



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

B. Die Wasserheizung.

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

Temperatur der Luftschichten (früh 9 Uhr).	
1,55 m über dem Fußboden der Kirche	+ 12° R.
1,25 m " " " " " "	+ 11 1/2° R.
Am Podium der Kirchenstühle	11 1/4° R.
Zweite Empore	10 3/4° R.

Über Nachhaltigkeit der Wärme geben folgende Zahlen Aufschluß:
 Sonntag 9 Uhr früh 4 Uhr Nachmittag Montag 9 Uhr Vormittag
 + 12° R. + 10° R. + 7° R.

Bestimmung der Heizfläche bei Kanalheizungen.

Bisher sind von den Konstrukteuren nur empirische Sätze zu Grunde gelegt worden, da es in der That schwierig ist, Formeln zum allgemeinen Gebrauch aufzustellen. In der Regel ist zuvörderst zu entscheiden, ob die Kirche nach Maßgabe ihrer Dimensionen durch ein oder zwei Systeme geheizt werden soll, d. h. ein oder zwei Öfen nötig werden, welche dann zu den entgegengesetzten Seiten der Kirchen anzubringen sind.

Da die eisernen Heizröhren nur in die Gänge der Kirche gelegt werden können, muß man dahin streben, einen Uberschuß an Heizfläche zu erhalten, schon deshalb, weil diese Heizung nur mit wöchentlicher Intermission erfolgt und die Erwärmung gewöhnlich in 6 bis 8 Stunden bewirkt werden muß.

Als Wärme abgebende Heizflächen sind nur der Heizofen und die eisernen Heizröhren zu betrachten, da die genauerten Kanäle gewöhnlich nur als geschlossene Leitungskanäle für die Verbrennungsprodukte dienen. Zu unseren Beispiele sind dieselben ummantelt und daher als massive Heizflächen in Betracht zu ziehen. Erfahrungsmäßig sind zu rechnen:

auf 100 cbm Raum 0,20 bis 0,37 qm Fläche des Heizofens,
 " 100 " " 0,66 bis 0,93 " " der gußeisernen Röhren; die niedrigeren Zahlen stellen Resultate aus den größten Kirchen dar. — Ein laufendes Meter Heizrohr von ovalem Querschnitt hat rot. = 0,90 qm Heizfläche.

Für ältere Kirchen wird eine eigentliche Transmissionsberechnung nie aufgestellt, weil die Beschaffenheit der Wände, Fenster und Decken und das häufige Öffnen der Thüren von wesentlichem Einflusse auf den Wärmeverlust sind, so daß eine theoretische Ermittlung der Transmission doch sehr unsichere Resultate liefert. Sind Thüren, Fenster und Decken dagegen sehr dicht, auch Vorhallen und Windfänge vorhanden, so kann der stündliche Wärmeverlust annähernd nach den im dritten Abschnitt vorgetragenen Grundsätzen ermittelt und daraus die Heizfläche theoretisch abgeleitet werden, wobei wegen der wöchentlichen Intermission der Erfahrungskoeffizient $\varphi = 2,0$ in Anwendung zu bringen ist.

Heizkosten. Sie belaufen sich für wöchentlich einmalige Heizung im Durchschnitt auf 10 Pfennige für

100 cbm zu heizenden Raum, womit man auch bei kleineren Kirchen auskommt.

Anlagekosten. Die Firma Kemy & Reifenrath liefert Heizöfen in zwei Größen, nämlich zum Preise von 750 und 1000 Mark.

Der Preis der Heizröhren inklusive Fracht, Aufstellung, Verschraubung u. s. w. beläuft sich pro laufendes Meter auf 12 bis 15 Mark; der Preis der Gitterplatten beträgt pro Meter 9 bis 11 Mark.

Die Erd- und Maurerarbeiten betragen nach bisherigen Erfahrungssätzen annähernd soviel als die eisernen Apparate.

Auf das Quadratmeter der inneren Grundfläche reduziert, betragen die Anlagekosten zwischen 3,0 bis 3,5 Mark, wobei auch die Maurerarbeiten mit eingeschlossen sind. Im übrigen lassen sich die Kanalheizungen den kleinsten wie den größten Lokalitäten anpassen. Als Beispiele dafür nennen wir einige mit Kanalheizung versehene neuere Kirchen Leipzigs:

die Nikolaikirche (1867 angelegt) mit 18200 cbm Raum	
" Thomaskirche (1868 ") " 22800 " "	
" Johannisikirche (1868 ") " 3500 " "	
" Neue Kirche (1869 ") " 11400 " "	

Resumé. Das vervollkommnete System der Kanalheizung bietet mancherlei Vorzüge für die Erwärmung langgestreckter und hoher Kirchenräume, nämlich:

- 1) Die vorzugsweise Erwärmung der Luftschichten dicht über dem Fußboden infolge Einleitung einer Luftcirculation im unteren Raume.
- 2) Geringes Erfordernis an Brennstoff, wegen hoher Ausnutzung des Brennmaterials in langgestreckten Feuerzügen.
- 3) Nachhaltigkeit der Wärme in der Ziegelmaße.
- 4) Dauerhaftigkeit, da die Anlage geschützt im Boden liegt.
- 5) Verhältnismäßig geringer Kostenaufwand für die erste Anlage und wenig Reparaturen.

B. Die Wasserheizung.

§ 50.

Wird in einer geschlossenen, mit Wasser gefüllten Glasröhre A A' eine Stelle C der unteren Biegung erwärmt, so wird das Wasser in der Röhre durch die Wirkung der Wärme ausgedehnt und steigt in A aufwärts, während kälteres Wasser in dem Schenkel A' abwärts fällt, d. h. es entsteht Cirkulation in der Richtung der Pfeile. Die Cirkulation hört allmählich auf, wenn die Temperatur des Wassers in beiden Schenkeln nahezu die gleiche geworden ist. Hält man aber einen, in kaltes Wasser getauchten Schwamm D gegen das Röhrenstück A', in welchem der Strom nieder-



geht, so wird die Circulation wieder lebhafter und dauert fort, so lange die Flamme erwärmend und der Schwamm abkühlend wirkt.

Man kann denselben Vorgang im großen Maßstabe hervorbringen, wenn man Wasser in ein spiralförmig gebogenes Rohr einschließt und in einem Ofen erwärmt, während der übrige Teil der Rohrleitung in Räume gelegt ist, die eine niedrigere Temperatur haben und durch die Röhren erwärmt werden sollen. Auch hier entsteht Circulation des Wassers in dem in sich selbst zurückkehrenden Rohre, nur vertritt die Ofenheizung die Flamme des vorhergehenden Versuches und die kalte Luft der Räume ersetzt den abkühlenden Schwamm. Das Wasser verläßt die Schlangenvöhre, von deren höchstem Punkt ausgehend, mit hoher Temperatur, circuliert durch die außerhalb des Ofens liegende Rohrleitung, wird hier durch Wärmeabgabe an die umgebenden Mauern abgekühlt und kehrt zum tiefsten Punkte der Spirale zurück, um neuerdings erwärmt zu werden und eine weitere Circulation zu beginnen.

