



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

C. Die Dampfheizung.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96800](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96800)

Ofen zurückkehre. — Die Initialtemperatur des Wassers (150° C.) entspricht dabei dem Nullpunkt der oberen Reihe.

Diese erste Zahlenreihe repräsentiert das in Intervallen von 10 m fortschreitende Transmissionsrohr. Jeder Meter desselben transmittiert — bezogen auf den mittleren Koeffizienten des Systems — 100 W.-Einh. und demnach jeder Längenintervall 1000 W.-Einh.

Die zweite Zahlenreihe der Tabelle giebt die gleichwertige Rohrlänge, welche der wirklichen Wärmeabgabe des zugehörigen Längenintervalles entspricht.

Danach transmittieren:

im 1. Intervall 6,5 m Rohr = 1000 W.-Einh.,

" 2. " 6,9 " = 1000 " u. f. w.

Die dritte Zahlenreihe endlich enthält die in sämtlichen Intervallen zur Erzielung von 100 W.-Einh. nötige Rohrlänge.

Tabelle der Rohrtransmission für Heißwasser-Mitteldrucksysteme (nach Bacon).

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
0	6,5	13,4	20,7	28,4	36,5	45,1	54,2	63,8	74,0	84,8	96,2	108,3	121,2	135,1	
	0,65	0,69	0,73	0,77	0,81	0,86	0,91	0,96	1,02	1,08	1,14	1,21	1,29	1,39	1,52

Die Ziffern der 3. Zahlenreihe werden erhalten, indem man die darüber stehenden benachbarten Zahlen subtrahiert und ihre Differenz durch 10 dividiert, also (13,4—6,5) : 10 = 0,69 u. f. f.

Bestimmung der Fenstereschlangen. Nachdem der Rohrbedarf der Räume durch Rechnung ermittelt ist, hat der Heizingenieur die gefundenen Rohrlängen in angemessener Weise an den Fronten und sonst geeigneten Zimmerwänden unterzubringen. Nur selten genügt dazu die Länge der beiden geraden Fußbodenrohre, es sei denn, daß der Wärmebedarf (wie in Zimmer Nr. 5 des vorhergehenden Beispiels) gering ist und das Rohr mit hoher Temperatur eintreten kann. In den sonstigen Fällen ist also die Anlage von Spirallöfen geboten und als einfachster, auch nicht Raum absorbierender Heizkörper die O-förmige Fenstereschlange in Gebrauch (Fig. 192). Ihre Länge ist allemal bedingt durch die Maße der Fensterbrüstung. Letztere haben in unserem Beispiel 1,30 m Länge bei 0,25 m Tiefe und werden dem entsprechend die Enden der Schlange mit einem Krümmungsradius von mindestens 5 cm gebogen. Die Außenlänge beträgt dann 0,83 bis 1,00 m und die Abwicklung eines Ringes, bei 0,83 bis 1,00 m Länge der geraden Stücke, 2,2 bis 2,5 m. Ein genügender Spielraum für die Luftcirculation soll an allen Seiten verbleiben und vom hölzernen Fensterpaneel bleibt man 4 bis 5 cm entfernt.

Der Höhe nach werden die Schlangen in 5 bis 10 Ringen gewunden. In unserem Beispiel enthalten die größten Spiralen 30,76 m, die kleinsten 8,79 m Rohrlänge, in allen Fällen aber müssen die beiden Fußbodenrundrohre und die Spirale zusammen mindestens den in Kolonne 6 der Tabelle eingetragenen Wert erreichen. Besser ist es, einige Prozent Zuschlag, mit Rücksicht auf die ungünstigere Transmission der Schlangenhöhre, zu geben, denn die am untersten Rohre vorgewärmte Luft tritt schon mit höherer Temperatur an alle oberen Rohre, was bei geraden Fußbodenröhren nicht der Fall ist.¹⁾

Ann. C. Schinz hat daher als vorteilhaft für Circulations-Fensterspiralen die Anlage von ∞ -förmigen parallelen Flachschlangen

1) Daß auch die Circulation in den vier Wertekreiswindungen jedes Ringes erheblich beeinträchtigt wird, ist durch Rechnung zu erweisen.

empfohlen.¹⁾ Da aber in den gewöhnlichen Brüstungen von 25 m Tiefe höchstens fünf derselben zu placieren sind, so können — selbst wenn deren Krümmungsdurchmesser 0,40 m beträgt — bei 1,3 m Nischenlänge und dem üblichen Spielraum nur 15 m Rohr in einer Brüstung untergebracht werden. Oder man ist gezwungen, die Risten ins Zimmer vortreten zu lassen, was in der That bei 1½ Stein starken Wänden vielfach geschieht; Flachschlangen von der Form, welche Fig. 191 darstellt, lassen sich in flachen Brüstungen ebenfalls doppelt und dreifach anbringen und enthält dann jede Schlange bei sechs Bindungen 9,5 m Rohr.

C. Die Dampfheizung.

§ 61.

Die in den vorhergehenden Paragraphen behandelte Centralheizmethode von Perkins beruht auf der Circulation eines Wärme tragenden Mediums, welches durch die unerschließenden Hüllen verhindert wird, seinen Aggregatzustand zu verändern, wobei die zugeführte Wärmemenge lediglich zur Erhöhung der Temperatur benutzt wird. Daß dabei die Kohäsion überwunden, also die Verteilung der Moleküle verändert, auch der von außen auf die Oberfläche ausgeübte Druck durch Ausdehnung des Körpers überwunden wird, ist aus der Wärmelehre bekannt.

Andere Verhältnisse treten ein, wo der Dampf als Träger der Wärme benutzt werden soll. Bei der Verdampfung eines flüssigen Körpers besteht die von der Wärme hervorbrachte Wirkung hauptsächlich in der Änderung des Aggregatzustandes: die ganze Wärme, welche der unter bestimmtem Druck siedenden Flüssigkeit zugeführt wird, kann nun zur Verdampfung verwendet werden, wobei die Temperatur des gebildeten Dampfes gleich derjenigen der Flüssigkeit ist und die Temperatur der letzteren unverändert bleibt.

Die Anzahl Wärmeeinheiten, welche nötig sind, um 1 kg einer Flüssigkeit von 0° C. in ebensoviel gesättigten Dampf von T° zu verwandeln, nennt man die „totale

1) Dingler, Polyt. Journal, Jahrg. 1876, S. 101.

Verdampfungswärme“; dieselbe ist von Regnault für eine Anzahl von Flüssigkeiten bestimmt worden. Für das Wasser ist sie ausgedrückt durch die empirische Formel:

$$C = 606,5 + 0,305 T \quad (1)$$

Wenn aber die Anfangstemperatur des Wassers nicht 0°, sondern + t° ist, so sind die zur Erwärmung von 0° auf t° erforderlich gewesenen Wärmeeinheiten in Abzug zu bringen. Diese Wärmemenge, welche 1 kg Wasser von 0° auf t° erhöht, ist gegeben durch die Reihe:

$$q = t + 0,00002 t^2 + 0,0000003 t^3 \quad (2)$$

Zur Verwandlung von 1 kg Wasser von 100° in gesättigten Dampf von 100° sind also erforderlich:

$$C_1 = 637 - 100,5 = 536,5 \text{ W.-Einh.} \quad (3)$$

Die Anwendung des Dampfes zu Heizzwecken gründet sich nun auf die Fähigkeit des Wassers, beim Übergang in dampfförmigen Zustand die beträchtliche Menge von 536,5 W.-Einh. pro Kilogramm aufzunehmen, diese, in Röhren eingeschlossen, auf große Entfernungen zu übertragen und in den tropfbar flüssigen Zustand zurückzuführen, sobald der Dampf mit kalten Oberflächen in Berührung kommt.

Bei dem Vorgange der Kondensation des Dampfes wird dann der verlangte Bruchteil der in ihm enthaltenen Wärme frei und teilt sich dem Raume mit, in dem die Kondensation vor sich geht. Zu jeder Dampfheizungsanlage sind daher zunächst erforderlich:

- a) ein Kessel, in dem man eine geeignete Menge Wasser verdampfen läßt;
- b) Verteilungsröhren, welche den Dampf an die verschiedenen Lokale abzugeben haben;
- c) Kondensationsgefäße, in denen der Dampf seine Wärme absetzt und dabei sich kondensiert;
- d) Rückflurröhren, welche den überschüssigen Dampf und das Kondensationswasser abführen.

Hierbei kann der Dampf entweder einem schon anderweitig im Gebäude vorhandenen Dampfkessel entnommen werden oder es wird ein eigener Kessel für die Heizung installiert, der dann gewöhnlich mit Niederdruck arbeitet.

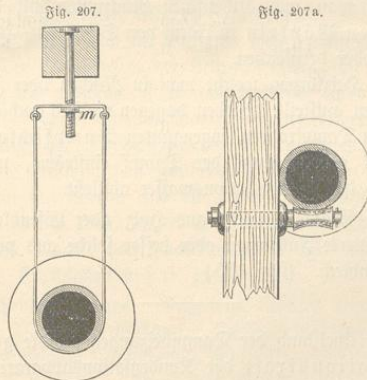
Geschichtliches.

Der Gedanke, durch Schlangentröhren, deren Wärmerecipient im Keller desselben angebracht ist, ein ganzes Gebäude zu erwärmen, rührt von dem Kolonel W. Coother (1745). Zur praktischen Anwendung gelangte diese Idee jedoch erst durch James Watt, der im Jahre 1784 den abgehenden Dampf der Maschine zum Heizen seiner Bureaux benutzte. Sein Associé Boulton verwendete den Dampf zur Erwärmung von Bädern und später in größerem Maßstabe auch zur Heizung von Werkstätten

und Seidenpinnereien. — Das erste Patent auf Benutzung des Dampfes zur Heizung eines mehretagigen Gebäudes nahm John Hoyle 1791. Nach jener Zeit erst gewann die Anwendung des Dampfes im großen Maßstabe bedeutend an Platz, namentlich in solchen Fällen, wo der Dampfgenerator bereits anderweitig bestand, der Raum zur Aufstellung von Öfen beschränkt war oder sonstige ökonomische Rücksichten in Betracht kamen.

In den letzten Decennien hat die Dampfheizung eine sehr bedeutende Vervollkommnung und demzufolge auch häufigere Anwendung erfahren, nachdem die bisherigen Bedenken gegen dieselbe durch vorgeschrittene technische Ausbildung der Apparate beseitigt sind. — In gleichem Maße hat sich die Furcht vor Dampfkesseln verringert und die Aufstellung von Röhrenkesseln¹⁾ für Hochdruckdampf ist gesetzlich auch in und unter bewohnten Räumen gestattet, sofern die Kesselröhren gewisse Dimensionen nicht überschreiten.

Als Kondensationsapparate verwendete man anfänglich nur Röhren von Gußeisen, deren Durchmesser gewöhnlich nicht unter 6 bis 7 cm und selten über 20 cm betrug. Sie wurden, namentlich in Fabriken, mittels einfacher Drahtseile oder Eisenbänder (Fig. 207) an der Decke



aufgehängt. Wo hölzerne Säulen vorhanden waren, legte man die Röhren auf drehbare Rollen (Fig. 207^a), und wo sie an den Umfassungswänden umhergeführt werden mußten, wurden sie auf eingemauerte Konsole von Stein oder Eisen gelagert.

Aber diese Methode der Anbringung von Heizröhren nahe der Decke war rücksichtlich der Erwärmung der Lokale durchaus unzweckmäßig zu nennen, da den im Fabrikssaal

1) Diese Kessel wurden im Anfang der 40er Jahre durch Dr. Ernst Alban konstruiert, ohne gehörige Anerkennung zu finden. Später sind sie durch Root und Belville in Deutschland eingeführt und mannigfach modifiziert worden. Auch der Heine'sche Patent-Wasserrohrkessel für Dampfbetrieb gehört hierher.

beschäftigten Personen die Erwärmung der oberen Luftschichten kaum zu statten kam. In architektonisch ausgestatteten Räumen legt man jetzt vielfach die Kondensationsrohre in gemauerte Kanäle unterhalb des Fußbodens, die mit durchbrochenen, gußeisernen Platten abgedeckt werden, welche das „Austreten der Wärme“ gestatten. Solche Anordnungen wurden bereits in § 47 (Kanalheizung) besprochen.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß die Anlage von Heizrohren im Fußboden im allgemeinen feuerfichere, also gewölbte, Deckenkonstruktionen zur Voraussetzung hat und daß das Eindringen von Staub und sonstigen Verunreinigungen in die Kanäle mancherlei Unzuträglichkeiten hervorruft.

Um der Längenausdehnung der Rohre Rechnung zu tragen, legt man dieselben auf Walzen von Glas oder Gußeisen; man giebt ihnen auch eine geringe Neigung, um das Abfließen des Kondensationswassers zu erleichtern.

In öffentlichen Gebäuden und in Wohnräumen verwendet man gußeiserne Kondensationsgefäße von parallelpipedischer oder cylindrischer Form, sogenannte „Register“, welche zur Vergrößerung der Heizfläche mit vertikalen Strahlungsrippen versehen sind. — Diese einfachen Gefäße umkleidet man aus ästhetischen Rücksichten mit durchbrochenen Mänteln in Form von Schränken, Stagären, Säulen oder dergleichen.

Die Heizkörper, welche man in Nischen oder Fensterbrüstungen aufstellt, bestehen dagegen vielfach auch aus gewundenen Dampfrohren, sogenannten Dampfschlangen, an deren oberem Ende der Dampf eintrömt, während unterhalb das Kondensationswasser abfließt.

Der Mantel besteht aus Holz oder Eisenblech und hat vergitterte Füllungen oder besser solche aus perforiertem Eisenblech. (Fig. 195.)

Ein Übelstand der Dampfheizungen ist die geringe Reservationskraft der Kondensationsapparate, denn sobald die Register abgesperrt sind, erkalten sie, und es ist keine andere Wärme als die in den Wänden reservierte im Lokale vorhanden.

Für Versammlungssäle, Auditorien u. s. w., in denen sich zuweilen viele Menschen gleichzeitig aufhalten oder wo eine starke Abendbeleuchtung stattfindet, ist dieser Mangel an Reservationsvermögen ebenso häufig ein besonderer Vorteil, der sogar zur Wahl dieser Heizmethode Veranlassung geben kann. Um aber doch für einzelne Räume des Gebäudes Wärme reservieren zu können (unter Beibehaltung derselben Art von Wärmerecipienten), hat man Heizkörper konstruiert, in welchen sich Wasser befindet, das durch zuströmenden Dampf bis auf 100° erwärmt

wird. Jede derartige Kombination heißt **Dampfwasserheizung**.

Dieses kombinirte System verbindet die Vorteile der Wasserheizung (starke Reservationskraft) mit demjenigen der Dampfheizung (schnelle Erwärmung), denn das Wasser nimmt sofort die Temperatur des zuströmenden Dampfes an, und wenn der Dampf zutritt, bleibt im Transmissionsgefäß die Wärme reserviert. Diese Anordnung wurde zuerst von den Brüdern Henry und Charles Price in Bristol um 1829 ausgeführt und von Grouvelle später für die Männerabteilung des Hospitals Lariboisière in Paris zur Anwendung gebracht, wo sie seit 1854 mit Erfolg in Gebrauch ist.

Die von der Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur nach ihrem erprobten System ausgeführten Dampfwasserheizungen erfreuen sich wegen ihrer Vortrefflichkeit großer Beliebtheit; dieselben haben sich durch eine Reihe von Ausführungen verschiedener Größe bewährt, so am Zürcher Polytechnikum seit 1867. Auch diese Heizmethode wird im Anschlusse an die reine Dampfheizung im nachstehenden zu besprechen sein.

Fragen wir nach den wesentlichsten Vorzügen der Dampfheizung, so bestehen sie:

1) in der großen Geschwindigkeit und Leichtigkeit, mit welcher der Dampf auf weite Entfernungen geführt werden kann;

2) in der beliebigen Ausdehnung des Heizsystems, so daß ganze Gebäudekomplexe von einer einzigen Centralstelle aus geheizt werden können;¹⁾

3) in dem geringen Durchmesser der Röhren; endlich

4) in der Leichtigkeit, mittels angebrachter Ventile die Temperatur eines gegebenen Raumes in kürzester Zeit zu erhöhen oder zu mäßigen, wobei freilich die richtige Abmessung der Transmissionsflächen Bedingung bleibt.

