

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 niederzuführen hat, eine Störung des Wasserumlaufes eintreten, welche die Ergebnisse der Rechnung in höherem oder geringerem Maße 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 oben 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.

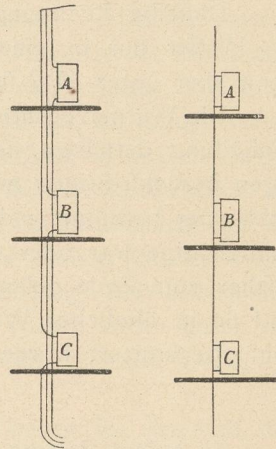


Fig. 192.

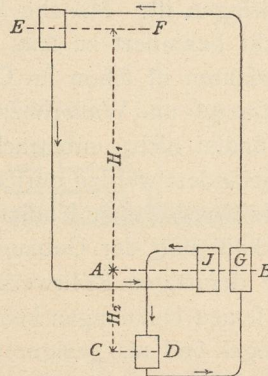
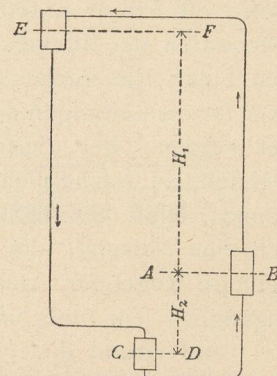


Fig. 193.



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.

Schlitze an, welche unverdeckt bleiben, mit Gittern verschlossen werden oder einen dichten Abchluss finden. Wegen der nothwendigen Zukömmlichkeit muß die Bedeckung der Schlitze 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.

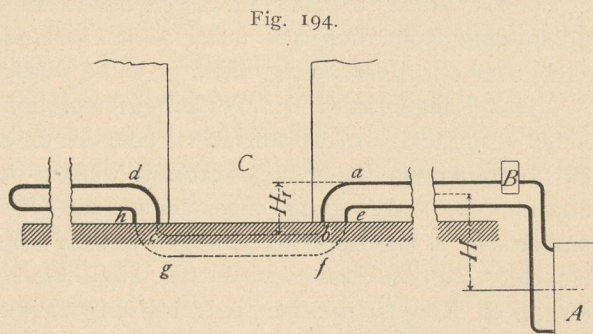
Endlich benutzt man besondere Räume für die Rohrleitungen. Die Decken der Gänge, welche großen Räumen entlang führen, werden oft aus Schönheitsrückfichten tiefer gelegt, als diejenigen der benachbarten Zimmer. Alsdann entsteht zwischen einer solchen Decke und dem höher gelegenen Fußboden ein Hohlraum, 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;

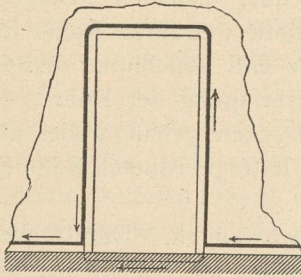
von dem oberen Ende des Heizkessels fließt das Wasser längs der Wände des Raumes, sinkt dann in eine zweite, unter der ersten liegende Leitung und gelangt endlich in den untersten Theil des Kessels zurück. Das zur Berechnung des Auftriebes dienende H wird, wenn man (vergl. S. 106) die einfachere Rechnung 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.

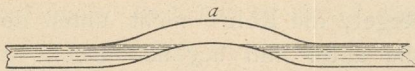


Würde eine Dampfleitung in ähnlicher Weise angeordnet, so würde das durchgebogene Rohr sich mit dem durch Verdichtung des Dampfes entstehenden Wasser anfüllen und den Querschnitt des Rohres verstopfen oder doch dem Dampf einen Stöße herbeiführenden Widerstand

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 Luftfacke 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 schwerer, die Luft aber gar nicht gegen die Bewegungsrichtung des Dampfes zu strömen vermag.

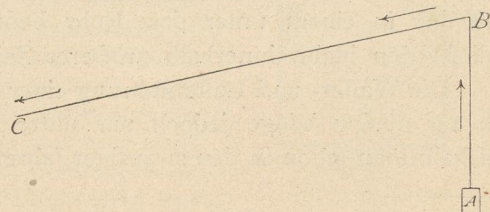
Aus allen diesen Gründen geht die unbedingte Forderung hervor, Wasser, Luft und Dampf stets in derselben Richtung strömen zu lassen, d. h. die gesammte Leitung so anzuordnen, daß sie von einem höchsten Punkte ab stetig nach unten sinkt. Da der Dampferzeuger, wenigstens in der Regel, auf die Erde oder 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.



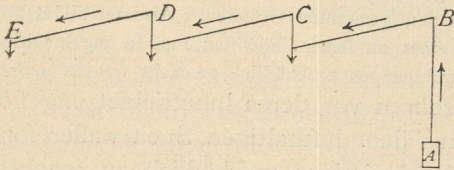
aus, stetig fallend, nach den Orten gelangen, an welchen er gebraucht wird, in den Wärme abgebenden Körper ferner fallen, bis zu unterst Wasser und Luft gemeinschaftlich abfließen.

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 ⁷⁸⁾.

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-

⁷⁸⁾ 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 Abflusöffnung 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.

