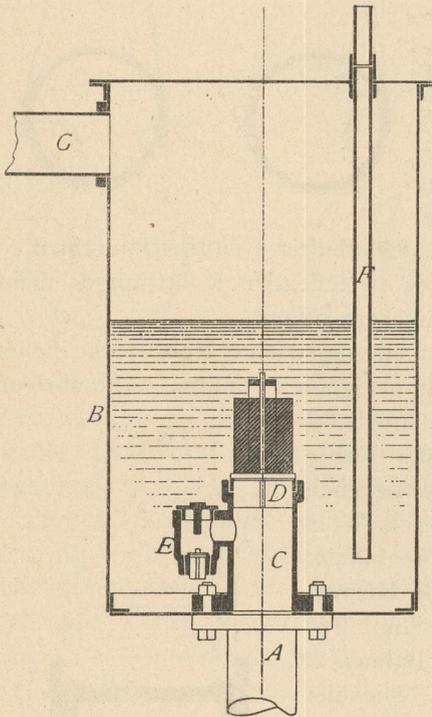
Fig. 222 ist der Durchschnitt eines mit einem derartigen Ventil ausgestatteten Ausdehnungsgefäßes.

*A* bezeichnet das obere Ende des Steigrohres, auf welches das aus Eisenblech gefertigte Ausdehnungsgefäß *B* befestigt ist. Die Verlängerung des Steigrohres bildet den Ventilkörper *C*, dessen oberes Ende das gut geführte und wenig belastete Ventil *D* schliesst. Sobald sich das Wasser der Leitung in Folge der Erwärmung ausdehnt, wird das Ventil *D* gehoben, so dass ersteres in das Gefäß *B* auszufließen vermag. Nach Abkühlung der Leitung entfehlt, wegen des Zusammenziehens des Wassers, im Ventilkörper *C* ein leerer Raum, welcher die Atmosphäre befähigt, das Wasser des Gefäßes *B* durch das Ventil *E* in den Ventilkörper *C* zurück zu drücken. Die Anordnung sichert die selbstthätige Entlüftung der Leitung in

derselben Weise, wie das offene Rohr, indem die Luft sich zu oberst sammelt, also bei jedesmaliger Erwärmung des Wassers zunächst ausfließt. Bei Füllung der Leitung muss man natürlich das Ventil *D* heben.

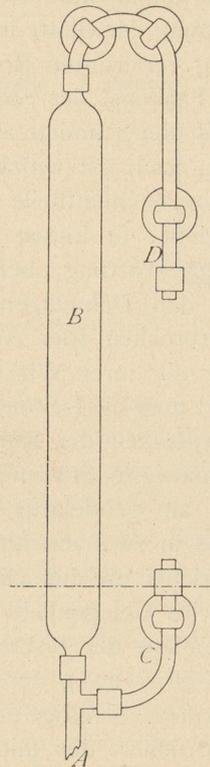
Unvorsichtige Bedienung der Heizung kann eine Dampfbildung herbei führen. Die gebildeten Dampfblasen steigen mit großer Entschiedenheit nach oben, verursachen Erschütterungen und werfen eine größere Wassermenge vor sich her, selbst wenn das Steigrohr möglichst unmittelbar vom Heizkessel zum Ausdehnungsgefäß führt. Diese Wassermassen kann man bei Berechnung der Größe des Ausdehnungsgefäßes nicht berücksichtigen. Es ist deshalb das Gefäß *B* mittels eines Deckels geschlossen und ein Rohr *G* angebracht, welches sowohl den Dampf, als auch das im Uebermaß anströmende Wasser abzuleiten vermag. Um dem Wärter Gelegenheit zur Beobachtung des Wasserstandes im Inneren des Ausdehnungsgefäßes zu geben, bringt man an demselben ein sog. Wasser-

Fig. 222.



Ausdehnungsgefäß. 1/10 n. Gr.

Fig. 223.