Daß jede Gefahr ausgeschlossen ist, mag nebenher erwähnt werden, da die Temperatur des Dampfes bei $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Überdruck höchstens 112° C. erreicht.

Bestimmung der einzelnen Teile einer Dampfheizung. § 62.

1) **Dampfkessel.** Als Dampferzeuger für Heizzwecke werden die nämlichen Kessel wie für industrielle Anlagen verwendet. Da aber der Betrieb während des Tages erheblich schwankt, so verwendet man Kessel, die in kurzer

¹⁾ Die Spannung des Dampfes ermöglicht eine leichte und schnelle Bewegung auf weite Entfernungen, daher eignet sich die Dampfheizung für Distrikt- oder Städteheizungen. In der Stadt Lockport im Staate New-York wurden schon während des Winters 1878 gegen 200 Häuser nach dem Central-Dampfheizsystem von Mr. Birdsell Holly von einer Centralstelle aus geheizt. Ähnliche Versuche wurden in New-York und Buffalo vorgenommen.

Zeit eine bedeutende Dampfmenge abgeben können, die sogenannten Großwasserraumkessel (Flammrohrkessel). Viel angewendet werden auch Röhrensicherheitskessel.

Hauptausrüstungsgegenstände jedes Kessels sind der Wasserstandsmesser, das Sicherheitsventil und das Manometer.

Nach der im dritten Kapitel vorausgeschickten Behandlung der Kesselfeuerungen kann eine eingehendere Besprechung an dieser Stelle füglich unterbleiben. Die Bestimmung der Kesseldimensionen findet der Leser in § 67 bei Berechnung der Dampfheizungen.

2) Die **Dampfleitung**. Die Disposition des Rohrsystemes ist derart zu treffen, daß das Hauptsteigrohr vom Kessel direkt nach dem Dachboden aufsteigt, daselbst den Dampf durch Zweigrohrleitungen verteilt und durch Vertikalstränge den Etagen und den daselbst aufgestellten Heizkörpern zuführt. Es fließt dann alles im Hauptrohre sich kondensierende oder aus dem Kessel mit fortgerissene Wasser an den Rohrwandungen zum Kessel zurück. Es ist aber auch Sorge zu tragen, daß das Kondenswasser der horizontalen Zweigleitungen vor dem Dampfe durch die Vertikalstränge abfließt, denn wenn sich dasselbe nicht so schnell wie der Dampf, oder womöglich in entgegengesetzter Richtung bewegt, dann wird es vom Dampfe mit fortgerissen und gegen die Rohrwandung geschleudert, wodurch das sogenannte „Knattern“ in der Rohrleitung hervorgerufen wird. Aus diesem Grunde ist überall für gutes Gefälle zu sorgen, damit das Kondenswasser schnell abfließen kann.

Ist die Verteilungsleitung so lang, daß das erforderliche Gefälle nicht erreicht wird, so ordnet man dieselbe in „Sägeform“ an, d. h. der Dampf wird eine Strecke mit Gefälle geführt und am tiefsten Punkt der Strecke ein „Wasserabscheider“ eingeschaltet, hinter welchem die Leitung wieder senkrecht ansteigt.

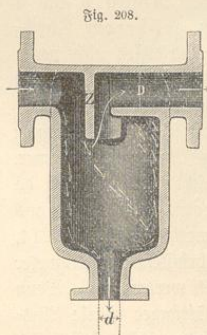
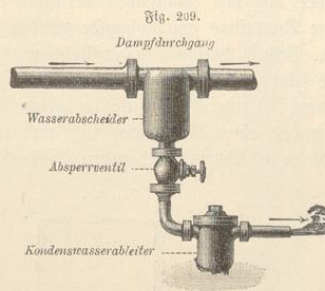


Fig. 208 stellt den Wasserabscheider von Bopp und Reuter dar. Die mit den Dampfe bei D einströmenden

Wasserteilchen schlagen an die segmentförmig gekrümmte Zunge Z, fließen daran abwärts und werden von hier an die Wandungen des Abscheiders geschleudert, an denen sie herunterrieseln und durch das Rohr d in die Kondensleitung gelangen. Der von Wasserteilchen befreite trockene Dampf geht sodann in der Pfeilrichtung bei D weiter.¹⁾

Fig. 209 stellt im Zusammenhange die Entwässerung einer Dampfleitung mittels eingeschaltetem Wasserabscheider, Absperrventil und Kondenswasser-Ableitung dar.



Als Material zur Rohrleitung empfiehlt sich Kupfer oder, wo der höhere Preis desselben in Betracht kommt, Schmiedeeisen, letzteres auch verzinkt. Geradlinige Leitungen fertigt man der Billigkeit wegen auch aus Gußeisen. Der Durchmesser der Leitungsröhren soll nicht zu eng sein, um unnötige Reibungswiderstände zu beseitigen, jedenfalls dem zu leitenden Dampfolumen entsprechen und den Abfluß des Kondensationswassers gestatten. Damit jedoch die Bildung von Kondenswasser auf ein geringes Maß beschränkt werde, sind alle Rohre, die nicht Wärme abgeben, gut zu umhüllen, d. h. entweder mit Strohseilen und einem Mantel von Haarlehmörtel oder mit Kieselguhrerde, Korkechalen u. s. w. zu bekleiden.

Rohrverbindungen. Gußeiserne Röhren erhalten gewöhnlich Flanschenverbindungen. Zwischen dieselben wird ein Ring von weichem Kupferdraht, der im Querschnitte zickzackförmig ist, eingelegt. Durch das Anziehen der Flanschen drückt sich der Kupferdraht zusammen und bringt die dauerhafteste Dichtung hervor; jedenfalls ist solche metallische Dichtung derjenigen mit Kitt erheblich vorzuziehen. — Schmiedeeiserne, gezogene Röhre erhalten bis zu 52 mm Durchmesser Muffenverbindung; zu stärkeren Röhren werden Flanschen oder Verbindungsmuffen angewendet, wie solche schon bei der Verbindung der Perkinsrohre auf Seite 141 besprochen und dargestellt sind. Diese Muffen haben rechts- und linksgängiges Gewinde, und das eine der beiden Rohr-

1) Einen Wasserabscheider einfacher Konstruktion hat der Ingenieur Käjerle konstruiert, derselbe ist abgebildet im Handbuch der Hygiene IV. Band, 2. Teil, S. 357.

enden ist kegelförmig zugeshärft oder, wie der technische Ausdruck es nennt, mit „Schweinsrücken“ versehen. Beim scharfen Anziehen der Verbindungsmuffe findet gegenseitige Verdrückung der Rohrenden statt.

Manche Konstrukteure versehen beide Rohrenden mit Zuschärfung und legen zwischen dieselben einen Ring von weichem Kupfer, in welchen sich die zugeshärften Enden eindrücken, wenn die Muffe angezogen wird.

Die Flanschen schmiedeeiserner Rohre werden entweder aufgelötet oder mit den Rohrenden vernietet oder verschweißt. Die Bundringe am Rohrende werden ebenfalls aufgeschweißt. Behufs Verbindung der Rohrenden legt man entweder lose Flanschen hinter die Bundringe (Fig. 210), oder man bedient sich einer Rohrschelle, welche sich hinter den Bundring des einen Rohrendes legt und mit ihrem Muttergewinde in das Gewinde des anderen Rohres eingreift.

Fig. 210.

Fig. 211.

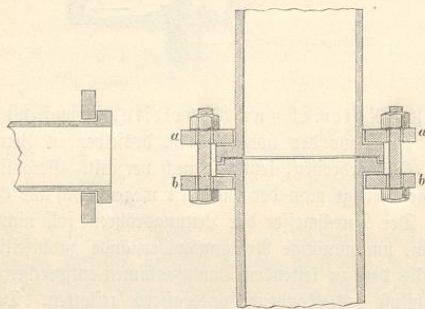


Fig. 211 zeigt eine Verbindung der mit Bundringen versehenen Rohrenden mittels „lose aufgeschobener“ Flanschen a und b, welche durch Schraubenbolzen zusammengezogen werden; in die Dichtungsfuge ist ein Ring von Kupferdraht eingelegt.

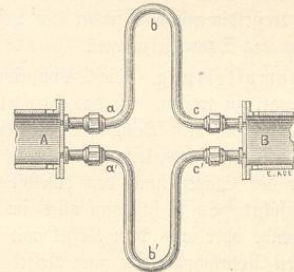
Wo Abzweigungen schmiedeeiserner Rohre erforderlich werden, da bedient man sich, wie bei der Heißwasserheizung, sogenannter T-Stücke oder T-Stücke. Geht die Leitung in veränderter Richtung weiter, so sind Bogenstücke erforderlich; ist dann der Krümmungshalbmesser nicht kleiner als der dreifache Rohrdurchmesser, so kann die Krümmung auch durch Biegen der Rohre hergestellt werden.

Die Abzweigungen der gußeisernen Rohre werden durch Stutzen oder besonders eingelegte T-Stücke gebildet. Falls die im Handel vorkommenden gußeisernen Bogenstücke für vorkommende Ablenkungen oder Krümmungen nicht ausreichen, werden dieselben eigens für den Bedarf gestaltet und gegossen.

Die Längenausdehnung der Rohrleitungen wird durch untergelegte Rollen erleichtert. Zu gleichem Zwecke ist es vorteilhaft, nur das eine Ende des Rohrstranges zu

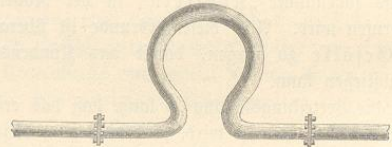
befestigen und das andere frei zu lassen. Geht dies nicht an, so muß — wenigstens bei längeren Strängen — eine Kompensationsvorrichtung eingeschaltet werden. Darunter versteht man Zwischenstücke von variabler Form, welche die zusammenstoßenden Rohrenden so verbinden, daß innerhalb geringer Grenzen eine Annäherung und Entfernung derselben möglich ist.

Fig. 212.



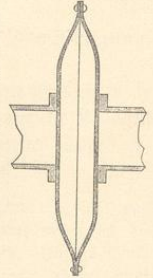
Einer der gebräuchlichsten Kompensatoren besteht aus zwei dünnen biegsamen Kupferröhren b und b' (Fig. 212), welche U-förmig zwischen die Rohrenden A und B eingesetzt sind und infolge ihrer Elastizität der Bewegung der Enden

Fig. 213.



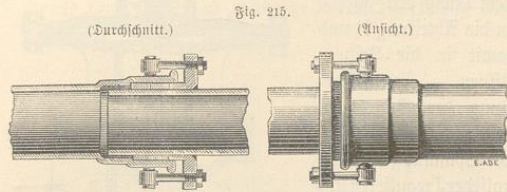
des Rohrstranges folgen. Das obere Rohr b dient für den Dampf, das untere b für das Kondensationswasser. Man kann indessen die Kompensationseinrichtung noch vereinfachen, wenn an Stelle der Röhren b und b' ein einziges gebogenes Rohr von größerem Durchmesser eingeschaltet und dieses nicht vertikal „stehend“, sondern horizontal liegend angeordnet wird, damit Dampf und Kondenswasser durch dasselbe fließen können (Fig. 213). Wo das Anbringen krümmender, biegsamer Rohre nicht angänglich ist, da verwendet man Kompensatoren aus biegsamen Platten nach Art der Fig. 214, welche in das Rohrsystem an geeigneter Stelle eingeschaltet werden. — Wenn die Länge des Stranges starke Ausdehnungen voraussehen läßt, lassen sich auch mehrere derartige tellerförmige Scheiben nebeneinander einfügen. Es ist allerdings auch bei dieser

Fig. 214.



Gattung von Kompensatoren die Möglichkeit gegeben, daß die nie ganz zu vermeidenden Schmutzablagerungen hier eine von der Dampfströmung nicht betroffene Stelle finden, wo sie sich verdichten und die Elastizität der biegsamen Platten behindern. Ist für Plattenkompensatoren Raum nicht vorhanden, so bedient man sich wohl auch einer Stopfbüchse mit eingeschaltetem Kupfer- oder Messingrohre.

Weite Leitungsröhren, bei denen Muffenverbindung zur Anwendung kommt, können leicht so verbunden werden, daß das biegsame Kompensationsstück fortfällt. Man läßt alsdann (vergl. Fig. 215) zwischen dem eingeschobenen Rohr-



ende und dem Grunde der Muffe einen Spielraum für die Ausdehnung. Die Dichtung der hinteren Muffenfuge geschieht mit in Talg getauchten Hanfzöpfen. Sorgsame Ingenieure legen an der Bewegungsstelle die schon erwähnten Messingbuchsen ein.

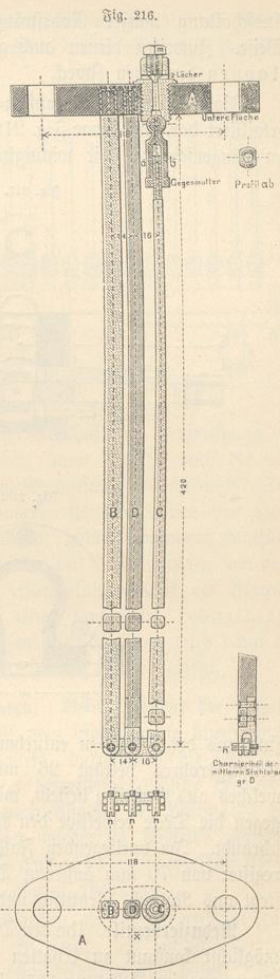
3) Als **Kondensationsgefäße** (Heizkörper) werden — wie bei der Wasserheizung — Rohrspiralen und Rippenheizkörper verwendet (vergl. Abbildung Seite 135 u. 147). Der Zutritt des Dampfes in die Heizkörper wird durch Ventile geregelt und die Mäßigung der Wärmeabgabe geschieht entweder durch beliebige Anstauung des Kondenswassers im Heizkörper, wobei die wirksame Heizfläche vermindert wird, oder durch Ummantelung des Heizkörpers (Fig. 236 u. 238).

4) **Luftähne, Luftschrauben, Luftventile** (reniflards).¹⁾ Bei Unterbrechung des Heizbetriebes muß Luft in die Kondensationsgefäße und die Verteilungsleitung eingelassen werden können und beim Anlassen des Dampfes muß diese Luft wieder vollständig entfernt werden. Denn es bildet sich, sobald der Dampf abgestellt ist, infolge Kondensation desselben überall da, wo früher Dampf war, ein luftverdünnter Raum und beim Wiederanlassen der Heizung würde nicht allein Dampf, sondern auch Wasser aus dem Kessel in die Leitung mit fortgerissen werden. Früher wurden derartige Luftähne durch den Heizer oder

1) Es ist sogar zur Entfernung der Luft aus den Heizkörpern eine besondere Rohrleitung vorgeschlagen worden, in welche die Luft sämtlicher Heizkörper münden soll. Ein Hahn im Kesselhaufe sollte zur Regulierung des Luftein- und -Austritts dienen.

durch die Zapfen des Zimmers reguliert, wobei Unregelmäßigkeiten unvermeidlich waren. Bei Ausführung großer Heizanlagen in mehreren Etagen und in weitgedehnten Räumlichkeiten ist deren Versorgung durch den Heizer unstatthaft; es finden dann die selbstthätigen Luftein- und -Auslassventile Anwendung. Ein derartiges Ventil (Fig. 216) besteht aus einem gußeisernen Flansch A, unter welchem zwei Metallstangen B und D von gleicher Länge befestigt sind. Am Ende der Stange B ist der Stützpunkt, am Ende von D der Arm eines Hebelchens befestigt. Der Hebelarm trägt eine dritte Stange C, an deren oberem Ende sich ein Ventil befindet, das im Ventilsitz, welcher in der erwähnten Platte A eingesetzt ist, Führung hat. — Die Stangen B und C sind aus zinkreichem Messing hergestellt, die Stange D besteht aus weichem

Stahl; die Scharnierbolzen N und das Kugelventil bestehen aus Rotguß. Wird nun Dampf in den Kondensationsapparat (Register) eingelassen, so verdrängt derselbe die Luft und diese bläst aus dem Ventil aus. Der Dampf dehnt aber gleichzeitig die Metallstangen aus, und zwar (wegen der ungleichen Ausdehnung beider Metalle) die Messingstange mehr als die Stahlstange: erstere drückt daher auf den Hebelarm, hebt das Ventil empor und schließt die Öffnung. Wird der Dampf aber abgeperrt, so erkalten die Stangen, das Ventil öffnet sich wieder und gestattet der Luft den Eintritt. Der Eintritt des Dampfes in die Heizkörper erfolgt durch Ventile, welche auch zur teilweisen oder vollständigen Ausschaltung benutzt werden können; die



Ausschaltung ganzer Rohrstränge geschieht in gleicher Weise. Zuweilen dienen auch gut gearbeitete Drosselklappen demselben Zweck.