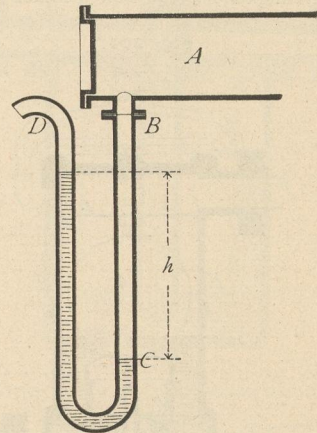
1) Selbstleerer, welche die andere Dichte der Gefäßfüllung benutzen. Die älteste hierher gehörige Einrichtung dürfte die durch Fig. 199 verfinnllichte sein.

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.

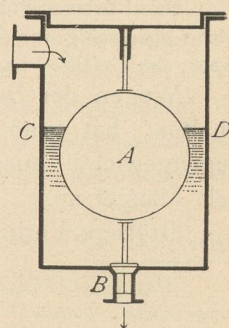
Am Boden des Sammelgefäßes befindet sich ein Ventil *B*, dessen Kegel an der leichten Hohlkugel *A* hängt. *A* schwimmt im Wasser; sobald der Wasserspiegel *CD* genügend hoch gestiegen ist, so wird durch den Auftrieb der Kugel *A* der Ventilkegel gehoben, also dem Wasser eine Abflusöffnung frei gelegt. 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.

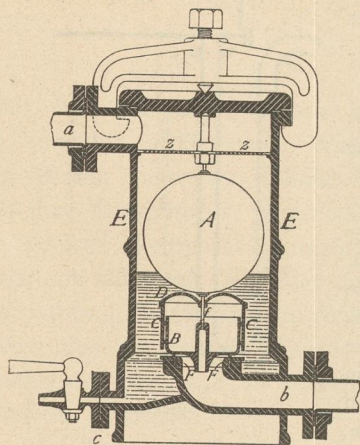
das Wassergewicht, welches ihren Raum einnehmen würde, ist etwa 4 kg; folglich ist der nutzbare Auftrieb 2 kg. Würde der Dampfüberdruck 10 000 kg für 1 qm betragen, so dürfte der äußere Durchmesser des Ventilkegels etwa 16 mm betragen dürfen, so daß der innere Durchmesser desselben oder derjenige des 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 angewendet⁷⁹⁾ 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. her⁸⁰⁾; 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 Vermittlung dieser der Hohlraum über *B* mehr und mehr mit Wasser gefüllt, der Druckunterschied zwischen dem genannten Hohlraum

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^{79 u. 81)}. Jedoch haften derartigen Anordnungen viele Mängel an.

Größere Verbreitung haben diejenigen Selbstleerer gefunden, welche nur dann

⁷⁹⁾ 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.

⁸⁰⁾ *Polyt. Journ.*, Bd. 225, S. 24.

⁸¹⁾ 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.

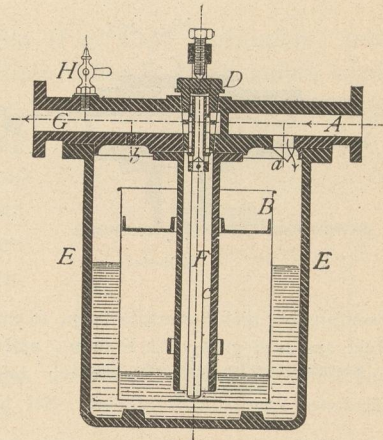
Der Ueberdruck des Dampfes wirkt auf das Doppelfitzventil *D*; dessen Eigengewicht, so wie das Gewicht der Stange *F* müssen zusammen genommen grösser sein, als der Dampfüberdruck, der die Ringfläche zwischen dem kleinsten Durchmesser des kleinen und dem grössten Durchmesser des grösseren Ventiles trifft. 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 ⁷⁹ u. ⁸²).

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.

⁸²) 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.

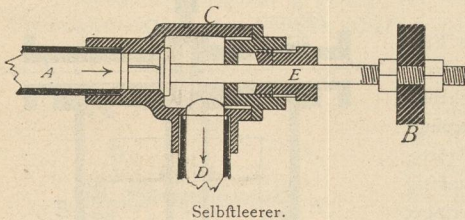
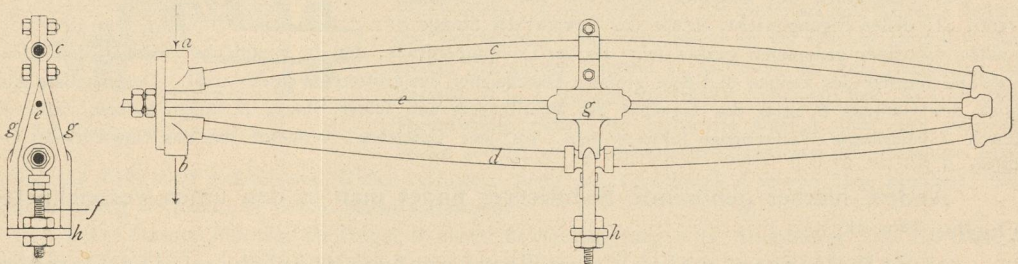


Fig. 204.



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 Ventilsitz, 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