Auf diesem Prinzip beruhen die Wassercirculationsheizungen, welche gegenwärtig nach drei bis vier verschiedenen Systemen ausgeführt werden, deren wesentlichstes Unterscheidungsmerkmal der in den Leitungen herrschende Druck, respektive die dem Druck entsprechende Temperatur des Wassers ist.

Ursprünglich existirten nur die Niederdruck- und die Hochdruckheizung als Extreme. Bei ersterer wird das Wasser höchstens bis zum Siedepunkt erwärmt; bei letzterer fand ursprünglich eine Erwärmung über 200°C . hinaus statt. Um aber die Vorteile beider Systeme möglichst zu verbinden und die aus der hohen Erwärmung resultierenden Nachteile zu beseitigen, entstanden die sogenannten Mitteldruckheizungen, bei welchen der Siedepunkt des Wassers zwar überschritten, aber höchstens eine Temperatur von 125 bis 150°C . erreicht wird.

Nach der für die Erwärmung innegehaltenen Grenze kann man nun folgende vier Systeme unterscheiden:

Warmwasser-	heizung		mit Niederdruck. Erwärmung unter
			dem Siedepunkte,
Heißwasser-	heizung		mit Mitteldruck. Erwärmung über dem
			Siedepunkte, aber höchstens bis 130°C .,
Heißwasser-	heizung		mit Mitteldruck. Erwärmung bis
			150°C .,
Heißwasser-	heizung		mit Hochdruck. Erwärmung über 150° ,
			aber höchstens bis 200°C .

Geschichtliches.

Der Gebrauch, mittels des heißen Wassers eine künstliche Wärme zu verbreiten, war schon den Römern des Altertums bekannt, denn sie machten davon Anwendung

bei ihren Warm- und Schwigbädern. Die Bäder des Caracalla, Titus, Diocletian besaßen nach Vitruvs Zeugnis eigene Vorrichtungen zur Heizung und zur Leitung heißen Wassers in die Reservoirs. Aber höchst wahrscheinlich wendeten die Römer zu letztgenanntem Zweck nur mechanische Mittel an, weil ihnen die Circulation des erwärmten Wassers nicht bekannt war. Erst im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts erhielt diese Heizmethode eine rationelle Verwendung.

Die Grundsätze der Heizung durch Wassercirculation machte Bonnemain im Jahre 1777 der Akademie der Wissenschaften zu Paris bekannt. Sein Apparat diente zur Hervorbringung konstanter Temperaturen in einem künstlichen Brütherde und ist derselbe für die Zeit seines Entstehens höchst bemerkenswert, ¹⁾ denn er enthält bereits alle Prinzipien unseres modernen Apparates. Seine Bemühungen um Vervollkommnung des Systemes und um Regulierung des Temperaturgrades kamen indessen weniger ihm als seinen Nachfolgern zu statten.

Die Methode wurde erweitert und durch den Marquis v. Chabannes zur Beheizung von Gebäuden angewendet, diesem auch im Jahre 1818 in England patentiert. ²⁾ Sie beruht im wesentlichen auf Bonnemains Ideen, welche teils durch diesen, teils durch andere Gelehrte vervollkommen worden waren.

Auch der von Baco und Atkinson in England um 1822 angegebene Wasserheizapparat war nur eine Modifikation des Verfahrens von Bonnemain; der einzige Unterschied bestand darin, daß Bonnemain sehr enge Röhren, der Architekt Atkinson dagegen solche von $0,12$ bis $0,15$ m Durchmesser verwendete und daß dieser eine zweite Röhre hinzufügte, wodurch der Apparat im allgemeinen die Form erhielt, welche er bis auf unsere Tage beibehalten hat. Alle neueren Fortschritte beruhen im wesentlichen auf Vervollkommnung der Details.

Ein zeitgenössisches Werk, welches die einschlägigen Fragen im Zusammenhang behandelt, war das Tredgold'sche: ³⁾ „Grundsätze der Kunst, Gebäude zu heizen und zu lüften“ (in der französischen Übersetzung 1825). Ihm folgte 1855 Charles Hood in London mit einer praktischen Abhandlung über die Heizung der Gebäude durch warmes Wasser. Gleichzeitig erschien das Werk von Richardson: Popular Treatise on the Warming. Die darin sehr detailliert beschriebenen Dispositionen sind in

1) Abgebildet bei: Pécolet, Traité de la chaleur. Tome II, Fig. 447.

2) Abbildung bei: Ch. Joly, Traité pratique du chauffage. Paris 1873 (p. 180). — Vergl. auch: Marquis de Chabannes, On conducting air by forced ventilation. London 1818.

3) Th. Tredgold, The principles of warming and ventilating buildings. London 1825 u. 1836.

Frankreich durch Leon Duvoir¹⁾ — der eine Anzahl Patente auf Einrichtungen an den Warmwasserheizungen gewonnen hat — und durch d'Hamelincourt zur Ausführung gebracht worden, und zwar nach Péclet's Ausspruch „ohne irgend welche wesentliche Verbesserung am System oder an den Apparaten“.

Die Vervollkommnung und Ausbildung des Systemes der Hochdruckheizung ist dagegen dem englischen Ingenieur Perkins zuzuschreiben. Er erhielt darauf ein Patent²⁾ „für Verbesserung an dem Apparate zur Heizung von Gebäuden und Erhitzung von Metallen“ und seit jener Zeit hat die Perkins'sche Methode in England die ausgedehnteste Anwendung gefunden. — In Deutschland ist die Hochdruckheizung erst seit circa 30 Jahren allgemeiner eingeführt; die Firmen J. L. Bacon in Berlin und J. Haag in Augsburg haben sich nicht unbedeutende Verdienste um die Verbreitung und Verbesserung des Systemes erworben.

Die neueste Zeit endlich hat nicht eben andere Systeme gezeitigt, aber das Vorhandene ist wissenschaftlicher durchgebildet und dadurch der Vollendung nähergeführt worden. Die gegenwärtig gebräuchlichen Methoden sind in der nachstehenden Übersicht enthalten.

Allgemeine Übersicht der verschiedenen Systeme der Wasserheizung.