Fig. 219 stellt ein Dampf- und Retourensloßventil detailliert dar, und zwar Fig. 218 im Querschnitt, Fig. 217 im Längenschnitt. Die wichtigsten Dimensionen desselben

Fig. 217.

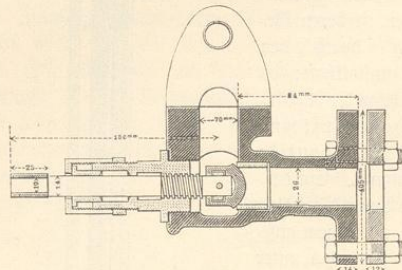
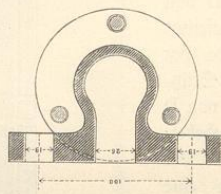


Fig. 218.



sind aus der Figur zu entnehmen; der Durchmesser des Leitungsrohres beträgt 26 mm. Das Ventilgehäuse, welches aus Gußeisen besteht, wird mit dem ovalen Flansch gegen die Decke respektive den Boden des Heizkörpers verschraubt. Im vorliegenden Falle ist derselbe ein Rippenregister von 70 mm äußerem Durchmesser. Das Ventil besteht aus Rotguß, Ventilsitz und Stoffbüchse aus Messing.

Reduzierventile. Um den Dampfdruck in den Leitungen möglichst konstant zu erhalten und von der wechselnden Spannung im Kessel unabhängig zu machen, wendet man Reduzierventile an. Dieselben wirken automatisch und lassen nur so viel Dampf in die Leitungen eintreten, als nötig ist, um die betreffende Dampfspannung zu erhalten. Da nun in den mit den Leitungen verbundenen Heizkörpern infolge Kondensation ein stetiger Dampfverbrauch eintritt, so nimmt die Spannung endlich ab und verschwindet, wenn zu wenig oder gar kein Dampf eingelassen wurde. Um nun in jedem Falle den Druck in den Leitungen ungemindert erhalten zu können, werden sogenannte „Reduzierventile“ angebracht. Ein solches Ventil stellt Fig. 219 dar. In der beistehenden Zeichnung befindet sich das Ventil bei CDEF im geschlossenen Zustande und ist doppelseitig. Der vom Kessel kommende Dampf strömt

bei A ein und der Raum B steht mit der Ableitung in Verbindung. Nimmt dann auf dieser Seite die Spannung durch Dampfverbrauch ab, so verringert sich gleichzeitig der Dampfdruck auf die Membrane HH, und es wird durch Gegendruck der Spiralfeder J die Membrane und somit der Kolben herabgedrückt, wobei sich die Ventile bei CD und EF gleichzeitig öffnen und dem Dampf den Zugang in die Abteilung B und somit in die Leitung öffnen. — Durch Drehung der Schraubenspindel K läßt sich auch die Spannung der Spiralfeder J regulieren und dadurch die Dampfspannung erzielen, die in der Leitung seitlich von B vorschrittsmäßig stattfinden soll. Ist dann die Spirale J auf die richtige Dampfspannung eingestellt, so vermittelt das selbstthätige Ventil die Reduktion des Dampfdruckes in der Leitung und man pflegt dann zu sagen: es werde mit „reduziertem Dampf“ gearbeitet.

Fig. 219.

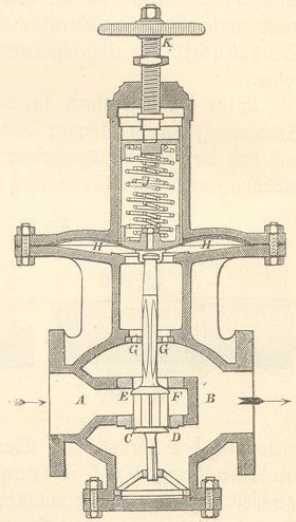
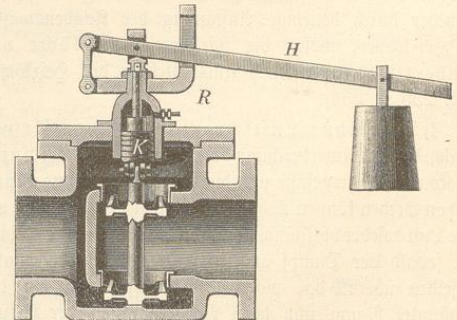


Fig. 219 a.

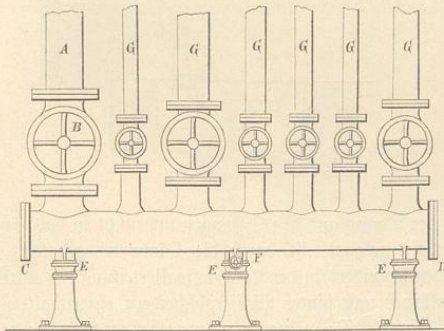


Bei dem in Fig. 219^a dargestellten Dampfdruckreduzierventil erfolgt die Regulierung des Einstromungsquerschnittes durch den Kolben K. Auf diesen wirkt von unten der verminderte Dampfdruck, von oben ist derselbe durch ein am Hebel H wirkendes Gewicht belastet. Wird dann der Dampfdruck unter dem Kolben höher und so hoch, daß die Belastung des Hebels demselben nicht

mehr das Gleichgewicht halten kann, so hebt sich der Kolben und demzufolge auch das Doppelsitzventil und verengt den Einströmungsquerschnitt so lange, bis der eingestellte Dampfdruck wieder erreicht ist.

Der Dampfverteiler. Wie im Eingange dieses Kapitels bereits erwähnt wurde, führt das Hauptdampfrohr direkt zum Dachboden und wird dort mit Abzweigungen für die Fallrohre, an welche Heizkörper angeschlossen sind, versehen. Werden im Keller — wie dies häufig geschieht — in besonderen Heizkammern Register aufgestellt, die zur Erwärmung der Luft dienen, so führt auch zu diesen ein besonderes Dampfrohr mit seinen Abzweigungen. Zu diesem Zwecke führt man das Hauptrohr A (Fig. 220), einem

Fig. 220.



auf eisernen Unterfüßen stehenden Dampfhammer CD, dem sogenannten „Verteiler“, zu. Die Dampfzuführung wird durch das Ventil B im Hauptrohr A geregelt.

Vom Verteiler zweigen (vergl. Fig. 220) sechs Rohre GG von verschiedener Weite ab, deren jedes durch ein besonderes Ventil reguliert und abgesperrt werden kann. Das im Verteiler CD angesammelte Kondensationswasser wird nach Bedarf mittels des Hahnes F abgelassen und dann dem Reservoir der Speisepumpe zugeleitet. Es verdient Erwähnung, daß bei der hier dargestellten Anlage die Rohre G größere Durchmesser haben, weil sie nicht einzelne Heizkörper, sondern Gruppen von Kondensationsgefäßen versorgen müssen. Der in Fig. 220 dargestellte Verteiler wird daher auch Hauptverteiler genannt und jeder der sechs Abzweige GG wird einem Nebenverteiler zugeführt.

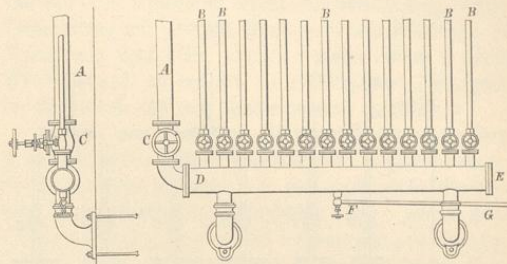
Ein solcher „Nebenverteiler“ ist in Fig. 221 u. 222 in Vorder- und Seitenansicht dargestellt. Der Abzweig A erhält ein Ventil C und mündet in den Verteiler DE, von dem 14 Rohre kleineren Durchmessers gespeist werden, die für dieselbe Anzahl von Heizkörpern den Dampf liefern.

Bruchmann, Bautechniklehre. IV. Vierte Auflage.

Das angesammelte Kondensationswasser wird ab und zu abgelassen und dem Reservoir der Speisepumpe zugeführt.

Fig. 221.

Fig. 222.



Wenn, wie Eingangs erwähnt, die Verzweigung auf dem Dachboden stattfindet, dann werden auch die vorbeschriebenen Verteiler im Dachgeschoß untergebracht. Soll dagegen für Fälle besonderen Wärmebedarfes den Heizkörpern Dampf von möglichst hoher Spannung zugeführt werden, so sind zwei Verteiler mit Abzweigungen von demselben Zuführungsrohr erforderlich, nämlich ein Verteiler für reduzierten und einer für nicht reduzierten Dampf. Durch angemessene Ventilstellung wird dann der eine oder der andere Verteiler in Betrieb gesetzt.

Kondensationskammer. Beim Betriebe der Dampfheizung zieht der Dampf vom Bodenraume durch irgend eines der Fallrohre abwärts, durchströmt die Ofen oder Register, welche mit dem betreffenden Rohre verbunden sind, und es fließt — nach Abgabe der Wärme — das verbliebene Kondenswasser wieder in dasjenige Fallrohr zurück. Dampf und Kondensationswasser fließen daher durch dasselbe Rohr abwärts.

Im Kellergeschoße münden alle diese vertikalen Fallrohre in Längsleitungen ein, welche das zur schnellen Beförderung des Abflusses erforderliche Gefälle haben. Diese Abflußrohre werden bei größeren Anlagen in eine Kondensationskammer geführt. Dasselbe gilt von den Kondensationskammer derjenigen Heizkörper, deren Speisung mit direktem Dampfe erfolgt, ein Fall, der bei Aufstellung von Dampfregistern im Kellergeschoß vorkommt.

Die einzelnen, der Kondensationskammer zugeführten Rohre werden hier abwärts gebogen und geben Wasser und Dampf an die Kondensationsstöpsel ab. Dieselben vermitteln den Abfluß des Wassers und die Zurückhaltung des Dampfes; ihre Einrichtung ist später zu besprechen.

Nachstehend ist die Einrichtung einer Kondensationskammer in Ansicht und Querschnitt dargestellt. Die Ansicht (Fig. 223) zeigt vier Zuleitungsrohre A, von denen

zwei gabelförmig abgezweigt sind. Die Hähne B B dienen zur Absperrung für den Fall, daß der Mechanismus eines Topfes rektifiziert werden müßte. Da die Kondensstöpsfe, wie erwähnt, nur heißes Wasser abzuführen haben, so er-

Es erübrigt nunmehr, nur die Konstruktion der vorher erwähnten Kondensations-Wasserableiter durch Zeichnung und Beschreibung zu erläutern. Der Zweck derselben, dem Wasser allein Abfluß zu gewähren und zu verhindern,

Fig. 223.

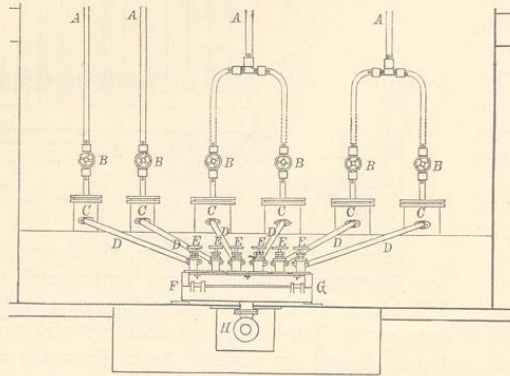
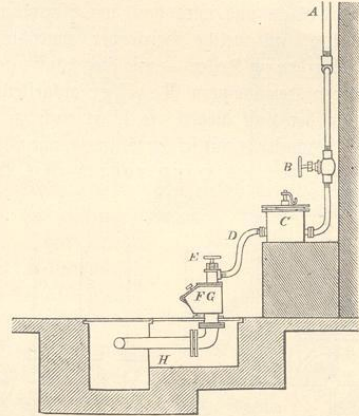


Fig. 224.

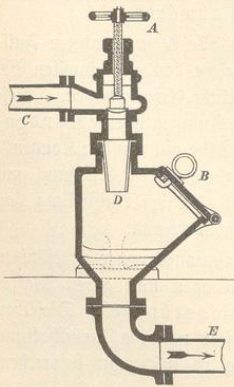


gießen die Rohre D D ebenfalls nur heißes Wasser in den Revisionskasten F G; von hier aus fließt das angesammelte Wasser nach dem Speisereservoir; der Revisionskasten kann durch eine Klappe geöffnet werden. Zeigt sich Dampf im Kasten, so gilt dies als Beweis, daß irgend ein Topf nicht richtig funktioniert, d. h. den Dampf nicht zurückhält. Durch probeweises Absperrern der einzelnen Ventile wird bald herausgefunden, welcher Kondensstopf Abhilfe bedarf.

daß der Dampf aus den Leitungen unbenutzt in das Speisereservoir gelangt, ist durch die Ökonomie geboten. Sie werden besonders in der Kondenswasserleitung der einzelnen Heizkörper und hinter Wasserabscheidern eingeschaltet.

Fig. 226 stellt einen automatischen Kondensstopf oder Selbstleerer dar, der von Schäffer & Budenberg in Magdeburg fabriziert wird. Derselbe besteht aus

Fig. 225.

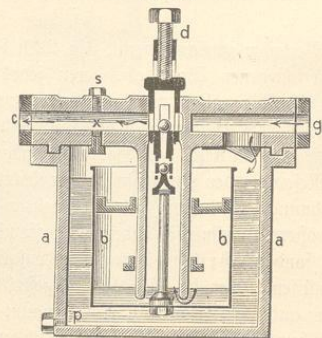


Die gabelförmige Abzweigung der beiden Stränge A A in der Kondensationskammer ist vorgesehen für den Fall, daß ein Topf für den berechneten Wasserzufluß nicht ausreicht.

Fig. 225 endlich giebt einen Durchschnitt des Revisionskastens F G im größeren Maßstabe. Jedes Zufuhrrohr C endet in eine Düse D, damit beim Öffnen des Deckels B leichter ersehen werden kann, aus welchem Topfe etwa auch Dampf abgegeben wird. Das im Kasten angesammelte

Kondenswasser fließt nunmehr nach dem Speisereservoir ab.

Fig. 226.



zwei Töpfen, einem äußeren a von Gußeisen der oben dicht verschraubt ist und einem inneren b aus Kupferblech, den Becherschwimmer oder Schwimmtopf, der oben offen ist. Der Deckel enthält die Ein- und Ausgangskanäle für das Kondenswasser und das senkrecht Steigerohr dient dem Schwimmtopfe als Führung. Die in den Deckel ein-

gefezten Ventile werden durch Bügel und Druckschraube d fixiert. Wenn nun bei g Dampf und Kondensationswasser eintreten, so sammelt sich letzteres im Außentopfe und der Schwimmtopf b wird gehoben und schließt das Ventil. Steigt das Wasser höher über den Rand des Schwimmtopfes, so stürzt es in diesen hinein, bringt ihn zum Sinken und dadurch öffnet sich das Ventil. Der im Topfe statthabende Dampfdruck treibt dann das Wasser aus dem Rohre durch das Ventil und (durch c) weiter nach der Cisterne. Dem Dampfe jedoch ist in allen Fällen der Austritt unmöglich, denn es bleibt immer so viel Wasser im Schwimmtopfe, daß die untere Mündung des Steigrohres abgeschlossen ist. Zur Entfernung der Luft ist bei x eine Bohrung angebracht; p ist eine Ablassschraube. Diese Kondensstöpsel werden überall da angewandt, wo das Niederschlagswasser ohne Dampfverlust abgeleitet werden soll, also auch hinter Wasserabscheidern (Fig. 209); sie

und wird von der Fabrik in drei Größen (10, 15 und 20 mm Lichtweite) ausgeführt.