Ausdehnungsflasche. 1/10 n. Gr.

standsglas an; die in Fig. 222 vorgefehene Einrichtung dürfte jedoch sich mehr empfehlen. Es ist nämlich ein Rohr *F* im Deckel des Gefäßes befestigt. Steckt man in dieses einen Holzstab, so schwimmt derselbe im Wasser des Rohres, so dass er mehr oder weniger über dem Deckel des Gefäßes hervorragt, je nachdem der Wasserstand desselben höher oder niedriger steht. Man kann so den Wasserstand auch bei weniger guter Beleuchtung genau genug beobachten. Das Rohr *F* dient gleichzeitig zum Nachfüllen des Wassers.

Für Mitteldruck- und zuweilen auch für Hochdruck-Heizungen werden ähnlich eingerichtete Gefäße verwendet. Nur belastet man das Auslassventil stärker, nach Umständen unter Vermittelung von Hebelwerk. Sonst sind für Hochdruck-Heizungen die Ausdehnungsflaschen (Fig. 223) im Gebrauch.

*A* bezeichnet das obere Ende der Leitung, *B* das aus Schmiedeeisen gefertigte Ausdehnungsgefäß. Der Schenkel *C* dient zum Füllen der Leitung, während der Schenkel *D* die Luft abströmen lässt. Es ist sonach unmöglich, das Gefäß *B* höher als bis zum oberen Ende des Schenkels *C* zu füllen, somit der zur Ausdehnung des Wassers zur Verfügung stehende Raum nicht von der Willkür des Wärters abhängig.

Die in *B* über dem Wasserspiegel und in *D* eingeschlossene Luft wird bei Ausdehnung des Wassers zusammengedrückt; der Luftraum, welcher erforderlich ist, um die Spannung derselben nicht größer werden zu lassen, als die Spannung des Dampfes, dessen Temperatur der Wassertemperatur gleich, ist sonach leicht zu berechnen. Bei 12,5 mm weiten Rohren und 50 mm Weite des Ausdehnungsgefäßes ist die Länge desselben gleich  $\frac{1}{100}$  der Rohrlänge zu nehmen.

Angeichts der gewaltigen, in den Leitungen der Hochdruckheizungen auftretenden Spannungen müssen die Verschlüsse, ausser bequemer Handhabung, die Eigenschaft haben, recht dicht zu schliessen. Man verwendet deshalb meistens eine Bleischeibe, welche mit Hilfe einer kräftigen Kappe auf das betreffende Rohrende geschraubt wird, wie Fig. 224 erkennen läßt.

Eine befriedigende Bedienung der Heizungen erfordert die Kenntniß der Temperaturen des Dampfes, bezw. Wassers Seitens des Wärters. Die Dampftemperatur steht im innigen Zusammenhange mit der Dampfspannung; die Dampfheizungen werden deshalb häufig nach dieser, welche mittels Manometer gemessen wird, bedient. Die Wassertemperaturen werden durch Thermometer gemessen. Eine einfache und handliche Anbringung des Thermometers verfinnlicht Fig. 225.

In der oberen Wand *A* des Wasserrohres ist ein topfartiges Gefäß ausgepart, welches an seinen Außenflächen möglichst günstig von dem Wasser befüllt werden kann. Das Gefäß ist mit Oel oder einer anderen schwer siedenden Flüssigkeit gefüllt; in diese wird die Kugel des gewöhnlichen Thermometers *B* gesteckt. Zur Stütze des Thermometers dient der Arm *C*.

Die Temperatur des Gefäßinhaltes ist offenbar eine geringere, als diejenige

des Wassers, welches das Gefäß von außen berührt, da von dem Gefäßinhalt fortwährend Wärme abgeführt wird. Wie groß der Unterschied ist, vermag man von vornherein nicht zu bestimmen. Derselbe ist größer als bei der vorliegenden Einrichtung, wenn man das Gefäß auf der Oberfläche des Rohres befestigt, was Seitens vieler Constructeure geschieht.

Man sollte daher — wo dieses zulässig ist — die Thermometerkugel unmittelbar mit dem Wasser in Berührung bringen, dessen Temperatur man messen will.