I. Das Niederdrucksystem. Der Heizapparat besteht aus einem Kessel, welcher — im Gegensatz zu den Dampfkesseln — vollständig mit Wasser gefüllt ist. Das Wasser soll hier nämlich nicht verdampft, sondern zum Zweck der Circulation höchstens bis zu 95° C.³⁾ erhitzt werden: das System ist daher ein offenes. Vom höchsten Punkte des Heizapparates geht ein vertikales Rohr, das Steigerrohr, ab, das hoch über dem ganzen übrigen Apparat in einem offenen cylindrischen Gefäße endigt. Letzteres wird Expansionsgefäß genannt, weil es dazu dient, die Ausdehnung der Flüssigkeit und die Entwicklung von Dampfblasen zu gestatten. Vom Steigerrohr zweigt sich nach allen denjenigen Punkten, wo Wärme abgegeben werden soll, ein Verteilungsrohr ab, welches die Wasserzufuhr vermittelt. In den zu heizenden Localen stellt man gewöhnlich hohle, mit Wasser gefüllte Heiz-

körper (sogenannte Wasseröfen) mit möglichst großer Oberfläche auf; sie werden von dem warmen Wasser durchströmt. Die Abzweigungen für den Zufluß münden am oberen Ende der Heizkörper ein und das abgekühlte Wasser sinkt nach unten, wo die Rückflußstränge anschließen. — Letztere bilden in ihrer Vereinigung die Rückflußleitung, durch welche das abgekühlte Wasser zum unteren Teile des Kessels zurückgeführt wird, und die Wassercirculation wird so lange stattfinden, als zwischen der Temperatur im Steigerrohr und Rücklaufrohr noch eine Differenz stattfindet. Da nun das Wasser mit etwa 40° zum Kessel zurückkehrt, beträgt die nutzbare Temperaturdifferenz = 55° C. Das System enthält erhebliche Wassermengen mit bedeutendem Wärmeverrat, es bleibt also auch dann wirksam, wenn dem Kessel Wärme nicht mehr zugeführt wird, denn so lange das in den Heizkörpern eingeschlossene Wasser sich nicht auf die Temperatur der umgebenden Luft abgekühlt hat, so lange hört die Wärmeabgabe und demnach die Circulation nicht auf.

Folgerungen. 1) Das offene Reservoir bestimmt den Charakter der ganzen Anlage und begrenzt deren Leistungsfähigkeit. Eine Steigerung der Wassertemperatur bei starker Winterkälte ist nicht angänglich: es würde Dampfbildung und Überlaufen des Wassers im Reservoir stattfinden; es muß in solchem Falle anhaltender als gewöhnlich geheizt werden. — 2) Zur Erzielung eines Maximalerfoltes sind große Heizflächen erforderlich. — 3) Die vollständige Erwärmung der Zimmer tritt erst nach vier Stunden ein.

II. Die Warmwasserheizung mit **Mittel- und Hochdruck**. Sie arbeitet nicht mit offenem Reservoir, sondern das Steigerrohr ist am höchsten Punkte durch ein Ventil geschlossen. Hierdurch ist man im Stande, den in den Leitungen herrschenden Druck auf 3 bis 4 Atmosphären zu steigern. Die höhere Temperatur der Heizkörper gestattet nun bei gleicher Wärmeabgabe kleinere Transmissionsflächen als bei dem System der Niederdruckheizung, wodurch sich die Anlage einfacher und billiger gestaltet. — Freilich wird das Wärme-Reservationsvermögen geringer als im ersten Falle sein, weil die Heizkörper weniger Wasser enthalten.

III. Heißwasserheizung mit **Mittel- und Hochdruck** unterscheiden sich im wesentlichen nur durch den angewendeten Temperaturgrad und die geringere oder höhere Belastung des Expansionsventiles; beide Methoden können daher zusammen besprochen werden.

Hier liegt kein Kessel im Ofen, sondern eine aus 34 mm starkem, schmiedeeisernem, gezogenem Rohre gebogene Spirale. Vor dem Gebrauche werden die Rohre mittels einer hydraulischen Vorrichtung auf einen Druck von 140 Atmosphären geprüft. Vom oberen Ende der Spirale führt das Rohr bei konstantem Durchmesser nach den zu heizenden Räumen, in denen so viele Meter Rohr angebracht

1) Seine Einrichtungen für das Hospital Lariboisière sind besprochen in dem Abschnitt „Ventilation“.

2) Nach dem Repertory of Patent-Inventions, März 1832, datiert sein Patent vom 30. Juli 1831.

3) In Gebäuden von drei oder mehr Geschossen, wo die auf dem Kessel lastende Wasserzäule von 12 bis 14 m Höhe einer Spannung von 1½ Atmosphären gleichkommt, tritt das Sieden erst bei höheren Temperaturgraden (etwa 110°) ein, so daß Erhitzung des Kessels bis zu 100° C. stattfinden darf.

werden, als zur Ausgleichung des Wärmeverlustes nötig sind, sei es in Form einer geraden Leitung, sei es in Form einer Spirale. Die Leitung kehrt dann nach dem Fußpunkte der Dfenspirale zurück, bildet demnach ein Rohr ohne Ende. Am höchsten Punkte des Systems ist die Vorrichtung zum Regulieren des Druckes angebracht; diese besteht entweder aus einem Expansionsventil, das in einem Reservoir eingeschlossen ist, oder aus einem schmiedeeisernen Windkessel, d. h. einem Rohre von circa 8 cm Weite und entsprechender Länge, welches mit Schraubstößelverschluß versehen ist und „Expansionsrohr“ genannt wird.

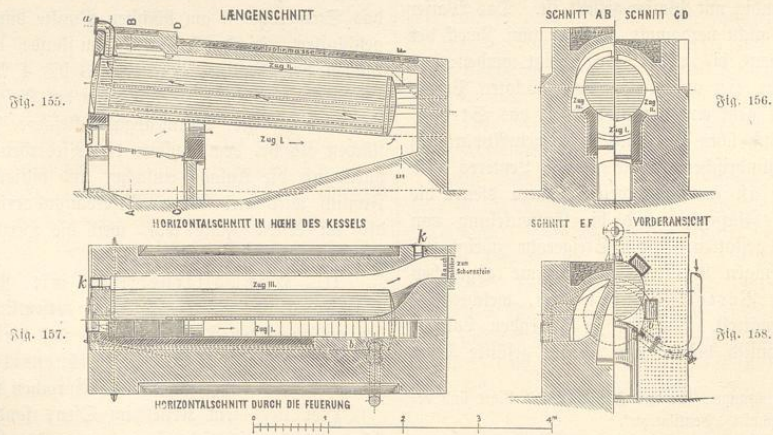
Folgerungen. Der geringe Wasserinhalt des Systems gestattet ein schnelles Anheizen (in 2 bis 2 1/2 Stunden) und das hoch erhitzte Wasser erzeugt eine intensive Wirkung. Dagegen ist die Reservationskraft äußerst gering: wie bei eisernen Öfen so hört auch hier die Wärmeabgabe der Heizrohre kurze Zeit nach dem Erlöschen des Feuers auf. Da die Rohre leicht gebogen und gewendet werden können, erfolgt die Herstellung ohne wesentliche Schwierigkeiten, dem lokalen Bedürfnis entsprechend, dem das System sich leicht anschmiegen läßt.