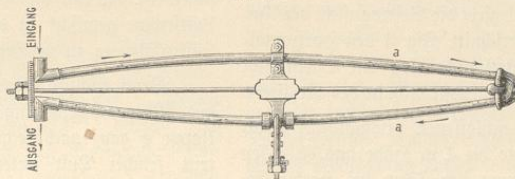
Bei großen Bauanlagen erhält jeder Gebäudeflügel sein regulierbares Dampfahperventil und jedes dieser Systeme ein besonderes Kondensationswasseretz, dessen Hauptleitung mit je einem Kondensationswasserableiter in Verbindung steht. Die letzteren münden endlich in einen Einlauftopf, an den sich die zur Kondenswasserzisterne im Kesselhause führende Kondensleitung anschließt.¹⁾

Es ist vorteilhaft, vor Eintritt des Kondenswassers in den Kusenbergschen Apparat dasselbe einen Schlammfänger passieren zu lassen, d. h. eine (topfähnliche) Erweiterung in die Rohrleitung einzuschieben und — wie im Kondensstopf von Keuter — ein feinmaschiges Drahtgewebe einzulegen, das ab und zu gereinigt werden kann. Der Schmutz, der während des Legens der Röhren in die Leitung kommt, das Abblättern beim Warmbiegen und

Fig. 227.



Fig. 228.



schließen sich, sobald Dampf eintritt. — Der Schwimmtopf b kommt in ähnlicher Anordnung auch bei dem Keuterschen Selbstleerer zur Anwendung (vergl. Handbuch der Hygiene, IV. Band, 2. Teil, S. 308).

Bei größeren Anlagen, so in der städtischen Irrenheilanstalt zu Dalldorf bei Berlin, wird der automatische Kondensationswasserableiter (Patent Kusenberg) angewendet. Die Fig. 227 u. 228 veranschaulichen diesen Apparat, dessen Wirkung auf der Längenausdehnung der beiden gebogenen Messingrohre a a beruht, deren Enden durch eine in der Mitte durchgehende, schmiedeeiserne Stange gehindert werden, eine Längenbewegung zu machen. Wenn dann Dampf in der Richtung der Pfeile in die Messingrohre eintritt, so werden dieselben erwärmt, ausgedehnt und müssen — da die massive Eisenstange von der Wärme nicht alteriert wird — sich auseinander biegen. Da nun das mit dem mittleren Zoche i verbundene Ventil seine Lage beibehält, so wird dasselbe in den Sitz gehoben, also geschlossen. Tritt hierauf Kondensation ein, so füllen sich die Röhren bis zum Ventil mit Wasser, ziehen sich infolge der Abkühlung zusammen, öffnen das Ventil und gestatten dem Wasser so lange Abfluß, bis wiederum Dampf eintritt und der Vorgang sich wiederholt. — Dieser Apparat arbeitet sicher unter jedem beliebigen Dampfdruck

dergl. mehr, verunreinigen die Apparate auf lange Zeit, so daß wiederholte Kontrolle nötig ist. Diese und andere Schwierigkeiten sind zu überwinden, um spätere Betriebsstörungen, welche unbequem sind, zu vermeiden.

§ 63.

Die Heizkörper für Dampfheizung können mit geringer Abweichung die Formen erhalten, welche man den Wasserheizkörpern giebt. Hiernach lassen sich unterscheiden: 1) ofenartige Heizkörper, 2) Register, 3) röhrenförmige Heizkörper mit und ohne Rippenarmierung.

1) Dampföfen älterer Form (vergl. Schinz, Wärmemesskunst, Art. 352), sind nicht mehr in Gebrauch.

Cylindrische Dampföfen neuerer Gattung unterscheiden sich äußerlich nicht von den Säulenöfen für Warmwasserheizung, und werden wie jene voll, ringförmig oder mit vertikalen Cirkulationsröhren angefertigt. Während des Betriebes sind sie ganz mit Dampf gefüllt und es bleibt nur Wasser darin stehen, wenn man absichtlich, d. h. durch Schließen des Dampfauflaßventiles, Wasser darin ansammeln will.

¹⁾ Eine zusammenhängende Darstellung dieses Arrangements für die Irrenanstalt zu Dären findet man in Nr. 4, Jahrgang 1879 des „Rohrlegers“.

Auch nach Art der Röhrenöfen hat man die Heizkörper konstruiert, bestehend aus einer Anzahl vertikal gestellter Röhren von Kupfer oder Schmiedeeisen, die oben und unten in gußeisernen Sammelkästen dichtschließend eingesetzt sind. Die von Prof. J. Durm für das Vierordtbad in Karlsruhe entworfenen Dampföfen¹⁾ bilden einreihige vertikale Röhrenöfen mit Sockel und dekorativer Krönung. Die 1,1 m hohen Dampfrohren sind unbedeckt.

2) Dampfregister sind (abweichend von den Registern für Warmwasserheizung) prismatische oder cylindrische Hohlräume. Sie werden zur Vermehrung der Wärmefläche mit Strahlungsrippen und — aus ästhetischen Gründen — mit einer Ummantelung versehen, für deren dekorative Ausschmückung dem Architekten mannigfacher Spielraum gelassen ist.

Auf Tafel 47 geben wir die Anordnung eines gußeisernen Rippenregisters für Dampfheizungen mit zugehöriger Metallummantelung, letztere nach dem Patent von H. Köfke. Fig. 1 giebt die Seitenansicht der Ummantelung, Fig. 2 den Querschnitt, Fig. 3 den Horizontalschnitt in Höhe des Ventilationskanales mit Oberansicht des Registers, Fig. 4 den Längendurchschnitt des Registers.

Das Register ist als geschlossener, prismatischer Hohlraum von 50 mm Lichtweite bei 1 m Höhe aus Gußeisen konstruiert und zur Erhaltung der Form bei starker Erwärmung der Flächen mit sechs Versteifungen versehen. An der oberen Decke bei v tritt der Dampf durch das in Fig. 217 u. 218 dargestellte Einlassventil in das Register ein, treibt die darin enthaltene Luft vor sich her und zwingt dieselbe, durch das bei u angebrachte selbstthätige Luftein- und Auslassventil zu entweichen. (Vergl. Fig. 216.) Die kurze Zwischenwand s verhindert das Austreten des Dampfes auf kurzem Wege beim Anlassen desselben. Der nicht kondensierte Dampf und das Kondenswasser strömen bei w nach den in Kanälen unter der Kellersohle angebrachten Kondensationswasserableitungen, welche dieselben zu einer automatischen Vorrichtung führen, also zu einem Kondensationsstopf von Robinson, Budenberg, oder zu einem Rußenberg'schen Apparat, der das Wasser in die Sammelcisterne entläßt, aus welcher dasselbe durch die Dampfpumpe in den Kessel zurückgedrückt wird.

Der dreiseitige, an die Zimmerwand sich anlehrende Metallmantel ist oben offen und — sofern die um o drehbare Cirkulationsklappe g die in Fig. 2 angenommene Lage hat — unterhalb geschlossen. V ist der für ein bestimmtes Ventilationsquantum berechnete vertikale

Kanal in der Zimmerwand, welcher frische Luft zuführt. Dieser Frischluftkanal wird — durch Drehung der Klappe g nach rechts — geschlossen, wozu der außerhalb des Mantels liegende Hebel dient. Bei dieser Klappenstellung tritt die Zimmerluft unterhalb des Registergehäuses ein, wobei Cirkulation stattfindet.

Der obere Mantelraum ist durch das Blech i verengt. Auf der Wand aa ist ferner, um O drehbar, die Mischklappe h in ganzer Mantelbreite angebracht; sie kann äußerlich durch Drehung des oberen Hebels derart eingestellt werden, daß nach Erfordern die äußere oder die innere Kammer geschlossen wird. Da nun die Heizfläche des Registers für hohe Kältegrade berechnet ist, wird an warmen Heiztagen eine Reduktion der ins Zimmer gelangenden Wärme nötig sein. Dies geschieht durch Drehung der Mischklappe nach rechts, wobei der Austritt warmer Luft aus der hinteren Kammer verringert, gleichzeitig aber der Austritt frischer Luft aus der vorderen Kammer gestattet ist. Wenn die Klappe vertikal steht, treten beide Luftströme gemischt in das Zimmer, ohne das Maß der Luftzuführung zu verringern.

Wenn endlich Ventilation nicht erforderlich ist, wie des Morgens beim Anheizen, dann wird die Cirkulationsklappe g ganz nach rechts gedreht, und dadurch der Eintritt frischer Luft unterbrochen. Auch die Temperatur läßt sich durch Handhabung der Mischklappe nach Bedarf regeln. Die Dampfabsperventile bleiben dabei geöffnet.

3) Röhrenförmige Kondensationsapparate. Hierher gehören die sogenannten **Gourmey'schen** Batterien, hohle Cylinder, nach Art der in Fig. 5 auf Tafel 34 dargestellten, auf welche eine große Anzahl ebener Platten aufgereiht sind. In diesen Batterien läßt man Dampf kondensieren und erwärmt dadurch die Luft der zu heizenden Räume. In Lokalen von untergeordneter Bedeutung liegen derartige Heizkörper unbedeckt in den Fensterbrüstungen und wirken genau wie die auf Tafel 34 dargestellten Rippenrohren.

Röhrenförmige Rippenheizkörper mit Metallverkleidung und innerer Ummantelung aus schlecht wärmeleitendem Material nach dem System der Ingenieure Bechem und Post zu Hagen in Westfalen findet der Leser beschrieben und dargestellt in § 65 des Werkes. Im Übrigen ist die Form der zur Transmission des Dampfes benutzten Heizkörper eine so mannigfache, daß es genügen mag, hier die Hauptformen angedeutet zu haben.

1) Mitgeteilt in Klagen, Hochbau-Konstruktionen in Eisen, Fig. 963.

§ 64.

Kombinierte Dampfwasserheizung.

Schon im Eingange wurde ein Nachteil der Dampfheizungen hervorgehoben, welcher aus der geringen Reservationskraft der Heizkörper entspringt und diese Heizmethode daher nicht zur Anwendung empfiehlt, wo eine gleichmäßige Temperatur nach Einstellen des Feuers erfordert wird, oder wo man gezwungen ist für einzelne Räume in demselben Gebäude etwa auch während der Nachtzeit Wärme zu reservieren. — Es konnte nicht fehlen, daß man auf den Gedanken kam, das Kondensationswasser in den Gefäßen anzusammeln und durch zufließenden Dampf auf Höhe der Temperatur des Dampfes zu erhalten. Wird alsdann der Dampf abgesperrt, so tritt durch Wärmeabgabe zwar sofortige Kondensation desselben ein, aber das Kondenswasser hat mindestens die Temperatur, welche bei Niederdruckheizung als die höchste angenommen wird, und indem es erkaltet, wird — wie in den Wasseröfen der Niederdruckheizung — die reservierte Wärme an die Luft abgegeben.

Die in den Heizkörpern aufzuspeichernde Wassermenge kann hier geringer sein, als bei Wasseröfen für Niederdruck, weil man mit Dampfheizung schon bei $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Überdruck die Temperatur von 112°C . erreicht. In der Regel wird es genügen, das zur Wärmereservation benutzte Wasser auf die Hälfte desjenigen Quantums zu reduzieren, welches bei Niederdruckheizung gebraucht wird.

Grouvelle stellte bei seiner Heizanlage für die Männerabteilung des Hospitals La Ribouisière in der Nähe der Kranfensäle Metallcylinder auf, die ganz mit Wasser gefüllt und durch ein schlangenförmig gewundenes Dampfrohr erwärmt wurden. Diese Methode war deshalb außerordentlich wirksam, weil die Wärmecapazität des Wassers eine sehr viel größere ist, als diejenige der Luft.

Anm. Setzt man nämlich Wasserdampf von 100°C . in einem Schlangenrohr der Luft aus, so lehrt die Erfahrung, daß bei einer Temperaturdifferenz $T - t = 75^{\circ}\text{C}$. zwischen Dampf und Luft pro Stunde und Quadratmeter 1,5 Kilogr. Dampf kondensiert werden. Nach Formel 3) des § 61 sind aber in jedem Kilogramm gesättigten Dampfes enthalten 536,5 Wärmeeinheiten.

Der Wert des Transmissionskoeffizienten K ergibt sich daher aus der Gleichung:

$$536,5 \times 1,5 = K \cdot 1 \text{ qm} \cdot 75^{\circ},$$

woraus folgt:

$$K = 10,73 \text{ Wärmeeinheiten pro Quadratmeter und Stunde bei } 1^{\circ} \text{ Temperaturdifferenz.}$$

Wird dagegen das Schlangenrohr in Wasser getaucht, so beträgt die Kondensation für jeden Grad Temperaturdifferenz der beiden Medien 2 kg pro Stunde und Quadratmeter, man hat daher zur Berechnung von K die Gleichung:

$$K' = \frac{536,5 \times 2}{1 \text{ qm} \cdot 1^{\circ}} = 1073 = \text{Wärmeeinheiten} = 100 K.$$

In Hospitälern und ähnlichen Anstalten, wo Kesselfeuerungen bereits anderweitig nötig oder vorhanden sind, kann das in den Öfen enthaltene Wasser ständig auf einer ziemlich gleichmäßigen Temperatur gehalten werden, und der Dampf wird erst abgesperrt, wenn die Erwärmung des Raumes in hinreichendem Maße stattgefunden hat. Das Wasser strahlt dann während der Nachtstunden so viel Wärme aus, um die Temperatur der Wände nicht herabsinken zu lassen, so daß die Anheizung am nächsten Morgen nur wenig Dampf erfordert. Für große Anlagen, welche in der Beheizung centralisiert werden sollen, hat man daher in der Neuzeit die kombinierte Dampfwasserheizung mit Vorliebe und — wie wir hinzufügen dürfen — auch mit vollem Recht angewendet.

Durch eine Reihe guter Ausführungen hat sich das System der **Gebrüder Sulzer in Winterthur** (Schweiz) eingebürgert. Hierbei stehen die Heizkörper in den verschiedenen Etagen vertikal übereinander. Im Souterrain des Gebäudes befindet sich die Dampfkesselanlage, von welcher das Hauptsteigerrohr wieder bis unter das Dach aufsteigt und sich dort in horizontaler Richtung verzweigt. Von der Verteilungsleitung ist im Boderraum für jede Gruppe von Öfen ein vertikales Rohr abgezweigt, welches den Heizkörpern an deren oberem Teile den Dampf zuführt; Dampf und Kondensationswasser fließen in dieselbe Rohrleitung zurück. (Der Strang zur Abführung des Kondenswassers wird also bei dem Sulzer'schen System ganz entbehrt.) Die vertikalen Rohrstränge vereinigen sich dann im Souterrain und führen das Wasser in einer der Verteilungsleitung analogen Kondensationswasserleitung in den Kessel zurück. Um jedoch zu verhindern, daß auch Dampf durch den unteren Abzweig in die Heizkörper eintritt, ist in diesem ein Rückschlagventil eingefügt, welches sich nur gegen den Rohrstrang hin öffnet. Die Fig. 229 u. 230 werden diese Konstruktion des Ofens klar machen und zwar ist a das vertikale Zuführungsrohr, aus welchem der Dampf nach Öffnung des Absperrventiles c durch den Abzweig b in den Ofen gelangt. Der Ofen selbst besteht aus zwei konzentrischen Cylindern von Eisenblech, welche mit dem gußeisernen Deckel und Boden verbunden sind. Der Dampf gelangt durch das Rohr d in den ringförmigen Hohlraum, der bis zur halben Höhe mit Wasser gefüllt ist, strömt durch das Rohr e hinaus, gelangt in den ringförmigen Kanal f am Boden und steigt durch die vier vertikalen Röhren g (Fig. 230) wieder in die Höhe. Ein Teil des Dampfes kondensiert sich dabei durch Wärmeabgabe an das Wasser und sammelt sich in der Röhre h an. Bei i ist das Rückschlagventil eingesetzt, welches sich nur nach oben öffnet und für gewöhnlich durch den in k herrschenden Dampfdruck geschlossen gehalten wird. Kommt aber von der anderen Seite zum Dampfdruck noch das Gewicht einer

Wasserfäule hinzu, so öffnet sich das Ventil, und Dampf und Wasser entweichen durch das Rohr k in das vertikale Rohr a.

Fig. 229.

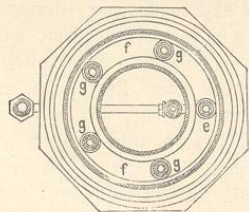
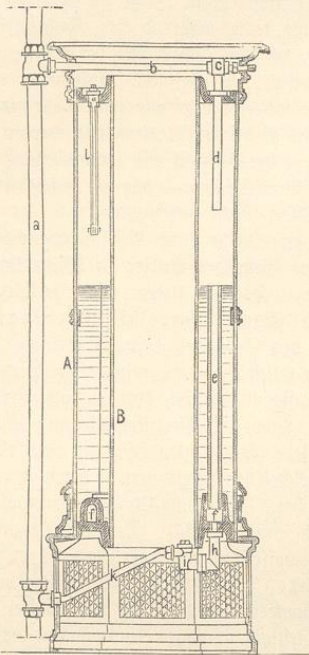


Fig. 230.