Fig. 226 stellt eine derartige Anordnung im Schnitt dar. Auf die Rohrwand *A* ist eine metallene Fassung *B* des Thermometers *C* so befestigt, daß die Kugel des letzteren, vermöge der Durchbrechungen der Fassung, von dem Wasser befüllt wird. Der metallene Boden *a* der Fassung ist zur Schonung der

Fig. 224.

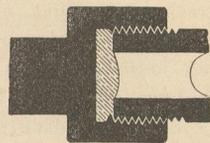
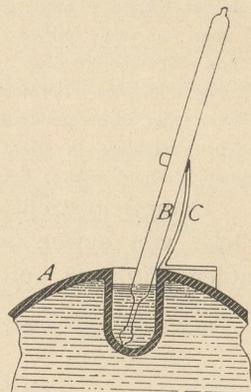


Fig. 225.

 $\frac{1}{5}$  n. Gr.

235.  
Temperatur-  
Beobachtungen.

Fig. 226.

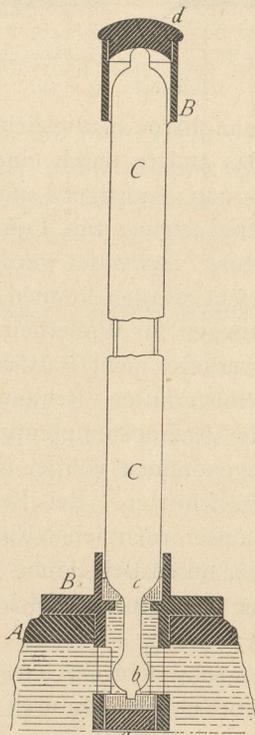
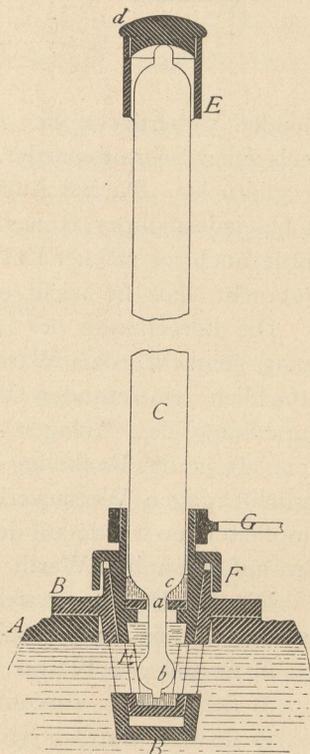


Fig. 227.

 $\frac{1}{2}$  n. Gr.

Thermometerkugel mit einer Korkplatte *b* bedeckt; *c* ist ein Gummiring, welcher die Abdichtung des Thermometers bewirkt, und *d* der Deckel der Fassung, welcher das Thermometer niederdrückt.

Der beschriebenen Anordnung haftet der Uebelstand an, dafs, sobald die Abdichtung des Thermometers ungenügend oder gar das Thermometer zertrümmert wird, die Heizungsanlage ausser Betrieb gesetzt, bzw. das Wasser derselben abgelassen werden mufs.

Theuere Erfahrungen veranlafsten mich, Ende 1868 die Thermometerfassung nach Fig. 227 zu ändern.

Auf die Rohrwandung ist die Flansche des einem Hahngehäufes ähnlichen Körpers *B* geschraubt. Die Thermometerfassung *E*, deren unterer Theil hahnkückenartig gestaltet ist, paßt genau in *B* und wird mittels der Kappe *F* niedergehalten. Die Abdichtung erfolgt ebenfalls durch einen Gummiring *c*; dieser wird aber von zwei halben, sich dicht an den Thermometerhals legenden Bogenplatten *a* getragen, hat also eine weit sicherere Lage, als bei der älteren Einrichtung. So fern nun eine Beschädigung der genannten Dichtung oder des Thermometers *C* eintritt, kann, durch Umdrehen der Fassung *E* mittels des Handgriffes *G*, der bisherige Zuflufs des Wassers zur Thermometerkugel abgesperrt, die Ausbesserung des entstandenen Schadens in aller Ruhe vorgenommen und hierauf, durch Zurückdrehen der Fassung, der gezeichnete Zustand wieder hergestellt werden.