Nach dieser allgemeinen „Übersicht“ wollen wir uns der speziellen Betrachtung der einzelnen Systeme zuwenden.

A. Die Warmwasserheizung.

§ 51.

Als integrierende Bestandteile jeder Niederdruckheizung werden unterschieden:



- der Kessel, der die vom Feuer entwickelte Wärme aufnimmt;
- die Leitungsröhren;
- das Ausdehnungsgefäß;
- die Heizkörper (Öfen, Register).

a) Der Kessel.

Die Kessel der Warmwasserheizungen werden aus Schmiedeeisen, seltener aus Kupfer gefertigt. Findet, wie in Schulen, Verwaltungsgebäuden, Wohnhäusern u. s. w. nur Heizung bei Tage und Unterbrechung bei Nacht statt, so muß bei jedesmaligem Gebrauch die Kesselanlage von neuem angeheizt werden. Hier legt man dann den Wärmeverrat in die eingeschlossene Wassermasse und heizt, wenn erst in den Räumen die verlangte Temperatur erreicht ist, mittels aufgespeicherter Wärme nach. Solchem Zweck dienen die sogenannten Walzen- und die Flammrohrkessel.

Die Walzenkessel ermöglichen ein günstiges Verhältnis zwischen Wasservolumen und feuerberührter Fläche: soll aber — wie bei größeren Anlagen — die Heizfläche vermehrt und gleichzeitig das Wasservolumen vermindert werden, so versieht man den Kessel mit einem durchgehenden Flammrohr. In allen Fällen erhält der Kessel am höchsten Punkte des Vordertheiles und am tiefsten Punkte des Hinterhauptes Rohrstutzen angenietet, an welche die Zufluß- resp. Rückflußleitung angeschlossen wird. Die Feuerung ist bei den Flammrohrkesseln — wenn es der Raum gestattet — eine „vorgelegte“ und bei den Walzenkesseln gewöhnlich eine „untergelegte“.

Die Fig. 155 bis 158 stellen einen cylindrischen oder Walzenkessel mit unterlegter Feuerung dar. Die Bewegung der Feuerung geht zunächst über die Feuerbrücke, bespült in Zug I den Kessel unterhalb, tritt

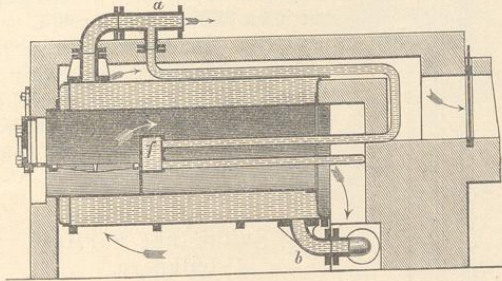
am Hinterhaupt nach oben, bewegt sich in Zug II am Kessel entlang und kehrt endlich in Zug III an der linken Seite desselben zurück. Von hier gelangen die Verbrennungsprodukte durch den Fuchs zum Schornstein; zwischen beiden ist der Rauchschieber eingeschaltet. Zur

Reinigung der Züge dienen die Kapseln k k (Fig. 157). Das Rohr der Rückflußleitung mündet bei b in den Kessel ein; an seiner tiefsten Stelle ist ein Hahn angebracht, mittels dessen das ganze System entleert werden kann. Wärmeverluste werden durch die über der Decke der Züge II und III angebrachte Isoliermasse verhindert.

Auf Tafel 33 ist ein Doppelkessel für Wasserheizung dargestellt, welcher sich für größere Anlagen eignet. Beide Kessel sind so gelagert, daß ihr hinterer Teil 30 bis 50 mm höher liegt und die Luft bequem durch das Steigerrohr (a) entweichen kann. Das Rückflußrohr b am Vorderboden vermittelt in Gemeinschaft mit dem Zuflußrohr a die Cirkulation des Wassers mit dem Rohrsystem und den Heizkörpern. In der Ansicht sind die Feuerthüren mit e, der Aschenfall mit f, die Reinigungskapseln für die Züge mit g und die Verankerung des Kessels mit h bezeichnet. Der Kof ist zeitweilig und zum Zweck wechselseitiger Beschickung durch die Zunge c aus Chamottemauerwerk getrennt. Die Feuerbrücke aus demselben Material schließt den Feuerraum ab. Der Gang der Feuergase ist durch Pfeile, die Züge sind durch römische Zahlen bezeichnet; VI ist der Fuchs, er führt zum Schornstein. — Dieser Doppelkessel kann angewandt werden, wo es sich um eine große Heizfläche mit bedeutendem Wasserinhalt handelt.

Einen Flammrohrkessel mit innen liegender Feuerung von D. Peschke in Berlin haben wir in Fig. 159 zur Darstellung gebracht. Die hintere Begrenzung des Feuerherdes ist nicht aus Chamottesteinen hergestellt, sondern sie wird durch einen in das Flammrohr

Fig. 159.



eingebauten eisernen Hohlkörper f gebildet, der durch entsprechend weite Rohrleitungen mit dem Steigerrohr a und dem Rücklaufrohr b in Verbindung gebracht ist. Es wird dadurch nicht allein eine Vergrößerung der Heizfläche erzielt, sondern auch die Bewegung des Wassers in den Heizrohren beschleunigt, und zwar besonders beim Anheizen.

Breymann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Soll mit der Tagesheizung auch ein Nachtbetrieb verbunden werden, so legt man den Wärmeverrath in das Brennmaterial, es muß dann aber der Fassungsraum für dasselbe so groß angelegt sein, daß er die ganze Füllung für den Nachtbetrieb aufnehmen kann. Hierbei kommen meistens Röhrenkessel mit Schüttvorrichtung (Füllschacht) zur Verwendung.

Ein Schüttkessel neuester Konstruktion für Wasser-Niederdruckheizung ist in den Fig. 160 bis 162 dargestellt. Derselbe besteht aus:

Fig. 160.