Endlich ist ein automatisches Luftventil e angebracht, wie solches schon durch Fig. 216 erläutert wurde: es soll dadurch das Zusammendrücken des Ofens verhindert werden, wenn nach erfolgter Kondensation des Dampfes sich im Innern ein Vacuum bildet. Die Funktion dieser Ofen ist einfach und sicher.

Resumé. 1) Wo von einer Wärmequelle her ausgedehnte Bauanlagen versorgt werden sollen, erweist sich die Dampf- oder Wasserdampfheizung der Wassercirculations-

heizung überlegen, da die Ausdehnung der Rohrleitung über 200 m hinaus bei der Circulationsheizung zu manchen Unkonvenienzen führt.¹⁾

2) In Gebäuden von 4 bis 5 Geschöß Höhe ist der hydrostatische Druck in den Heizkörpern der untersten Geschosse schon recht bedeutend und müssen die Ofen daher, um dicht zu halten, sehr solid konstruiert werden. Wird dagegen jede Etage des Gebäudes für sich behandelt, werden die Ofen nur als Wärmerservoire resp. der Dampf als Wärme führendes Medium benutzt, so fällt diese Rücksicht fort.

3) Die Schnelligkeit, mit welcher Dämpfe an den Ort ihrer Verwendung geleitet werden können, ist eine fast momentane, während in einem weit verzweigten Niederdrucksystem mehrere Stunden vergehen, ehe eine ausreichende Wärmetransmission beginnt. (Vergl. Anmerkung.)

4) Grenzen sind der Dampfverwendung kaum gezogen, es können beliebig viele, in weiter Entfernung und in den verschiedensten Niveaus belegene Heizkörper mit Dampf versorgt werden.

5) Auch die der reinen Dampfheizung anhaftenden Fehler werden durch das kombinierte System der Dampf- oder Wasserdampfheizung vermieden, denn es wird das Reservationsvermögen der Kondensationsapparate erhöht und demzufolge eine weit gleichmäßigere Wärmeabgabe erzielt, als sie die Dampfheizung gewährt.

Anwendungen.

§ 65.

I. Auf Tafel 42 bis 46 geben wir die Dampfheizungs-Anlage des Physiologischen Institutes der Königl. Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin, entworfen und ausgeführt von dem inzwischen verstorbenen Ingenieur **G. Köstke**. Die kleineren Hörsäle, Sammlungen, Laboratorien und sonstigen Arbeitsräume der Anstalt gruppieren sich im wesentlichen um das große Auditorium (Nr. 15), welches sich in der Achse des Haupteinganges an den imposanten Langflügel des Institutes legt, der sich in einem Souterraingeschoss, zweien Haupttagen und einem Obergeschoss aufbaut.

Tafel 43 stellt den Grundriß vom Kellergeschoss dar; daraus ist einerseits die Bestimmung der einzelnen Räume und andererseits die Gesamtdisposition der Centralheizanlage deutlich zu ersehen. Hierbei fällt der Kesselanlage eine doppelte Funktion zu, nämlich die Speisung der in den Geschossen aufgestellten, in den Grund-

¹⁾ Es wird hierbei wiederholt, daß bei dem in § 59 bezeichneten Beispiel einer Niederdruckwasserheizung die Circulationsgeschwindigkeit des Wassers pro Stunde nur rot. 280 m betrug!

rißen entsprechend charakterisierten Dampfheizregister und ferner auch diejenige der zur Erwärmung der Luftheizkammern dienenden großen Register. In jenen Kammern wird die unter der Kammersohle eingeführte frische Luft erwärmt, wie Tafel 42 im Detail verdeutlicht und tritt sodann in die Warmluftkanäle W der Etagen. Auf solche Weise werden die Zimmer 7, 10, 13, 24 im Erdgeschoß, Zimmer 26, 27, 28, 29, 30, 32 im I. Stockwerk und das große Auditorium Nr. 15 mittels Dampf-Luftheizung erwärmt. Die entsprechenden Zimmernummern, welche durch die resp. Kammern versorgt werden, sind denselben mit arabischen Ziffern beigelegt (vergl. Tafel 43).

Das hier angeordnete Heizsystem ist also eine Kombination der Dampfheizung mit der Dampf-Luft-Heizung, und es war dabei in erster Linie der Gesichtspunkt maßgebend, daß alle Räume, welche starke Ventilation erfordern — wie die chemischen Arbeitsräume, die beiden Hörsäle, der Saal für Vivisektionen und das Bibliothek-Lezezimmer — mit Dampf-Luft-Heizung, die übrigen Räume behufs direkter Erwärmung der Zimmerluft dagegen mit Dampf-Heizung zu versehen seien. Zum Zweck der Zimmerventilation sind aber auch für diese letztere Kategorie von Zimmern Luftzuführungskanäle in den Mauern ausgepart, aus denen die frische Luft, wie in § 63 beschrieben, in die Registergehäuse unterhalb ein- und oberhalb erwärmt austritt. (Vergl. Tafel 47, Fig. 3.)

Nur das Aquarium (Nr. 14) im Erdgeschoß ist, zur Erzielung einer vollkommen gleichmäßigen Temperatur, mit Dampf-Wasser-Heizung versehen worden.

Zur Dampferzeugung dienen drei Wasserröhrenkessel (System Belleville). Jeder der drei Kessel hat 16 qm Feuerfläche und ist mit zehn Atmosphären konzeptioniert. Geheizt wird im Durchschnitt mit $1\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Atmosphären Druck, unter Anwendung eines Reduzierventiles. Bei großer Kälte sind anfänglich alle drei Kessel thätig; sind die Register erst erwärmt, so genügen zwei Kessel reichlich. — Drei Dampfkessel-Speisepumpen b b und die Maschine zum Betriebe des Ventilators a arbeiten mit Hochdruckdampf, der als Retourdampf noch zur Heizung benutzt wird.

Der zur Heizung erforderliche Dampf gelangt teils vom Dampfereservoir im Souterrain an den Ort seiner Verwendung, indem er durch das Dampfventil c (Tafel 42, Fig. 1 u. 2) den Rippenregistern zufließt, teils strömt er durch die Steigeröhre nach den oberen Etagen. Derartige Stränge sind in größerer Anzahl vorhanden und in den verschiedenen Grundrissen durch eingeschriebene römische Zahlen bezeichnet. Alle Dampfzuführungsrohre sind mit Leroy'scher Patentmasse gegen Abkühlung ge-

schützt; ihr Durchmesser wechselt selbstverständlich nach Erfordernis (zwischen 107 mm und 20 mm). — Auch das System der Dampfriekleitung ist in Tafel 43 entsprechend charakterisiert, und zwar gelangt das kondensierte Wasser durch die Kondenswasserleitung in den dazu angelegten Kanälen nach den Kondensationswasserableitern d.

Was die Zuführung der frischen Luft anbelangt, so tritt dieselbe durch zwei große Einfallschächte vom Hofe her in unterirdischen, gewölbten Kanälen in das Gebäude und im Winter in der Regel direkt, d. h. durch Ansaugen, in den unter der Kellersohle des Korridors hinlaufenden Kanal für frische Luft, nachdem sie vorher eine Filtervorrichtung passiert hat, in deren Gewebe der mitgerissene Staub zurückgehalten wird. Ist des Morgens schnelle Erwärmung der Luft in den Heizkammern bei starkem Frost geboten, so wird auch der Ventilator in Bewegung gesetzt, von diesem die Luft aus dem Zweigkanal angesaugt, dann durch Druck in die Kammern für frische Luft getrieben, um von hier aus in die eigentlichen Luftheizkammern zu gelangen und endlich erwärmt in den Heizkanälen aufzusteigen. In den Monaten, in denen die Heizung ruht, findet die Zuführung der Luft nur mit Hilfe des Ventilators statt. Letzterer hat 2 m Durchmesser und macht in der Regel pro Minute 120 Touren, wobei stündlich 12 000 bis 14 000 cbm Luft in das Gebäude geschafft werden. Berechnet ist derselbe auf eine Umdrehungsgeschwindigkeit von 180 Touren pro Minute mit etwa 20 000 cbm einzuführender Frischluft.

Die verschiedenen Zustände der Luft, als: frische Luft, erwärmte Luft und verbrauchte Luft sind durch charakterisierende Farben im Grundriß der einzelnen Geschosse (Tafel 42 bis 46) und im Querschnitte Tafel 46 angedeutet, auch in der Farbenerklärung Tafel 43 erläutert. Darin ist die abzuführende Luft durch einen blauen Farbenton, frische Luft durch grüne und erwärmte Luft durch rote Färbung kenntlich gemacht.

Tafel 46 stellt den Querdurchschnitt nach der Linie AB des Grundrisses dar. Man ersieht daraus: 1) die Konstruktion des Langflügels, 2) des Lüftungsschachtes mit dem darin aufsteigenden eisernen Schornsteinrohr, 3) des großen Auditorii mit seiner amphitheatralischen Sitzanordnung, der Zuschauergalerie und der Oberlichtkonstruktion; endlich 4) die Einrichtung der den großen Hörsaal umgebenden einetagenen Anbauten.

Erklärung der Tafel 46. — I. Der Langbau. Im Souterrain ist die Wohnung des Hausdieners sichtbar; sie wird, wie die Portierwohnung, mit Kachelöfen geheizt. Dahinter liegt die Luftheizkammer zur Versorgung des Zimmers Nr. 30. — Heizregister, Zuführungskanal für frische Luft, Mischkanal und Heizkanal (letzterer mit Ausströmungsöffnung im I. Stockwerk) sind im Durchschnitte ersichtlich.

Die Instrumentensammlung im Erdgeschoss ist mit reiner Dampfheizung versehen, ebenso der Raum für Photographie im II. Stockwerke. Im Instrumentenraume wird das Dampfheizregister nebst Bekleidung im Durchschnitt sichtbar; im II. Stockwerk giebt R die Ansicht desselben. Hiernach ist im Durchschnitt des Langflügels nur der chemische Arbeitsraum Nr. 30 im I. Stock mit Luftheizung versehen.

Für Lüftung ist in sämtlichen Räumen gesorgt (vergl. die Grundrisse Tafel 44 u. 45). Die Lüftungskanäle haben je eine Abzugsöffnung am Fußboden und eine dergleichen nahe der Decke erhalten.

II. Das große Auditorium und seine Ventilation. Die durch Saug- oder Drucklüftung aus dem unterirdischen Kanal in die Lustkammern getriebene frische Luft strömt in sechs große Heizkammern ein, in welchen je drei Dampfheizregister aufgestellt sind. In diesen erwärmt sich die frische Luft und gelangt entweder direkt oder temperiert, d. h. als „Milchluft“ in die Heizkanäle. Die Ausströmung findet statt durch vergitterte Öffnungen unterhalb des Galleriefußbodens, und zwar durch sechzehn kleinere und zwei größere Öffnungen in den Umschließungsmauern. Größe und Lage der Kanäle ist aus den Grundrissen Tafel 43 u. 44 zu entnehmen. — Da die Heizluft etwa in halber Saalhöhe ausströmt, wird dieselbe im Raume gleichmäßig verteilt. Damit aber auch eine normale Temperatur in den mit erwärmter Luft geheizten Räumen ermöglicht werde, ist in jedem derselben ein elektrisches Metallthermometer angebracht, welches den Zeiger des im Keller befindlichen Galvanometers zum Abweichen von der vertikalen Lage bringt, wenn die Temperatur über das Maximum gestiegen oder unter das Minimum gesunken ist. Dadurch wird der Heizer in den Stand gesetzt, die Mischklappe mittels der Stellstange I (Tafel 42) zu dirigieren, ohne die betreffenden Räume in den oberen Geschossen zu betreten. Die verbrauchte Zimmerluft wird unter den Stoßbrettern der ansteigenden Sitze, und zwar durch die aspirierende Wirkung des eisernen Rauchrohrs, welche durch den großen Deflektor unterstützt wird, abgesaugt.

Um die Verbrennungsgase einer sehr intensiven Abendbeleuchtung ohne Belästigung der Zuhörer abzuführen, war der ganze Mechanismus der fahrbaren Gaseinrichtung und der Flamme oberhalb der Glasbede verlegt. Die Abführung der verdorbenen Luft erfolgte daher vom Dachboden aus in der Richtung des Pfeiles nach den beiden Ventilationsröhren hin. Die beiden Lüftungsröhren sind durch eine eingesezte Metallwand der Breite nach geteilt und dient die vordere Hälfte zur Ventilation des großen Korridors im Souterrain, die hintere zur Ventilation des Auditoriums 15. In die vordere Abteilung tritt ferner die verdorbene Luft, welche in den ausgesparten Ventilationskanälen nach dem Dachboden des Langflügels aufsteigt, in der Richtung des Pfeiles ein, so daß die beiden Hauptklappe auch die sämtlichen, zu zwei Stockwerk Höhe aufgeführten Gebäudeteile, einschließlich der beiden Treppen, entlüften. Über den Zimmern 26 bis 28 und 34 bis 37, wo ein massiver Ausbau der Dachetage nicht nötig ist, sind die entsprechenden Luftabführungskanäle in Holz bis zur Drempehöhe emporgesührt und dadurch ebenfalls in die Abzugssphäre der beiden großen Schächte gebracht.

III. Der einetägige Anbau. Es wird der Raum Nr. 21 für Wandbilder und Nr. 20 für physikalisch-physiologische Arbeiten im Durchschnitt sichtbar. Ersterer ist nicht

geheizt, letzterer mit Dampfheizregister versehen, welches die frische Luft aus dem betreffenden unterirdischen Luftkanal empfängt.

Hier mag erwähnt werden, daß für einzelne Räume des Keller- resp. Erdgeschosses Zuführung frischer Luft durch an die Kellerwände anschließende Kanäle bewirkt wird, so für den Kaninchenstall, den Hundestall und das Kanarium (sämtlich heizbar), ferner für ungeheizte: die Batteriekammer und Leichenkammer (vergl. Grundriß vom Kellergehoß, Tafel 43). Eine weitere Erklärung überschreitet die Grenzen, welche diesem Werke vorgezeichnet sind: wir verweisen daher auf die eingehende Betrachtung der Zeichnungen und der tabellarischen Übersicht (S. 177), welche das befolgte Prinzip wohl erkennen läßt.

Bestimmung der erforderlichen Heizflächen.

1) Von Berechnung der stündlichen, durch Transmission der strahlenden Gebäudewände hervorgerufenen Wärmeverluste, können wir absehen, nachdem in § 47 ein ausführliches Beispiel gegeben worden ist. Wir begnügen uns, die von dem Ingenieur **H. Köfke** berechneten und in nebenstehender Tabelle eingetragenen Werte hier zu registrieren. Dasselbe gilt für die Wärmeverluste durch Ventilation, d. h. für die in der Ventilationsluft enthaltenen und mit dieser stündlich entweichenden Wärmemengen.¹⁾ Aus beiden Werten setzt sich aber der Gesamtärmeverlust der mit Ventilation versehenen Räume zusammen. Spalte 1 dieser Tabelle enthält die Zimmernummer, welche der betreffende Raum im Grundriß (Tafel 43) führt; Spalte 2 die Bestimmung des Raumes; Spalte 3 die stündlich abzuführende Luftmenge in Kubikmetern; Spalte 4 und 5 die Wärmeverluste durch Transmission und Ventilation in Wärmeinheiten ausgedrückt; Spalte 6 den stündlichen Gesamtärmeverlust jedes einzelnen Raumes; Spalte 7 die in Quadratmetern ausgedrückte Heizfläche, welche den Wärmeverlust ersetzt. Die folgenden Spalten endlich enthalten die Größe der Rippenregister, resp. die Anzahl der Rippen, welche für die Beheizung der einzelnen Räume zur Verwendung gekommen sind.

1) Diejenigen Räume, deren Ventilationswärmeverlust in Kolonne 5 eingetragen ist, sind dem Programm gemäß im Winter und Sommer zu ventilieren, für die übrigen Lokale ist nur eine schwache Sommerventilation verlangt. Letztere haben daher Dampfregister erhalten, deren Heizfläche für den Maximalwärmeverlust berechnet ist. Tritt nun gelindere Witterung ein, so wird der Wärmeüberschuß zur Temperaturerhöhung der frisch eingeführten Luft benutzt, d. h. es findet auch hier während des größten Teiles der Heizperiode Luftwechsel, jedoch in geringerem Grade, statt.