236.  
Luftventile.

Dampfleitungen und Dampfheizöfen, deren Wandungen dünn oder doch gegen Drücke von aussen wenig Widerstand zu leisten vermögen, sind mit sog. Luftventilen (Fig. 228 und 229) auszurüsten, um den bei Verdichtung des Dampfes ent-

Fig. 228.

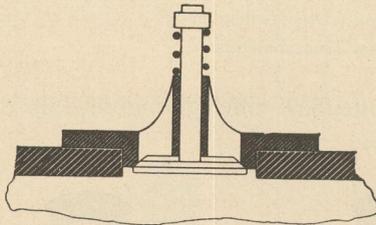
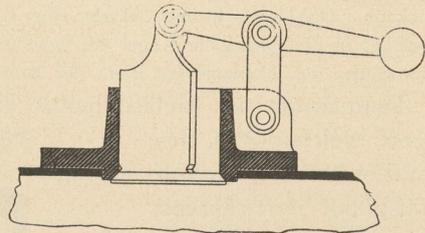


Fig. 229.



Luftventile.  $\frac{1}{8}$  n. Gr.

stehenden Ueberdruck der Atmosphäre auszugleichen. Das eine der Ventile wird mittels einer Schraubenfeder, das andere durch einen belasteten Hebel gegen seinen Sitz gedrückt. Da bei Anwendung derartiger Luftventile die Leitungen und Oefen sich bei jedesmaliger Ausserbetriebsetzung mit Luft füllen, so müssen die genannten Ventile auch zu rascher Entlüftung verwendet werden und sind deshalb meistens so angebracht, dafs sie leicht erreicht werden können.

237.  
Schutz  
gegen Wärme-  
verluste.

Die Berechnung der Leitungen für Wasserheizungen wurden unter der Voraussetzung gemacht, dafs Wärmeverluste nicht stattfänden; man mufs daher, um den tatsächlich eintretenden Wärmeverlusten Rechnung zu tragen, bei voller Beanspruchung der Anlagen die Anfangstemperaturen des Wassers höher werden lassen, als in der Rechnung angenommen wurde, und gleichzeitig die Rohrleitungen möglichst gegen Wärmeverluste schützen. Bei Berechnung des Widerstandes der Dampfleitungen wurde auf den ausserordentlichen Einflufs der Wärmeverluste derselben, bzw. auf den hohen Werth einer guten Bekleidung der Rohre besonders hingewiesen.

Die Forderungen, welche man an eine solche Bekleidung stellen mufs, lassen sich wie folgt zusammen fassen:

- $\alpha$ ) sie soll die Wärme möglichst schlecht leiten;
- $\beta$ ) sie soll den vorkommenden Temperaturen widerstehen;
- $\gamma$ ) sie soll elastisch sein, um in Folge der Dehnungen der Rohre nicht beschädigt zu werden;

δ) sie soll endlich, wenigstens in vielen Fällen, ein gefälliges Aeufere haben.

Die erste Bedingung wird offenbar von allen lockeren Körpern erfüllt, in welchen viele kleine Lufträume sich befinden, so daß der Luftinhalt als ruhend zu betrachten ist.

Vermöge der zweiten Bedingung werden pflanzliche und thierische Stoffe zur unmittelbaren Berührung vieler Leitungen unbrauchbar.

Die dritte Bedingung dagegen macht die Verwendung der erwähnten Stoffe höchst wünschenswerth.

Warmwasser-Heizungsrohre bekleidet man mit Stroh, Woll-, Baumwoll- und Seiden-Abfällen, Kuh- und Kälberhaaren oder von diesen gefertigtem groben Filz, Korkplatten etc. und bedeckt das Kleid mit Bretterkasten, fahndaubenartig zusammengefügt Latten, schraubenförmigen Seilwindungen, Geweben etc., oder verwendet das weiter unten genannte Bekleidungsmittel. Sollen die vorhin genannten Stoffe zur Einhüllung der Dampfrohre dienen, so ist es zweckmäsig, letztere zunächst mit Lehm zu überziehen, dem Häckfel, Kälberhaare oder Aehnliches zugesetzt ist.