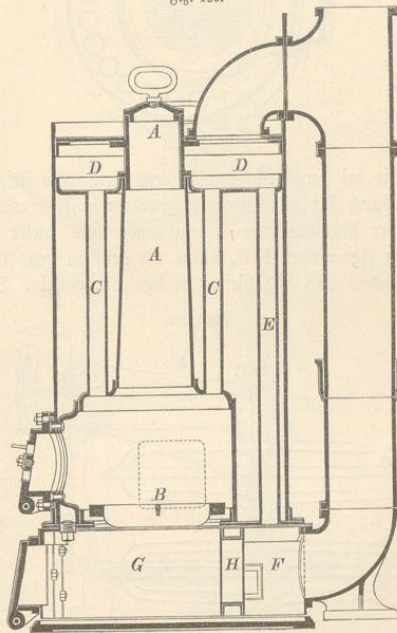
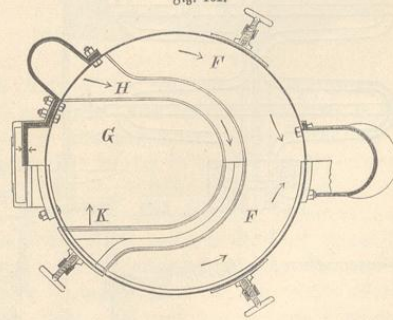


Fig. 161.

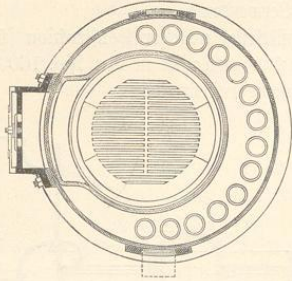


dem Sockel G mit Aschenfall, Aschenfallthür und regulirbarer Luftzuführung;

dem eigentlichen Kessel mit Füllschacht A, Rost B, Feuerbüchse nebst Feuerthür und den Stützen zum Anschluß der Steige- und Rücklaufrohre;

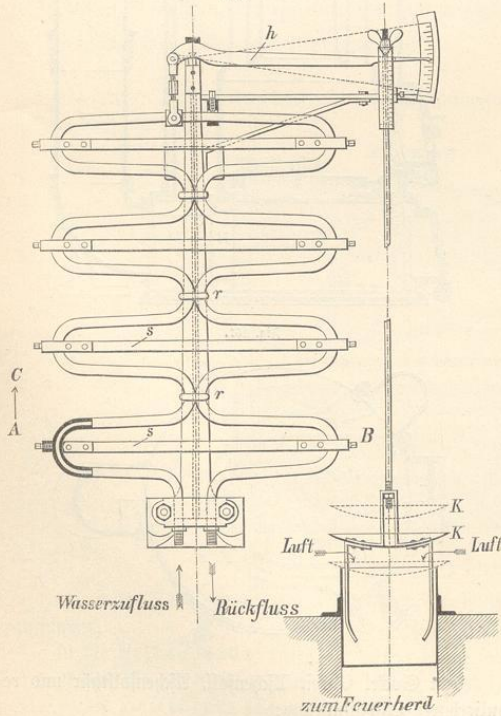
der Rauchkammer D mit Deckel und Abzugsleitung für die Rauchgase.

Fig. 162.



Die bei der Verbrennung erzeugten Gase steigen zunächst durch die ringförmig angeordneten Feuerrohre CC nach der Rauchkammer D, gelangen aus dieser in die äußeren Feuerrohre EE, dann abwärts in den Abteil F des Sockels und aus diesem in den Schornstein. In den

Fig. 162 a.



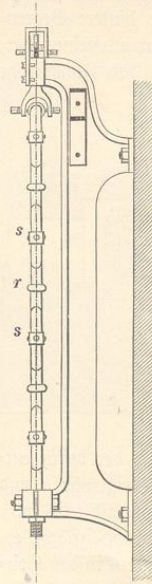
resp. Feuerrohren kühlen sich die Heizgase durch Wärmeabgabe an das Wasser erheblich ab. Im Sockel befindet sich außer dem Rauchsammler F der halbkreisartig angeordnete Kanal H für Zuführung und Erwärmung der Verbrennungsluft, welche durch ein mit dem Heizregulator in Verbindung stehendes Ventil in den Kanal eintritt, denselben durchströmt und bei K, Fig. 161, nach dem Rost gelangt. Da die Innenwandung des Kanales durch Strahlung der glühenden Kohlen und der heißen Asche erhitzt wird und die äußere mit den Heizgasen stetig in Berührung ist, so tritt die in H einströmende Luft hoch erwärmt an das Brennmaterial heran. Der Kessel kann indeßsen auch ohne Luftpormelkanal zur Anwendung kommen.

b) Wärmeregler.

Für Kesselanlagen, die während des Nachtbetriebes der Beaufsichtigung durch das Heizpersonal nicht unterstellt werden, sind selbstthätige Vorrichtungen zum Regulieren der Wärme — sogenannte „Wärmeregler“ — erforderlich. Die Konstruktion derselben beruht meistens auf der Ausdehnung fester oder flüssiger Körper durch die Wärme und Übertragung der dadurch erzielten Längenausdehnung auf die Regulierungsklappe des Kanales für Zutritt der Verbrennungsluft.

Der in Fig. 162 a u. 162 b dargestellte Wärmeregler (Patent Walz) beruht seiner Wirkung nach auf der Aus-

Fig. 162 b.



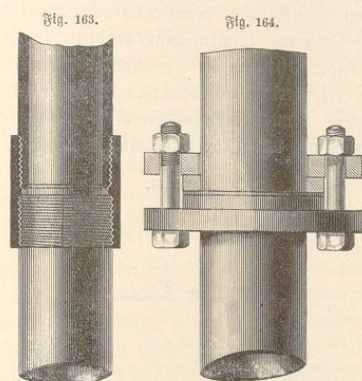
dehnung resp. Zusammenziehung eines Rohres durch die Wärme des darin strömenden Wassers. Wagerechte Ausdehnung der Rohrschleifen in der Richtung von A nach B wird durch die Ringe r und die Streben s verhindert, es kann daher die Bewegung nur in der Richtung von A nach C vor sich gehen. Durch den Hebelarm h, der auf unverrückbarem, schneidenförmig gestalteten Unterstützungspunkt ruht, wird sodann die Bewegung der Rohrschleifen zum Senken oder Heben der Luftregulierungsklappe K benutzt.

c) Zufluß- und Rückflußleitungen.

Dieselben werden jetzt fast ausschließlich aus Schmiedeeisenrohr, selten aus Kupfer hergestellt, und zwar geschieht die Verbindung der Rohre bis zu 5 cm aufwärts mit Gewindemuffen, die 6 bis 15 cm weiten Leitungen werden dagegen aus patentgeschweißtem

Rohre mit angelöteten Flanschen hergestellt und verbunden.

Fig. 163 stellt eine Muffenrohrverbindung, Fig. 164 eine Flanschenrohrverbindung dar.



Weitere Rohre fertigt man aus Gußeisen mit Flanschenverschraubung. Auch die für weitere Rohre erforderlichen Abzweigungen werden stets aus Gußeisen hergestellt; wo der Querschnitt sich ändert, pflegt man gußeiserne Reduktionsrohre einzuschalten.