Übersicht des Wärmebedarfes und der Heizflächen
der Dampf-, Dampfluft- und Dampfwasserheizungs-Anlage im Physiologischen Institut zu Berlin.

Nr. des Raumes	Bestimmung der Räume	Einblüch. angegebene Luftmenge cbm	Stündlicher Wärmeverlust durch		Gesamt- wärmever- lust W.-E.	Trans- missions- fläche des Heiz- körpers qm	Anzahl der Heizkörper				
			Trans- mission W.-E.	Ventila- tion W.-E.			Dampfregler		Regler für Dampf- luftheizung		Dampf- wasser- öfen Stück
							Stück	Rippenzahl	Stück	Rippenzahl	
Erdgeschoss.											
3	Modellraum	65	1490	—	1490	—	—	—	—	—	
4	Raum für Instrumente	377	5741	—	5741	9,70	2 R. à 11	—	—	—	
5	Garderobe	—	1495	—	1495	3,00	1 R. v. 7,50 mm	—	—	—	
6	Werkstatt	174	2712	—	2712	5,75	1 R. 13	—	—	—	
7	Bibliothek	705	4165	8460	13888	27,3	—	—	3 R. à 15 Rippen	—	
10	Antikares Geschäftszimmer	99	3197	—	3197	13,2	—	—	1 R. 17	—	
11	Experimentierzimmer	161	3590	—	3590	6,6	—	—	2 R. à 15 "	—	
12	Vorbereitungszimmer	—	1348	—	1348	3,0	1 R.	—	—	—	
12 ^a	Vorzimmer zum antl. Geschäftszimmer	—	898	—	898	1,5	1 Kondens.-Cylinder	—	—	—	
13	Kleines Auditorium	600	4385	7200	11393	—	—	—	2 R. à 17 Rippen	—	
14	Aquarium	144	4456	—	4456	11,2	—	—	1 R. 15 "	2 à 5,6qm	
15	Großes Auditorium	4000	26298	48000	71827	128,0	—	—	14 R. à 17 Rippen	—	
16	Batteriekammer	159	133	1240	1510	ungeheizt	—	—	4 R. à 13 "	—	
17	Privatlaboratorium	218	4956	—	4956	7,5	1 Kondens.-Rohr	—	—	—	
18	Privatlaboratorium	75	1716	—	1716	4,0	1 R. 17	—	—	—	
19	Für physikal. und physiol. Arbeiten	277	6469	—	6469	11,4	—	—	1 R. 11	—	
20	Zimmer für Zeichner	52	1784	—	1784	3,0	1 R.	—	1 R. 15	—	
22	Vorbereitungszimmer	139	3976	—	3976	7,5	1 R.	—	—	—	
23	Brezkzimmer	35	960	—	960	1,6	1 Kondens.-Cylinder	—	—	—	
24	Saal für Injektionen	831	6205	9972	17752	34,5	—	—	6 R. à 13 Rippen	—	
25	Mikroskopische Demonstrationen	—	—	—	—	18,1	1 R. 11	—	—	—	
							1 R. 13	—	—	—	
							1 R. 17	—	—	—	
I. Stodwerk.											
26	Zimmer für Geübtere	420	3928	4940	9755	19,8	—	—	2 R. à 13 Rippen	—	
27	Verbrennungszimmer	237	2253	2787	5544	11,5	—	—	2 R. à 11 "	—	
28	Präparatenzimmer	552	3520	6492	11013	21,6	—	—	2 R. à 13 "	—	
29	Zimmer für Analysen	582	2883	5480	9113	19,6	—	—	2 R. à 17 "	—	
30	Dispensierzimmer	—	1748	3846	6153	12,3	—	—	1 R. 15 "	—	
31	Zimmer für Spektralanalyse	134	3181	—	3181	6,6	—	—	4 R. 11	—	
32	Für Schwefelwasserstoffanalysen	327	2002	3846	6432	12,3	—	—	1 R. 15	—	
33	Kanalarzimmer	194	3766	2282	6048	10,5	—	—	1 R. 13	—	
36	Brutofen	43	2019	—	2019	5,5	—	—	—	1	
37	Raum für Injektionen	168	5434	—	5434	9,6	2 R. à 11 R.	—	—	—	
38	Luftpumpenzimmer	105	3303	1235	4538	7,5	1 R. 17	—	—	—	
39	Gaszimmer	118	3115	1388	4503	7,5	1 R. 17	—	—	—	
40	Klosett und Garderobe	84	528	741	1269	3,0	1 R.	—	—	—	
41	Garderobe	171	1638	1509	3147	4,0	1 R.	—	—	—	
42	Mikroskopische Arbeiten	213	8689	—	8689	15	—	—	2 R. à 17 Rippen	—	
II. Stodwerk.											
43	Optisches Zimmer	85	1516	—	1516	3,0	1 R.	8,00	—	—	
44	Optisches Zimmer	85	1590	—	1590	3,0	1 R.	17,00	—	—	
45	Zimmer für Photographie	74	2110	—	2110	4,0	1 R.	—	—	—	
53	Vorraum	—	1132	—	1132	3	1 R.	—	—	—	
55	Bodenkammer für Photographie	—	1914	—	1914	3	1 R.	—	—	—	
Keller.											
56	Krankenstall für Hunde	33	195	258	453	—	1 R.	—	—	—	
57	Hundestall	417	1316	3253	4569	7,5	1 R. 17	—	—	—	
58	Hundestall	72	491	562	1053	3,0	1 R.	—	—	—	
59	Kaninchenstall	243	1040	1896	2936	5,75	1 R. 13	—	—	—	
60	Hundestall	174	785	1357	2142	4,00	1 R.	—	—	—	
62	Klosett	69	494	621	1115	2,00	1 Kondens.-Rohr	—	—	—	

Breymann, Bauteilkonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

2) Bei Bestimmung der den ermittelten Wärmeverlust ausgleichenden Heizflächen wurde der Erfahrungssatz zu Grunde gelegt, daß ein Quadratmeter unmantelte, gerippte, gußeiserne Registerfläche bei Dampfheizungsanlagen im Mittel nur 600 Wärmeeinheiten abgibt. — Bezeichnet daher W den Gesamtwärmeverlust des Raumes, so ist die zugehörige Heizfläche $F = \frac{W}{600}$ (ein Wert, der von anderen Heiztechnikern bis $\frac{W}{800}$ gesteigert wird). Kolonne 5 enthält die hiernach ermittelten Heizflächen.

Vertikale Dampfregister sind im § 63 unter 2) beschrieben und auf Tafel 47 dargestellt. Es enthält bei 1 m Höhe:

1 Register mit 9 Rippen,	4,0 qm Heizfläche,
1 " " 11 " "	4,85 " "
1 " " 13 " "	5,75 " "
1 " " 15 " "	6,6 " "
1 " " 17 " "	7,5 " "

Heizflächen von weniger als 4 qm werden durch Verringerung der Registerhöhe oder durch Einstellung vertikal gerippter Rohre gedeckt, wie in den Räumen 12^a und 23 des Erdgeschosses. — Die Anzahl der erforderlichen Heizkörper ist in den Kolonnen 6 bis 8 der Tabelle enthalten; ausgenommen hiervon sind die drei Treppenträume, welche sich nicht in derselben befinden. Es ist aber die Transmission in den beiden großen Treppenhäusern a und b gleichwertig und beträgt:

	der Wärmeverlust	die Heizfläche	Registergröße
in a und b je	5484 W.-Einh.	je 7,5 qm	17 Rippen
" g . . .	6800 " "	10,6 " "	(1 R. à 13 Rippen) (1 " " 11 " ")

Die Ausführung der ganzen Heizungsanlage ist in der verhältnismäßig kurzen Zeit von drei Monaten zu stande gekommen und am 1. Oktober 1878 vollendet worden. Sie bewährt sich in jeder Beziehung. Die Kosten derselben betragen einschließlich der Lüftungseinrichtung 66400 Mark.

§ 66.

Niederdruck-Dampfheizung.

Während noch vor zwei Decennien die Anwendung der Dampfheizung nur auf öffentliche Gebäude größeren Umfanges und auf Gebäudekomplexe, wie die vorerwähnten rheinischen Provinzial-Irrenheilanstalten, die städtische Irrenheilanstalt zu Dalldorf bei Berlin u. a. beschränkt blieb, sind die renommierten Ingenieure der Heizbranche bemüht gewesen, diese Heizmethode zu verbessern und sie insbesondere auch für die Beheizung von Wohnhäusern, Hotels, Villen und sonstigen Gebäuden geringeren Umfanges nutzbar zu machen.

Bei diesen neueren Heizanlagen hat man indessen die Anwendung hochgespannter Dämpfe, die zur Erwärmung von Wohnräumen wenig geeignet erscheinen, verlassen. Denn die hohe Temperatur der Heizkörper ist unbequem und wegen des Verschens von Staubteilen zu verwerfen, auch sind die Geräusche des unter hohem Druck einströmenden Dampfes, sowie diejenigen bei Veränderungen in der Dampfspannung störend. Endlich ist die erforderliche Entlüftung der Heizkörper beim jedesmaligen Anlassen — schon wegen des Austretens unreiner Luft in die Wohnräume — nicht zu empfehlen.

Diese Übelstände werden zum größeren Teil durch Anwendung von Niederdruckdampf zur Heizung vermieden. Der im Keller stehende Kessel muß dann laut gesetzlicher Bestimmung mit einem offenen, in den Wasserraum hinabreichenden Standrohr von nicht über 5,0 m Höhe und mindestens 8 cm Weite versehen werden, wodurch jeder Explosionsgefahr vorgebeugt wird. Da nur Dämpfe bis zu 0,3 und höchstens $\frac{1}{2}$ Atmosphäre Druck entwickelt werden, ist die Temperatur der Heizkörper entsprechend niedriger. Die Heizung arbeitet auch geräuschlos, wenn man nicht wesentlich über einen Dampfdruck von 0,15 Atmosphären hinausgeht.

Die Kessel werden mit Schüttfeuerung ausgeführt und mit Vorrichtungen zu selbstthätiger Regulierung des Brennprozesses versehen, derart, daß beim Überschreiten der zulässigen Dampfspannung der Zutritt von Luft zum Feuerraum entweder unmittelbar verhindert oder der Abzug der Verbrennungsgase durch Einlassen von Luft in den Schornstein gehemmt wird. Häufig werden beide Regelungsarten in Anwendung gebracht, doch ist die unmittelbare Einwirkung auf den Luftzutritt der letzterwähnten Methode vorzuziehen. — Für die Praxis empfehlen sich selbstthätige Regulatoren, welche möglichst wenig bewegliche Teile besitzen, weil diese sich rasch abnutzen oder auch ganz verfallen.

Ist die Kesselfeuerung zur Aufnahme einer genügenden Menge Brennmaterial eingerichtet, so kann der Betrieb auch ohne besondere Bedienung bei Nacht fortgesetzt werden.

Die Heizkörper, welche bei Hochdruckheizung zur Verwendung kommen, sind auch bei Niederdruckheizung in Gebrauch, wobei der Dampf entweder von unten her oder am oberen Ende des Heizkörpers eintritt. Letzteres ist der Fall, wenn besondere Leitungsrohre für Dampf und Kondenswasser vorhanden sind, d. h. bei dem sogenannten Doppelrohrsystem (vergl. Fig. 235). Soll das Kondenswasser aber durch die Dampfzuleitung zurückfließen, so führt man den Dampf von unten ein und der Heizkörper muß für das „Anlassen“ mindestens ein (selbstthätiges) Entlüftungsventil (Fig. 216) erhalten.

Die Wärmeabgabe der Heizkörper wird durch Isoliermängel oder durch Ventile geregelt. Bei Ventilregelung muß ein elastisch oder tropfbar flüssiger Körper (Luft oder Wasser) im Heizregister vorhanden sein, der durch den eintretenden Dampf verdrängt wird und der Dampfdruck soll genügen, um aus dem Heizkörper die gesamte Flüssigkeit zu verdrängen. Wird das Ventil gedrosselt, so sinkt die Dampfspannung im Heizkörper und die Flüssigkeit tritt, der Drosselung entsprechend, bis zu einem bestimmten Maße in denselben zurück, wodurch ein Teil der vom Kondenswasser berührten Fläche außer Wirkung kommt.

Je nach der Höhe der Wassersäule, die den Gegendruck bedingt, ist der Dampfdruck bei Anwendung von Wasser als Flüssigkeit zu 0,2 bis 0,3 Atmosphären anzunehmen. Die Anordnung der Rohrleitung wurde bereits in § 62 unter Absatz 2 besprochen und gilt dafür dasselbe, wie bei der Hochdruckdampfheizung, so daß hierauf verwiesen werden kann. Die Rohrweiten richten sich nach der Spannung des durchströmenden Dampfes: je höher die Spannung, desto größere Dampfgeschwindigkeit kann erzielt werden und um so geringere Durchmesser sind zur Beförderung desselben Dampfolumens erforderlich.

Die Berechnung der Dampfrohrleitung für die Ausföhrung muß sehr sorgfältig und geschickt durchgeführt werden. Man geht bei der Bestimmung der Rohrdurchmesser von dem entferntest gelegenen Heizkörper aus und der Weg bis zum Kessel wird in so viele Teilstrecken geteilt, als Rohrleitungen vorhanden sind, welche bestimmte Dampfmen gen zu fördern haben. Die einzelnen Teilstrecken werden dann nacheinander berechnet. Als Unterlage für die Rechnung ist zu ermitteln:

- 1) die Summe von Wärmeeinheiten, welche stündlich am Endpunkt einer Teilstrecke verlangt wird,
- 2) die Länge dieser Leitung in Metern,
- 3) der lichte und der äußere Durchmesser der Leitung in Metern,
- 4) die Geschwindigkeit des Dampfes pro Sekunde in Metern,
- 5) die Dampfspannung am Anfange der Leitung in Kilogramm pro Quadratmeter,
- 6) die Spannung, welche zur Überwindung sämtlicher Widerstände in der Leitung (Richtungsänderungen u. s. w.) verbraucht wird,
- 7) die Dichte des Dampfes.

Die ausführliche Methode der Berechnung findet der Spezialtechniker in Rietschels Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Heizungs- und Lüftungsanlagen, 2. Aufl., Bd. I, S. 211 u. ff.

I. Das System der Central-Niederdruckdampfheizung von **Wegem & Post** ist dargestellt durch Fig. 231 bis 233. Als Dampferzeuger wird ein stehender,

cylindrischer Kessel, Fig. 231, verwendet, dessen Füllrohr b im Centrum liegt und durch einen Deckel e mit Sandverschluß luftdicht geschlossen werden kann. Unter dem Füllrohre und über der Aschengrube i liegt der Klapprost d mit pendelnden Kofistäben. Aschengrube i und Schüröffnung k sind mit eisernen Thüren dicht abschließbar: die Verbrennungsluft kann daher nur durch den Zuleitungskanal m unter den Kofst gelangen. Dieser Kanal ist durch ein Teller Ventil n, welches mit dem selbstthätigen Druckregulator in Verbindung steht, abschließbar.

Fig. 231.

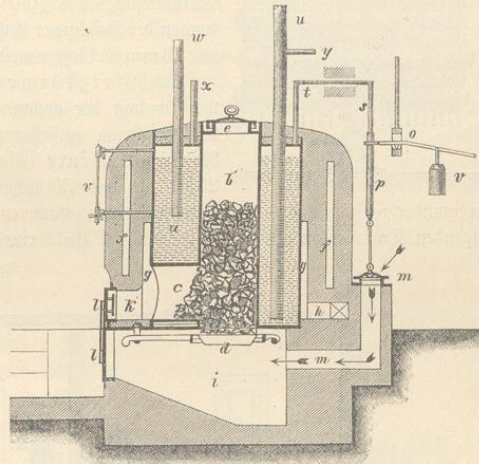
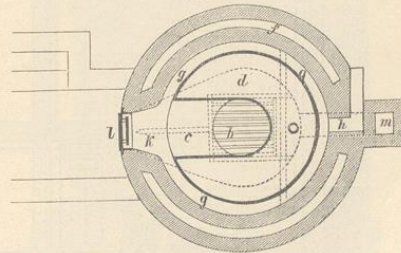


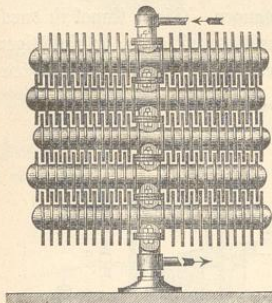
Fig. 232.