Die sog. Schlackenwolle verträgt alle vorkommenden Temperaturen; sie ist jedoch für die Rohrbekleidungen weniger beliebt, weil sie meistens einer nochmaligen Hülle zu eigenem Schutz bedarf und weil dieselbe zuweilen in wenig befriedigender Haltbarkeit geliefert worden ist.

Unter den mineralischen Umhüllungsmitteln scheint die Infusorienerde (Kieselgur), welche mit einem passenden Bindemittel angemacht ist, allen übrigen weit voranzustehen. Die vorwiegend aus Kieselgur hergestellte Umhüllungsmasse vermag in Bezug auf geringe Wärmeleitungsfähigkeit, bequeme Anwendbarkeit und Billigkeit den übrigen Bekleidungsmitteln mindestens die Wage zu halten. Wenn der Ueberzug mit Sorgfalt ausgeführt und nachträglich mit einem geeigneten Oelfarbanstrich versehen wird, so läßt der Ueberzug auch in Bezug auf gefälliges Aussehen nichts zu wünschen übrig.

Weitere Erörterungen über die Rohrhüllen dürften hier überflüssig sein, da einerseits das beste Recept noch nicht bekannt ist, andererseits Angebote verschiedener Verfertiger solcher »Wärmeschutzmassen« nicht fehlen. In Art. 72, S. 66 sind einige Angaben über die Wärmeleitung einiger Rohrbekleidungen zu finden.

#### d) Schieber, Hähne, Ventile etc.

Eben so, wie bei den Luftleitungen, müssen bei den Wasser- und Dampfleitungen regulirbare, die Bewegung hindernde Einrichtungen angebracht sein. Es werden hierzu die auch für andere Zwecke gebräuchlichen Schieber, Drosselklappen, Hähne und Ventile verwendet, deren Beschreibung nicht an diesen Ort gehört.

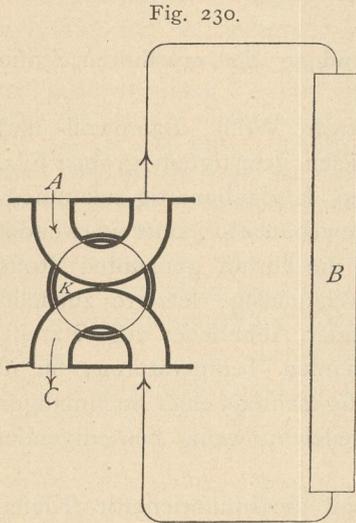
Einige, den vorliegenden Leitungen eigenthümliche derartige Einrichtungen sollen jedoch kurz beschrieben werden.

Hierher gehören zunächst die sog. Wechselhähne. Die Versorgung der Wasseröfen *A*, *B* und *C* in Fig. 191, rechte Seite (S. 179), erfordert, daß man zuweilen das Wasser durch den Wärme abgebenden Körper, zuweilen an ihm vorbei leitet. Auch die Dampfheizungen, namentlich solche, welche mit Seitens einer Dampfmaschine bereits benutztem Dampf gespeist werden, erfordern ähnliche Wechselhähne, um den Dampf nach Bedarf durch die eine oder andere Leitung strömen zu lassen. Man kann das Geforderte durch Einzelhähne oder mehrere Ventile ge-

wöhnlicher Einrichtung erreichen; offenbar wird es jedoch angenehmer sein, wenn man mit Hilfe eines Apparates, durch Stellung eines Ventiles oder Hahnes dasselbe erreichen kann.

Es finden zu dem Ende ähnliche Anordnungen Verwendung, wie (in Art. 213, S. 173) für Luftleitungen besprochen wurden; dieselben sind in ihren Theilen natürlich so auszubilden, wie die hier vorliegenden Flüssigkeiten erfordern.

Einen Wechselhahn nach *Wiman-Klein*<sup>84)</sup> giebt Fig. 230 wieder.



Wechselhahn von *Wiman-Klein*.