Für Ausdehnung der Leitungen ist dadurch Sorge zu tragen, daß die längeren, horizontalen Strecken auf Rollen gelegt und die Knie der Rohre von größerem Durchmesser aus Kupfer hergestellt werden.¹⁾ Überall da, wo die Röhren durch Wände oder Decken geführt werden müssen, ist es vorteilhaft, sie in Blechhüllen von größerem Durchmesser einzusetzen, damit die Ausdehnung und Zusammenziehung der Rohre sich frei vollziehen kann, ohne die Ränder des Puges zu berühren.²⁾

Leitungsrohre, welche nicht zur Wärmeabgabe bestimmt sind, umgibt man mit schlechten Wärmeleitern, wozu Kieselguhr, Schlackenwolle, Korfschalen oder Umwicklung mit Stroh, Lehm, Häcksel und kastenartige Bekleidung mit Holz dienen können.

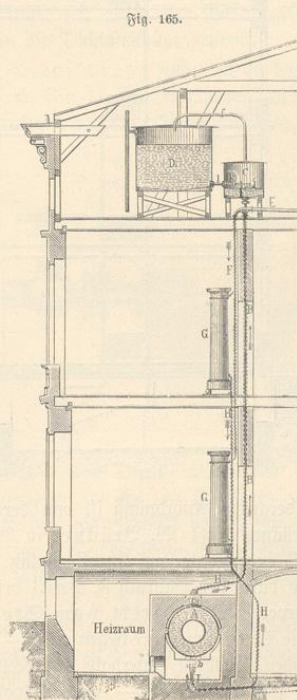
d) Anordnung des Rohrsystemes.

Die Zuführung des Wassers und die daraus resultierende Lage der Zuflußrohre und des Verteilungsrohres kann zwar in verschiedener Weise erfolgen, im allgemeinen lassen sich aber dabei zwei Systeme unterscheiden. In

1) Für lange Rohrstrecken werden Längenausgleicher eingebaut, welche aus einem federnden, Ω förmig gebogenen Kupferrohr bestehen.

2) Zur genauen Berechnung der Längenausdehnungen bei einem weitverzweigten Rohrnetz wird auf die Arbeiten von Rietschel und Birlo verwiesen. Vergl. „Gesundheits-Ingenieur“ Jahrg. 1891, Nr. 1 u. 8.

dem einen Falle wird das Verteilungsrohr vom höchsten Punkte des Steigerohres (dicht unter dem Expansionsgefäß) abgezweigt und über dem Fußboden des Dachgeschosses mit geringem Fall verlegt, die Zuflußrohre fallen dann vertikal abwärts nach den einzelnen Heizkörpern (Öfen). Im zweiten Falle liegt das Verteilungsrohr unter der Kellerdecke und die Zuflußrohre steigen vertikal aufwärts. Die letztere Einrichtung ist ökonomischer, weil die Wärmeabstrahlung des Verteilungsrohres den Etagen zu statten kommt; die erstere ist dagegen zuverlässiger.

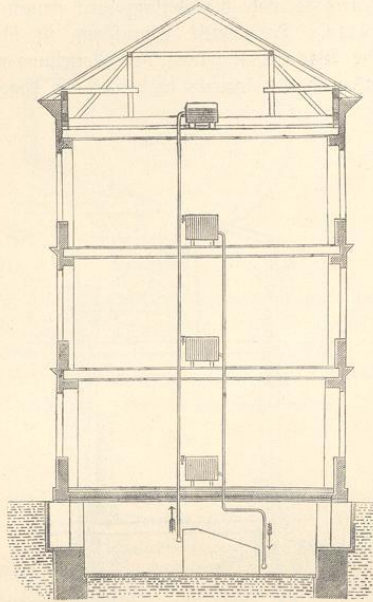


Ein Beispiel der erstgenannten Anordnung ist in Fig. 165 dargestellt. Von dem mit Flammrohr versehenen Kessel A aus geht das Steigerohr B bis zum Dachboden empor und mündet in das Expansionsgefäß C. Nicht von diesem — wie früher vielfach geschah —, sondern vom Steigerohr sind ein (oder nach Erfordern mehrere) Verteilungsrohre E abgezweigt, welche durch Zuflußrohre F das Wasser den Zimmeröfen zuführen; für jede Partie übereinander stehender Öfen ist ein solches Rohr angeordnet. Infolge der durch das Kesselfeuer eingeleiteten Circulation verdrängt das zufließende warme Wasser das kältere und dieses kehrt durch die Röhre H in das Rück-

laufrohr T zurück. Die Verbindung mit dem Kessel wird durch den Stutzen b bewirkt.

Die Wassererteilung vom Souterrain her ist dagegen durch Fig. 166 veranschaulicht.

Fig. 166



Eine derartige Anordnung ist von der Firma **Heldorf & Brückner** (jetzt **W. Brückner** in Wien) für die städtische Mädchenschule am Karolinenplatz daselbst ausgeführt und durch den **Baurath F. Paul** beschrieben.¹⁾ — Die Heizkörper werden direkt vom Steigerrohr gespeist und die Verteilungsrohre liegen nicht — wie vorher — im Dachboden, sondern unterhalb der Kellerdecke, vom Steigerrohr sich abzweigend — eine Disposition, welche Ersparung an Rohrlängen bezweckt und dadurch die Anlage billiger gestaltet.

In anderen Fällen geschehen die Abzweigungen auch direkt von einem oder mehreren Steigerrohren aus, welche gleichzeitig Zuflußrohre sind, und die Rückflußrohre vereinigen sich in einem Fallrohr, welches das Wasser nach dem Kessel zurückführt.

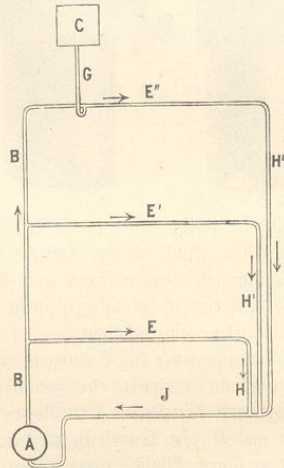
Eine dritte Anordnung ist die in Fig. 167 gezeichnete. Hier ist ein Steigerrohr B vorhanden, von welchem sich die Rohre für die einzelnen Stagen (E'E'E') abzweigen. An das obere Rohr schließt das Heberrohr G an und stellt die Verbindung mit dem Expansionsgefäß her. Jedes

¹⁾ Vergl. **F. Paul**, Lehrbuch der Heizungs- und Lüftungstechnik, S. 520, Fig. 203 u. 204. — Wien, Hartlebens Verlag 1885.

Geschoß hat sein besonderes Rücklaufrohr (H H' H''), das Sammelrohr J vereinigt dieselben und führt das Wasser zum Kessel A zurück.