Letzterer besteht aus einem festen, vertikalen, unten offenen Rohre s, das in den Dampfraum des Kessels hineinragt, und aus einem weiteren Rohre p, das, an einem astatischen Hebel o aufgehängt, sich frei auf und nieder bewegen läßt. Das bewegliche Rohr ist so weit mit Quecksilber gefüllt, daß die Öffnung des Rohres s stets unter Verschluss bleibt. Am beweglichen Rohre hängt der Teller des den Kanal m abschließenden Ventiles, und sobald die Dampfspannung auf die Quecksilbersäule drückt, sinkt das bewegliche Rohr, während der Teller den Luftkanal schließt.

Der Dampferzeuger zählt zu den offenen Kesseln, da der Dampfraum durch ein 5 m hohes, oben offenes Standrohr u mit der Atmosphäre kommuniziert. v ist der Wasserstandsanzeiger, Rohr w dient zur Speisung des Kessels und das Rohr y leitet das Kondensationswasser zurück; x endlich ist das Hauptzuleitungsrohr von 40 mm Lichtweite.

Fig. 233.



Sämtliche Leitungsröhre bestehen aus Schmiedeeisen und haben einen im Verhältnis zu x abnehmenden, lichten Durchmesser; die Zuleitungen der Heizkörper sind nur 13 mm im Lichten weit.

Als Heizkörper werden von der genannten Heizfirma gußeiserne Rippenelemente (Fig. 233), die mit Flanschen

übereinander geschraubt werden und dadurch einen zusammenhängenden Dampfraum bilden, verwendet. Mittels eines

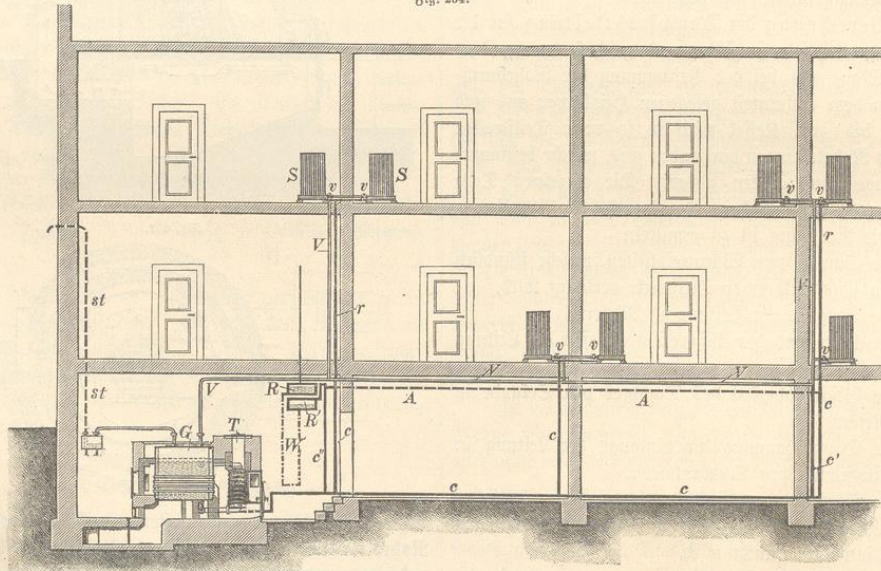
Dem Auge wird das Rippenregister mittels eines doppelwandigen Metallmantels, dessen Hohlraum mit Isoliermaterial gefüllt ist, entzogen; der Deckel desselben ist beweglich und gestattet das Austreten der vorgewärmten Frischluft.

Bedienung. Zur Feuerung des Kessels wird Coaks verwendet. Tritt erhöhter Dampfdruck ein, so sinkt das bewegliche Rohr p und die Luftzuführung zur Feuerung hört auf, wodurch die lebhaftere Verbrennung und dadurch die Dampfentwicklung gemindert wird. Nimmt aber der Dampfdruck ab, so wird auch die Quecksilberfläche entlastet und nun öffnet das Laufgewicht am freien Hebelsarm selbstthätig das Tellerventil. In der Regel wird mit $\frac{1}{10}$ Atmosphäre Überdruck gearbeitet.

Die Bedienung ist eine einfache, da der Füllzylinder in der Regel innerhalb eines Tages nur einmal mit Coaks zu versehen ist; bei dieser Gelegenheit muß auch der Rost von Asche und Schlacken befreit werden. Nach 3 bis 4 Wochen ist im Kessel Wasser nachzufüllen.

II. Das Schema einer Dampfdruckheizung nach Körtings Patent

Fig. 234.



Absperrventiles kann jeder Heizkörper aus der Leitung ausgeschaltet werden; am unteren Ende des Heizkörpers strömen Dampf und Kondensationswasser in das Rückleitungsrohr ab und münden sodann in das Standrohr. Um zu verhindern, daß auch Dampf entweiche, bildet das Rückleitungsrohr einen syphonähnlichen Abschluß.

Nr. 66 058 stellt Fig. 234 dar. G ist der auf tiefer Sohle im Keller befindliche Niederdruckdampfessel; das Brennmaterial wird durch den Füllschacht T aufgegeben und verbrennt in einem Schachtrost (Patent Körting), st ist das ins Freie mündende „Standrohr.“ Der Dampf wird den Heizkörpern S durch Dampfverteilungsrohre (V) zugeführt und verdrängt beim Anheizen die

in der Leitung enthaltene Luft. Werden hier auch die Dampfentlastventile v geöffnet, so wird — nach Maßgabe des Wärmebedarfes — die in den Öfen angesammelte Luft in das Syphon-Luftgefäß R^I gedrängt, aus dem sie — nach Schluß der Ventile — durch den im Gefäß R herrschenden Wasserdruck wieder in die Heizkörper zurückkehrt. Hiernach kommen auch die oben beschriebenen Luft- und Auslassventile (Fig. 216) bei der Syphon-Luftregulierung in Fortfall.

Die Öfen sämtlicher Geschosse erhalten zum Keller hinab führende Kondenswasserrohre cc , auch die Verteilungsleitung ist an die Kondenswasserleitung angeschlossen (c').

Vorteile des Körtling'schen Systemes.

- 1) Die im Heizsystem enthaltene Luft steht außer Verbindung mit der Atmosphäre, wodurch das Entlüften der Öfen in Fortfall kommt.
- 2) Die Heizung mit Syphon-Regulierung kann bei entsprechender Abwartung vom Keller her reguliert werden.
- 3) Die Bedienung ist höchst einfach und der Brennmaterialverbrauch relativ gering.

Als Dampfzenger benutzen die Gebrüder Körtling neuerdings den auf Tafel 48 in Fig. 1 bis 3 dargestellten Schachtrostkessel mit eigenartig gestaltetem Zugregulator (Fig. 4). Aus der Zeichnung geht der Schachtrost in seiner Verbindung mit dem Kessel deutlich hervor. Die einzelnen senkrechten Kostelemente sind im Grundriß Fig. 1 oval gestaltet (und oberhalb an einen Sammelkasten angeschlossen, der mit dem Dampf- und Wasserraum des Kessels durch den in Fig. 3 sichtbaren Stutzen in Verbindung steht. Durch diese Anordnung wird eine sehr lebhafte Wassercirculation in den Kostelementen, welche sich nach unten hin frei ausdehnen können, hervorgerufen; Spannungen in den Elementen des Kostes werden vermieden. Der Kofst erhält auch keine Einmauerung, sondern wird vorn und seitlich durch Isolierplatten i gegen Wärmeverluste geschützt. Die Auswechslung eines schadhafsten Elementes ist hiernach leicht und in kurzer Frist zu bewirken.

Der selbstthätig wirkende Zugregler ist in Fig. 4 detailliert dargestellt (Maßstab 1:10). Das in dem U förmig gebogenen Rohre befindliche Gefäß A wird mit Quecksilber gefüllt, das obere dagegen, an das die Dampfleitung anschließt, mit Wasser. Sobald das Cventil der Dampfleitung geöffnet ist, wird das Quecksilber und demzufolge auch der Schwimmer im Gehäuse S unter Dampfdruck gesetzt derart, daß derselbe je nach dem Dampfdruck steigt oder fällt. Der Schwimmer wirkt auf den oberen Hebelarm H , an dessen Ende zwei Klappen befestigt sind. Die

obere Klappe K regelt den Zutritt der Verbrennungsluft zum Feuerraum; sie ist geschlossen, wenn die gewünschte Dampfspannung erreicht ist. Steigt sie noch höher, so öffnet sich die untere Klappe und läßt aus dem gemauerten Kanal V kalte Luft in den Schornstein treten, wodurch der Zug vermindert wird. Das Feuer stagniert dann so lange, bis durch Druckverminderung, also veränderte Klappenstellung, neue Verbrennungsluft eintreten kann. Gewöhnlich ist der Regulator mittels des Gewichtes G so eingestellt, daß bei 0,15 Atmosphären Druck die Luft vom Kofst abgeschlossen wird.

Für kleinere Anlagen verwendet die Firma Körtling jetzt gußeiserne Schachtkessel mit Elementen, ähnlich denjenigen der Schachtroste auf Tafel 48. Dieselben können sich ebenfalls nach unten frei ausdehnen und sind oberhalb an einen Sammelkasten angeschlossen, der gleichzeitig den Dampfraum bildet. — Diese Kessel erhalten gar keine Einmauerung und nehmen daher wenig Raum ein.

In der schematischen Darstellung des Systemes Körtling (vergl. Fig. 234) sind die Heizkörper als Radiatoren dargestellt; es werden aber auch vielfach Körtling'sche Patent-Batterieelemente mit ovalem Querschnitt und geringem Wasserinhalte verwendet. Solche Elemente liefern die größtmögliche Heizfläche auf geringem Raume und sind leicht zu reinigen.

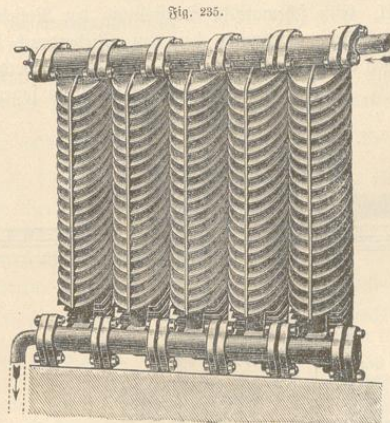
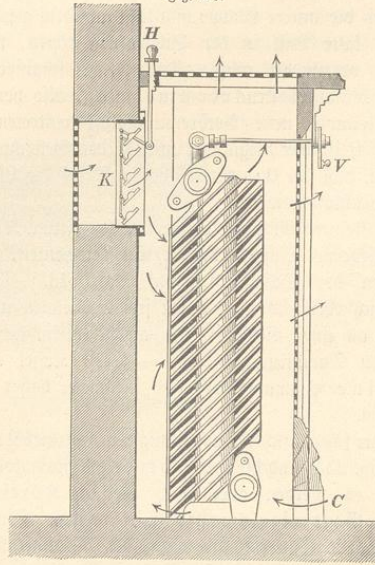


Fig. 235 stellt einen aus fünf Elementen kombinierten Dampfheizkörper dar; das obere Rohr desselben dient zur Zuleitung des Dampfes, durch das untere Rohr steht er mit dem Reguliergefäß in Verbindung.

Fig. 236 zeigt die Aufstellung eines derartigen Heizkörpers nebst Verkleidung mit hölzernem Mantel und Ausstrahlungsgittern für die vorgewärmte Ventilationsluft.

Bei K befindet sich eine Saloufklappe zur Einführung frischer Luft in den Mantelraum. Die Dampfzuflörmung

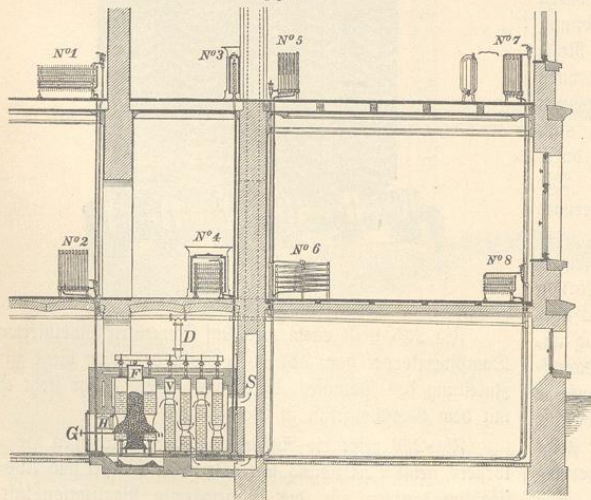
Fig. 236.



reguliert man durch die Kurbel V, die Saloufklappe K wird durch den Hebel H bewegt.

III. Eine schematische Darstellung der Rohrföhrung und Heizkörperanordnung bei den Niederdruck-Dampfheizungen der Gebr. Poensgen in Düsseldorf verdeutlicht Fig. 237. — Zur Dampfzerzeugung wird ein sogenannter

Fig. 237.



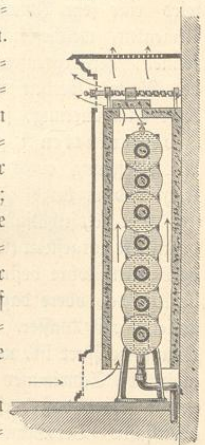
Vertikalgliederkessel mit Füllschacht F, Feuerthür G und Hängerost H verwendet. Dieser Centralofen besteht aus einer durch die Größe der Heizfläche bedingten Anzahl von Gefäßen ovalen Querschnittes, sogenannten Scheibenelementen V, die abwechselnd mit einem oberen resp. unteren Flammrohr versehen sind. K ist die Krostplatte, auf welcher sich Asche und Schlacken ablagern und nach Bedarf in den Aschenraum durchgestoßen werden. Zur Regelung der Verbrennung im Feuerraum und Erzielung einer möglichst gleichmäßigen Dampfspannung im Kessel ist seitlich an dessen Gemäuer ein „Regulator“ angebracht und mit dem Wasserraum des Kessels durch ein Rohr verbunden. Auch dieser Regulator beruht auf den Niveauschwankungen des Quecksilbers in einem mit dem Kesselraum in Verbindung stehenden Glockenrohr, doch sind Hebelmechanismen, welche leicht zu Störungen Veranlassung geben, hierbei vermieden. S ist der Schornstein mit Fuchs und Schieberverschluss, D das Hauptdampfrohr zur Weiterleitung an die Heizkörper. — Als solche kommen zur Anwendung: 1) Rippenheizkörper, 2) vertikale Dekorations-elemente (Radiatoren), 3) Rohrspiralen aus 25 mm weitem Dampfrohr mit Rechts- und Linksgewinde.

Die Rohrföhrung erfolgt bei dem System Poensgen teils mittels Einrohrsystem, teils mittels Doppelrohrsystem; im ersten Falle findet die Regelung der Heizkörper durch Einschaltung von Isoliergehäusen, d. h. einer Ummantelung mit schlechten Wärmeleitern Regelung des Luftumlaufes am Heizkörper statt. Im zweiten Falle kommt das Doppelrohrsystem mit Ventilregulierung in Anwendung. Beide Systeme sind in Fig. 237 zur Darstellung

gebracht, und zwar das Einrohrsystem im Mittelkorridor des Gebäudes, das Doppelrohrsystem in den Zimmern. Bei den Dekorations-elementen Nr. 2, 5, 7 erfolgt die Einföhrung des Dampfes von unten, bei den Rippenheizkörpern Nr. 1, 4, 8 und der Spirale Nr. 6 von oben; das Kondenswasser und die in den Heizkörpern eingeschlossene Luft fließen in der Richtung, wie der Dampf einströmt, ab. Die Luft entweicht durch automatische Entlüfter.

Fig. 238 giebt den Durchschnitt eines sogenannten Isoliergehäuses;

Fig. 238.



daselbe ist kastenähnlich konstruiert und wird über den Heizkörper hier (ein Rippenrohrregister) gestülpt. Die Decke desselben hat eine schließähnliche Öffnung, die mittels eines Schiebers geschlossen werden kann. Der Sockel des Metallgehäuses ist für den Zutritt der Zimmerluft geöffnet; letztere erwärmt sich an dem Heizkörper und tritt durch die verstellbare Schieberöffnung in den Mantelraum und durch die Öffnungen im Ziergehäuse in der Richtung der Pfeile aus.