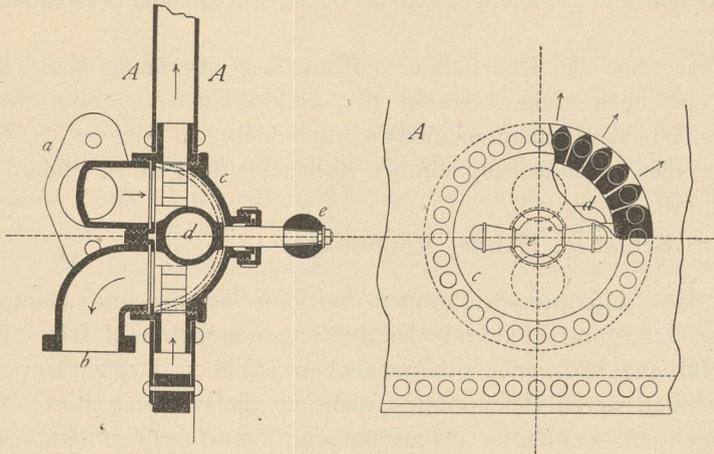
Die Aufgabe verlangt, daß die in Frage kommende Flüssigkeit entweder von *A* aus den Wärme abgebenden Körper *B* durchfließen und bei *C* abfließen, oder dieselbe auf kürzestem Wege von *A* nach *C* gelangen soll. Zu dem Ende ist das Hahnkücken *K* mit zwei bogenförmigen Canälen versehen, die, je nach der Stellung des Kükens, die Verlängerung von je zwei der vier Ansatzrohre des Hahngehäufes bilden. Bei 45 Grad Verdrehung des Hahnkükens (gegen die gezeichnete Stellung) sind sämtliche Wege geschlossen.

Will man die Flüssigkeit theils durch den Wärme abgebenden Körper, theils auf kürzestem Wege durch den Hahn leiten, so erhält das Kücken *K* die Gestalt einer Platte.

Einen von mir für Warmwasser-Heizungen verwendeten Wechselhahn veranschaulicht Fig. 231 in einem lothrechten Querschnitt, einer theilweisen Vorderansicht und einem zu dieser parallel liegenden Schnitt.

*A* bezeichnet den Wafferofen, welcher aus Blechplatten, zwischen deren Ränder Flacheifen genietet sind, verfertigt ist. Zwischen diesen Blechwänden, nahe dem unteren Ofenrande, ist der Wechselhahn ein-

Fig. 231.



Wechselhahn von *Hermann Fischer*.  $\frac{1}{5}$  n. Gr.

genietet. Derselbe besteht aus den hinter dem Ofen liegenden Mündungsstücken *a* und *b*, dem eigentlichen Hahnkörper, dessen Deckel *c*, und dem U-förmig gebogenen Rohr *d*, an welchem der Griff *e* befestigt ist. Der eigentliche Hahnkörper ist ringsum mit Oeffnungen versehen (die in der Figur etwas zu eng gezeichnet sind), so daß sein Inneres mit dem Ofeninneren in freier Verbindung steht. In der ausgezogenen Stellung des Rohres *d* fließt das durch *a* eintretende Wasser durch den Hahnkörper nach oben, während das

im unteren Theile des Ofens befindliche kältere Wasser, die untere Hälfte des Hahnkörpers durchfließend, durch *b* in das Rücklaufrohr gelangt. Da das Rohr *d* in der vorliegenden Stellung den Hohlraum des Hahnkörpers in eine obere und eine untere Hälfte zerlegt, so ist das Wasser gezwungen, zunächst in das Ofeninnere zu treten, bevor dasselbe in das Rücklaufrohr gelangen kann. Dreht man das Rohr *d* mit Hilfe des Griffes *e* um 90 Grad, so vermittelt dasselbe einen kurzen Weg zwischen dem Einströmungsstutzen *a* und dem Rücklaufrohr *b* und verhindert das Wasser zugleich, in das Ofeninnere zu treten. Jede Zwischen-

<sup>84)</sup> Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 679; 1872, S. 745.