Die Rohrleitungen E'E'E'' werden durch die zu heizenden Räume des betreffenden Stockwerkes geführt; in den Zimmern können Batterien, Register oder Schlangenrohre in die Leitungen eingeschaltet werden, um die erforderlichen Wärmemengen zu erzeugen. Die „Batterien“ können insbesondere Anwendung finden, wo die Aufstellung von Öfen unthunlich erscheint.

Fig. 167.



e) Die Expansionsvorrichtung.

Diese befindet sich stets am höchsten Punkte des Systemes und besteht aus einem schmiedeeisernen Reservoir, in welches bei Niederdruckanlagen das Steigerrohr frei ausmündet; es wird auf einem hölzernen Bock aufgestellt. Der Wasserstand im Expansionsgefäß muß stets auf konstanter Höhe gehalten werden, wozu eine selbstthätige Schwimmhebelvorrichtung dient. Wo eine Hauswasserleitung nicht vorhanden ist, da muß, wie in Fig. 165, mit dem Ausdehnungsreservoir C noch ein Kaltwasserreservoir D verbunden werden.

Zur Beobachtung des Niveaus wird am Expansionsgefäß ein „Wasserstandsanzeiger“ angebracht, wobei freilich ein zuverlässiger Heizer vorausgesetzt wird, der auch wirklich zur Kontrolle nach dem Boden hinaufsteigt. Sicherer ist es, ein sogenanntes „Signalrohr“ anzubringen, welches von dem niedrigsten Wasserspiegel (der auch im kalten Zustande eingehalten werden muß) nach dem Heizraume führt und dort durch einen Hahn verschlossen ist. Dieser Hahn muß immer Wasser geben, und ist dies nicht der Fall, so hat der Heizer die Speisevorrichtung im

Kesselräume so lange in Thätigkeit zu setzen, bis wieder Wasser aus dem Signalrohr ausfließt. Gegen Überfüllung ist das Reservoir D geschützt durch das nahe dem Deckel angebrachte Überlaufrohr; dieses führt ins Freie, gewöhnlich in das nächstliegende Regenabfallrohr.

Damit bei Füllung des Systemes die Luft am höchsten Punkte desselben entweichen könne, pflegt man am Deckel des Expansionsgefäßes ein „Luftrohr“ anzubringen. — Liegt endlich das Verteilungsrohr im Keller und werden die Ofen von unten her gespeist, so ist jeder Heizkörper, mindestens aber jeder Zuflußstrang, an höchster Stelle mit einem „Luftbahn“ zu versehen.

f) Die Heizkörper.

Dieselben haben die Wärme da abzugeben, wo sie erfordert wird und bilden den bei weitem wichtigsten Teil der Heizanlage. Sie müssen eine leichte Überführung der Wärme an die umgebende Luft gestatten; im übrigen ist dabei in Bezug auf Reichthum der Decoration, mannigfacher Spielraum gelassen. — Ein Haupterfordernis derselben ist absolutes Dichthalten, weil die Heizkörper im Innern der Räume Verwendung finden. Als Dichtungsmaterial sind Hanf und Kitt weniger empfehlenswert als Gummi und dieser wird von der „metallischen Dichtung“ übertriffen.

Der Form nach unterscheidet man folgende Arten von Heizkörpern:

I. Ofen, und zwar:

a) Säulen- oder Cylinderöfen und β) Röhrenöfen;

II. Register, und zwar:

liegende und stehende Register;

III. Röhren, und zwar:

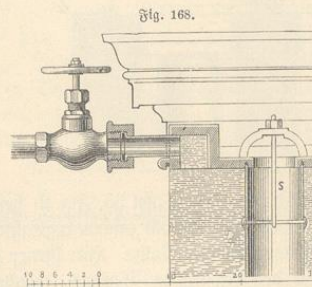
glatte und armierte.

a) Die Säulenöfen sind frei vor der Wand, gewöhnlich im Winkel des Zimmers stehende Heizkörper von cylindrischer Form und mannigfach wechselnder Decoration, zuweilen nach oben hin etwas konisch verjüngt. Der Durchmesser derselben wechselt, je nach der Größe des Zimmers

und der Heizfläche, welche der Ofen liefern soll, zwischen 40 und 65 cm. Die Höhe steht in entsprechendem Verhältnis zum Durchmesser.¹⁾

Der cylindrische, schmiedeeiserne, 3 mm dicke Blechmantel des Ofens ist oberhalb und unterhalb durch Böden von Gußeisen oder Kupferblech geschlossen. Den Ofen durchdringen eine Anzahl (5 bis 14) durchgehende Röhren, welche in beiden Böden festgelötet sind. Wenn die Böden, wie auf Tafel 33, Fig. 1, aus Eisen gegossen sind, so erfolgt die Dichtung in der Nut durch eingelegte Gummiringe. Mittels der eingelassenen Schraubenbolzen S werden die Rohre fest gegen den Boden geschraubt und mit Gewalt in die Dichtungsringe gepreßt.

Die Wasserzuführung findet an der höchsten Stelle bei b (Tafel 35, Fig. 1), die Abführung an der tiefsten Stelle des Schaftes bei d statt. (Vergl. auch Fig. 168 u. 169.)



Der untere Boden des Ofens wird durch drei eiserne Stützen c c getragen, welche am Fußboden mittels Verschraubung befestigt sind. Sockel und Krönung des Ofens sind unabhängige Teile, die Krönung insbesondere ist nur decorativ und besteht aus Zinkguß, Eisenblech oder Gußeisen.

Soll mit der Heizung Ventilation verbunden werden, so ist dies leicht zu bewerkstelligen, indem man seitlich oder vom Fußboden her frische Luft in den geschlossenen Ofensockel einführt, die dann durch die Röhren aufsteigt

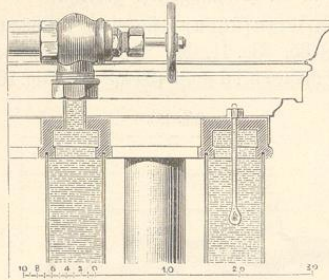
1) Maße und Heizflächen einiger gangbarer Cylinderöfen.