Bei geschlossenem Schieber hört die Luftbewegung und somit die Wärmeabgabe an den zu heizenden Raum ganz auf, da die isolierende Korkmasse nicht wärmedurchlässig ist. Es wird dadurch aber auch die Zugänglichkeit zum Heizkörper und die Reinigung desselben sehr erschwert, was die Anwendung dieser Regulierungsmethode beschränkt.

§ 67.

Berechnung der Dampfheizungen.

Größe der Kondensationsflächen. Wir haben aus den Anwendungen des § 13 unter 1) erfahren, daß die Wärmeabgabe von horizontalen, eisernen, auf 100° erwärmten Dampfheizröhren, welche in einem Raum von 15° C. aufgestellt sind, von deren Durchmesser abhängig ist und für 0,05 m weite Röhre pro Quadratmeter und Stunde 802 Wärmeeinheiten beträgt, während dieselbe für Röhre von 0,10 m Durchmesser nur 753 Wärmeeinheiten ergibt.

Bei vertikalen Cylindern von 1 m Höhe beträgt dagegen unter gleichen Verhältnissen nach Anleitung des § 14

$$W = 128,4 \cdot 3,36 + 132 \cdot 2,90 = 814 \text{ W.-Einh.}$$

Für vertikale glatte Registerflächen von 1 m Höhe ist endlich (nach Beispiel 3):

$$W = 128,4 \cdot 3,36 + 132 \cdot 2,4 = 748 \text{ W.-Einh.}$$

In diesem Falle haben wir die Annahme gemacht, daß Gefäße, in denen Dampf kondensiert wird, durch den zuströmenden Dampf auf konstanter Temperatur gehalten würden, und daß — wie bei stagnierenden Flüssigkeiten — beide Seiten des Kondensationsgefäßes im Beharrungszustande isothermische Flächen bilden.

Sicherer als die vorstehenden Zahlen sind die Resultate, welche Péclot bei direkten Versuchen über die Kondensation von Wasserdampf in horizontal liegenden, gußeisernen Röhren erhielt, die einer Temperatur von 15° ausgesetzt waren.¹⁾ Die Spannung des Dampfes betrug wenig über eine Atmosphäre und es ergab sich hierbei, daß die pro Quadratmeter und Stunde kondensierte Dampfmenge wiederum abhängig ist vom Durchmesser des Rohres.

1) Péclot, Tome II, No. 1668.

Es betrug nämlich das kondensierte Dampfgewicht pro Quadratmeter und Stunde für horizontale Röhre von Gußeisen: bei 0,05 m Durchmesser = 1,50 kg
 „ 0,10 m „ = 1,44 „
 „ 0,15 m „ = 1,34 „

Von weiterem Einfluß ist das Material der Kondensationsgefäße. Nach Tredgold's Versuchen beträgt das Gewicht des pro Quadratmeter und Stunde kondensierten Dampfes in Röhren verschiedenen Materiales, welche einer Temperatur von 15° C. ausgesetzt waren:

für Weißblech	1,07 kg
„ Glas	1,76 „
„ rostfreies Eisenblech	1,80 „
„ oxydiertes Eisenblech	2,10 „

1) In der Praxis rechnet man gewöhnlich bei glatten Kondensationsröhren von 7 bis 20 cm Durchmesser aus Gußeisen auf eine stündliche Kondensation von 1,8 kg Dampf pro Quadratmeter und Stunde bei einer Temperaturdifferenz von 85° C. zwischen den Heizkörpern und der Zimmerluft. Der Transmissionskoeffizient¹⁾ ist daher:

$$K = \frac{536,5 \cdot 1,8}{85} = 11,36 \text{ W.-Einh.}$$

für 1° Temperaturdifferenz.

Nach dem in der Anmerkung des § 51 mitgeteilten Péclot'schen Versuch würde jedoch nur zu setzen sein:

$$K = \frac{536,5 \cdot 1,5}{73} = 10,73 \text{ W.-Einh.}$$

für 1° Temperaturdifferenz.

2) Bei unmantelten Heizregistern ist die Temperatur der Cirkulationsluft wärmer als 15°, sie bildet etwa das arithmetische Mittel aus der eintretenden Cirkulationsluft und der austretenden Heizluft $\frac{10 + 40}{2} = 25°$; auch wird nicht selten Dampf von höherer Spannung benutzt, was die Verhältnisse wesentlich verändert. — In allen Fällen wird es demnach auf genaue Bestimmung der Temperaturdifferenz $T - t$ ankommen, wobei auch der Wärmeverlust in den Leitungsröhren zu berücksichtigen ist.

1) Redtenbacher, der Maschinenbau I, S. 374, fand für Übergang von Dampf durch einfache Wandungen von Gußeisen $R = 12$. Die neueren Arbeiten über die „Wärmeabgabe von Heizflächen an Luft“ rühren von H. Fischer her (Dingler, Polyt. Journal, Jahrg. 1878, Bd. II). Er fand als Mittel aus einer Reihe von Versuchen mit Dampfheizröhren den Transmissionskoeffizienten (für 1° Temperaturdifferenz zwischen der Luft und der Wärme abgebenden Röhre) bei einer Dampftemperatur von 132 bis 134° C. wie folgt:

für gerippte vertikale Röhre	K = 10,77,
die Wärmetransmission der Rippenfläche allein	K = 7,6,
die Wärmeabgabe glatter vertikaler Röhren bei 18 bis 19° Lufttemperatur	K = 17,
bei einer Haag'schen Heizschlange, welche von Dampf durchströmt wurde, fand man	K = 13,7,

Setzt man mit Redtenbacher die Temperatur des Dampfes $T = 110^\circ \text{C}$.

$$t = 20^\circ \text{ und } K \text{ wie oben} = 11,36,$$

so findet man die Wärmeabgabe glatter Rohre pro Quadratmeter und Stunde: $W = 90 \cdot 11,36 = 1022 \text{ W.-Einh.}$, ein Wert, der jedenfalls sehr hoch ist, und in der Praxis mit Sicherheit nur da zu Grunde gelegt werden sollte, wo die strahlende Wärme der Heizfläche vollständig ausgenutzt werden kann.

Nach Valerius (Les applications de la chaleur) geben Dampfheizkörper, welche im Fußboden liegen, resp. ummantelt oder in Heizkammern aufgestellt sind, pro Quadratmeter und Stunde nur 8 bis 10 Wärmeinheiten für 1° Temperaturdifferenz ab (also für 100° Temperatur-

differenz 800 bis 1000 Wärmeinheiten. Freistehend strahlende Kondensationsgefäße geben dagegen bei 1° Temperaturdifferenz pro Quadratmeter und Stunde 10 bis 14 Wärmeinheiten ab. Wird nun die Luft mit etwa 0° genommen und bis 20° erwärmt, so daß die mittlere Temperatur 10° beträgt, so erhält man für Dampf von 105° eine stündliche Transmission von 950 bis 1330 Wärmeinheiten. Diese Koeffizienten würden im großen ganzen auch für Dampfwaßeröfen maßgebend sein, weil das Wasser in diesen Heizkörpern offenbar dieselbe Temperatur hat, wie der Dampf, solange derselbe auf dem Wasser steht.

Zur theoretischen Bestimmung der Abmessungen von Dampfheizkörpern verschiedener Gattung kann auch nachstehende Tabelle von S. Kietzschel benutzt werden:

Tabelle I über Wärmeabgabe von Heizkörpern bei Dampfheizung.

Nr.	Heizkörper	Transmissionskoeffizient	Berechnete Wärmeabgabe eines Quadratmeters Heizfläche bei			
			Niederdruckdampfheizung		Hochdruckdampfheizung	
			Luft wird erwärmt von 20°C . auf	Abgegebene Wärmemenge	Luft wird erwärmt von 20°C . auf	Abgegebene Wärmemenge
1	Freistehende glatte Rohre	$K = 15$	50°	980 W.-Einh.	60°	1050 W.-Einh.
2	Ummantelte glatte Standrohre	$K = 12$	60°	720 "	70°	780 "
3	Freiliegende glatte Rohre, nicht über 150 mm weit	$K = 15$	40°	1050 "	50°	1125 "
4	Desgl. ummantelt	$K = 12$	50°	780 "	60°	840 "
5	Schmiedeeiserne Heizkörper mit geringem Dampfraum	$K = 15$	55°	940 "	65°	1010 "
6	Desgl. ummantelt	$K = 12$	60°	720 "	70°	780 "
7	Gußeiserne Rippenregister mit geringem Dampfraum und niedrigen Rippen	$K = 11$	50°	720 "	60°	770 "
8	Desgl. ummantelt	$K = 9$	60°	540 "	70°	580 "
9	Luftrohre außen von Dampf umgeben bis 100 mm weit	$K = 9$	70°	500 "	80°	540 "
10	Desgl. bis zu 200 mm weit	$K = 9,5$	60°	570 "	70°	620 "
11	Desgl. über 200 mm weit	$K = 10$	50°	650 "	60°	700 "

In der Praxis werden gewöhnlich die Werte der Tabelle II zu Grunde gelegt:

Tabelle II.

Nr.	Heizkörper	Stündlich abgegebene Wärmemenge auf 1 qm Heizfläche	
		Niederdruckdampfheizung	Hochdruckdampfheizung
1	Glattes Rohr, stehend	700 bis 750	850 bis 900
	liegend	750 " 800	900 " 950
2	Rohrspiralen	650 " 700	800 " 850
3	Rippenregister, gußeis.	400 " 500	500 " 600

Anm. Bei verkleideten Heizkörpern ist je nach Art der Verkleidung bis 25 Proz. weniger Wärmeabgabe in Ansatz zu bringen.

Bestimmung des Dampfessels. Nimmt man an, daß der Dampf gesättigt mit 100°C . in den Kondensationsgefäßen ankommt und das Kondenswasser mit 100°C . abfließt, dann werden durch die Kondensation von jedem Kilogramm gesättigten Dampfes 536,5 Wärmeinheiten frei. — Beträgt nun der Maximalwärmeverlust des Gebäudes pro Stunde W_x Wärmeinheiten, so sind stündlich zu erzeugen:

$$P = \frac{W_x}{536,5} \text{ kg Dampf.}$$

Die Dampfproduktion bei Kesseln mit äußerer und innerer Feuerung beträgt aber pro Stunde und Quadratmeter = 15 bis 25 und im Mittel 20 kg:

die totale Heizfläche des Kessels ist daher:

$$F = \frac{P}{20} = \frac{W_x}{536,5 \cdot 20} = \frac{W_x}{10730} \text{ 1)}$$

Wasserraum. Nach Morin soll folgendes Verhältnis stattfinden: Bezeichnet

V den Rauminhalt des Kessels,

V_w den Wasserraum eines Kessels von n. Pferdekraft, dann soll

V gewählt werden zwischen 0,66 n. cbm und 0,59 n. cbm,

V_w " " " 0,40 n. cbm " 0,36 n. cbm.

In der Praxis wird die Dampfproduktion in Pferdekraften angegeben, ohne Rücksicht auf die Verwendungsart, und ist ein Kessel von drei Pferdekraften ein solcher, der stündlich 3 . 33 kg Dampf produziert.

Auch der Brennmaterialkonsum kann empirisch bestimmt werden. Da nämlich 1 kg Steinkohle, auf dem Kofst verbrannt, 6 bis 8 kg Dampf erzeugt, so nimmt man im Mittel eine 7fache Verdampfung an. 2)

Ist nun

p das Gewicht des Brennmaterials,

P die Anzahl Kilogramm gesättigten Dampfes, die stündlich erzeugt werden sollen, so hat man

$$p = \frac{P}{7} = \frac{W}{7 \cdot 536,5} \text{ kg Kohlen.}$$

Da auf einem Quadratmeter Kofstfläche stündlich 40 kg Kohle verbrannt werden, so ist die totale Kofstfläche:

$$\varphi = \frac{P}{40} \text{ und die freie Kofstfläche} = \frac{1}{4} \varphi = \frac{P}{160}.$$

Kosten der Dampfheizung.

Auch hier variieren die Kostenbeträge je nach Größe der Räume und Ausstattung der Heizkörper ganz erheblich. — In den Schulhäusern der Stadt Kiel betragen nach Hesse die Anlagekosten der Dampfheizung pro Kubikmeter Heizraum nur 1,55 Mk.; die täglichen Heizkosten stellen sich pro 100 cbm auf 9,155 Mk. Dagegen belaufen sich die Anlagekosten einer Dampfheizung in Magdeburg (bei welcher 10940 cbm Raum mit 226 qm Heizfläche erwärmt

1) Nach Redtenbacher $F = \frac{W_x}{10400}$.

2) Die Durchschnittsleistungsfähigkeit der besten Röhrenkessel ist allerdings eine höhere; sie ist auch keine gleichmäßige, sondern ändert sich mit dem größeren oder geringeren Druck. Nach den Betriebsergebnissen der Dampfstriktsheizung zu Lockport wurden bei 241° F. = 116° C. durch 1 Pfd. Kohle 9,36 Pfd. Wasser verdampft, und bei 25 Pfd. Dampfdruck ist eine neunfache Verdampfung garantiert. Vergl.: Auszug aus dem Bericht des Ingenieurgeneral Haupt in Nr. 14 des „Rohrlegers“, Jahrg. 1877.

Breymann, Baufunktionslehre. IV. Vierte Auflage.

werden) pro Kubikmeter auf 3,03 Mk. und die täglichen Heizkosten pro 100 cbm zu erwärmenden Raum auf 0,225 Mk.

Kosten der Dampfwasserheizung.

1) Eine sehr vollkommen eingerichtete Anlage ist in der Irrenheilanstalt zu Düren¹⁾ zur Ausführung gelangt. Die Dampfesselanlage besteht aus vier Kesseln nach Dupuis'schem System mit 3.60 + 22,5 = 202,5 qm feuerberührter Fläche, wovon etwa 170 qm durch den Betrieb der Dampfwasserheizung absorbiert werden. Es werden erwärmt:

22000 cbm Raum auf 16° R. durch 730 qm Dampfwasserösen,
12000 " " " 10—11° R. " $\left\{ \begin{array}{l} 40 \\ 200 \end{array} \right.$ " Dampfheizkörper,
also 34000 cbm Raum durch 970 qm Heizfläche,

so daß auf jeden Quadratmeter feuerberührte Fläche der Dampfessel 5,7 qm Fläche der Heizkörper entfallen. Zur Bedienung der Dampfwasserheizung und der sonstigen maschinellen Einrichtungen der Irrenanstalt sind ein Maschinist und zwei Kesselheizer angestellt.

Die täglichen Betriebskosten haben sich pro 100 cbm Heizraum auf etwa 0,085 Mk. gestellt.

2) Im Polytechnikum zu Zürich, in welchem diese Heizung sich nunmehr seit fast 30 Jahren bewährt hat, werden 48 227 cbm Heizraum durch vier Kessel erwärmt, die in zwei Gruppen aufgestellt und von einem Heizer bedient sind. Die Anlagekosten stellen sich auf 1,32 bis 2,40 Mk. für den Kubikmeter zu heizenden Raum.

Die täglichen Betriebskosten betragen pro 100 cbm Heizraum im Durchschnitt 0,14 Mk.

§ 68.

Kombinierte Centralheizsysteme.

Auch die Dampfwasserheizung wird in der Regel zu den kombinierten Heizsystemen gezählt. Wir hielten uns berechtigt, sie im Zusammenhange mit der Dampfheizung zu besprechen: 1) weil sie im Prinzip nur dadurch von letzterer abweicht, daß das Wärme tragende Medium nach beiden Aggregatzuständen, d. h. in elastisch flüssiger Form als Transportmittel und in tropfbar flüssiger als Reservationsmittel für Wärme benutzt wird und 2) weil für beide Methoden auch der Wärmerecipient derselbe bleibt, nämlich ein Dampfessel oder ein System von solchen.

1) Zum Studium dieser vortrefflichen Heizanlage mit den Einrichtungen der Koch- und Waschanstalt, der Wasch- und Badeeinrichtungen u. s. w. verweisen wir auf den beachtenswerten Artikel in Nr. 1 bis 11, Jahrg. 1879 des „Rohrlegers“. Die Nr. 3 der Zeitschrift enthält den Lageplan der Irrenheilanstalt.