Unterer Durchmesser m	Oberer Durchmesser m	Zahl der Röhren	Heizfläche in Quadratmetern bei einer Cylinderhöhe von				Unterer Durchmesser m	Oberer Durchmesser m	Zahl der Röhren	Heizfläche in Quadratmetern bei einer Cylinderhöhe von			
			1,56 m	1,88 m	2,19 m	2,51 m				1,56 m	1,88 m	2,19 m	2,51 m
0,392	0,366	5	3,92	4,67	5,11	6,17	0,471	0,438	14	7,68	9,18	10,68	12,18
0,392	0,366	7	4,66	5,55	6,45	7,95	0,549	0,510	5	4,89	5,78	6,67	7,57
0,392	0,366	9	5,39	6,43	7,48	8,53	0,549	0,510	8	5,99	7,11	8,23	9,35
0,471	0,438	5	4,38	5,21	6,03	6,86	0,549	0,510	11	7,08	8,43	9,77	11,12
0,471	0,438	8	5,49	—	7,59	8,64	0,549	0,510	14	8,18	9,75	11,32	12,89
0,471	0,438	11	6,58	—	9,13	10,81	0,549	0,510	17	9,28	11,07	12,87	14,86

und in der Richtung der Pfeile erwärmt in das Zimmer gelangt. Wird auch Cirkulation der Zimmerluft beabsichtigt, so muß der Sockel durchbrochen oder ganz frei auf Füße, Kugeln oder sonstige Unterlagen gestellt werden.

Zur Regulierung des Wasserzuflusses und um einzelne Heizkörper von der Cirkulation ausschließen zu können, sind Absperrventile nötig, die man vorteilhaft am Zufluß- und Rückflußrohr anbringt. (Tafel 33, Fig. 1 und Fig. 167.) Hierzu empfehlen sich als zweckmäßig die Kugel- oder Regelventile mit gußeisernem Gehäuse und Messingstift.

Fig. 169.
Detail des Eckventiles.



B) Die Röhrenöfen (Tafel 35, Fig. 2) bestehen aus einem mittels Sockel und Kapitäl zusammengefaßten Bündel vertikaler, patentgeschweißter Rohre. Hier dienen die Rohre zur Cirkulation des erwärmten Wassers, welches in den oberen gußeisernen, 7 cm hohen Sammelkästen bei entsprechender Drehung des Ventiles aus dem Zuflußrohr b einströmt. In Fig. 2 ist dies Ventil seitwärts vom Ofen angebracht; bei dem Eckofen, Fig. 3, findet dagegen die Einmündung von obenher statt. — Das durch Wärmeabgabe gekühlte spezifisch schwerere Wasser sinkt nun bald nach dem unteren Doppelboden und gelangt nach der Rückflußleitung.

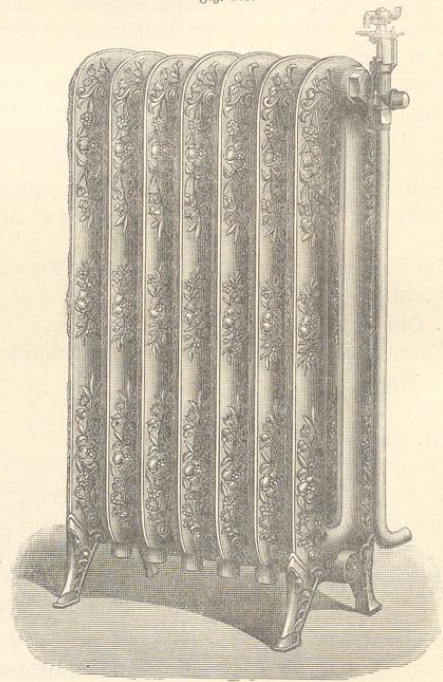
Auch bei diesen Öfen kann Ventilation oder Cirkulation der Zimmerluft stattfinden, zu welchem Zwecke die beiden Kästen mit einer oder mehreren Durchbrechungen k versehen sind, welche das Aufsteigen der Luft nach oben gestatten. Der Ofen, Fig. 3, ist als Röhren-„Eckofen“ konstruiert. Die Verbindung der Kästen mit den Röhren geschieht mit Gummidichtung. Die Ofenkrönung ist aus getriebenem Blech hergestellt.

II. Die Register. Darunter versteht man Heizkörper, welche bestimmt sind, in Nischen oder Fensterbrüstungen flach an der Wand aufgestellt zu werden. Man konstruiert sie wie die Öfen aus horizontalen schmiedeeisernen Röhren mit gußeisernen Sammelkästen (Taf. 35, Fig. 4) und nennt sie dann auch „liegende Röhrenöfen“. Die Dimensionen des Registers sind von der Breite der

Nische und deren Höhe (hier die Höhe der Fensterbrüstung) abhängig. Die Zuführung des Wassers findet von oben her bei d, die Abführung durch das untere Ventil b statt; Regulierung und Absperrung werden gewöhnlich durch Schraubenschlüssel (bei r in Fig. 4) bewirkt.

Dem Auge pflegt man die Register durch eine mit Gitterwerk versehene Holzbeleidung zu entziehen, auch das Fensterbrett versieht man mit Durchbrechungen (vergl. Fig. 4). Bei flachen Brüstungen, wo zwei Rohrlagen nicht unterzubringen sind, empfiehlt sich zwecks Vergrößerung der Heizfläche die Anwendung sogenannter Rippenrohre (Taf. 34, Fig. 5). Ihre Zusammensetzung gestaltet sich einfacher, da der Anschluß gegossener Rippenrohre an den Sammelkästen sich bequem durch Flanschenverbindung bewirken läßt.

Fig. 170.



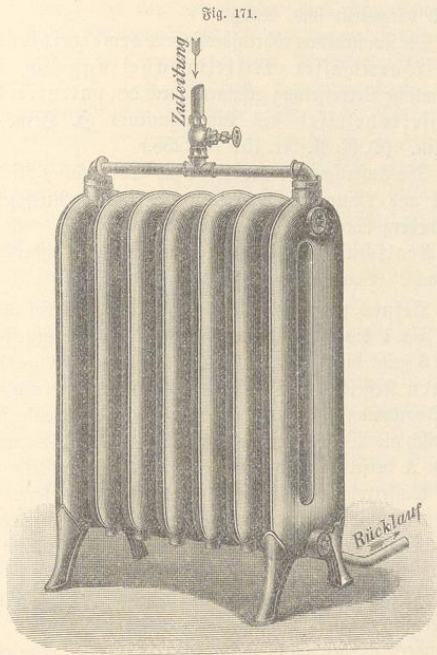
Stehende Register werden meist in nischenähnlichen Vertiefungen der Zimmerwände aufgestellt, durch Gitterwerk verdeckt und zur Wärmeabgabe benutzt. In allen Fällen sind die Register oberhalb mit der Zufluß- und unten mit der Rückflußleitung zu verbinden.

Zur Zimmerheizung verwendet man auch vielfach die Käferle'schen Heizkörper, d. h. kleine, mit Rippen versehene Kästen, die man — je nach Erfordernis — senkrecht nebeneinander, oder auch wagerecht übereinander

stellt. Bei senkrechter Rohrstellung sind die Rippen „radial“ angeordnet.

Freistehend vor der Wand aufgestellte Rippenheizkörper werden durch Vorsetzer von perforiertem Blech oder Holz verkleidet; erst in neuerer Zeit haben einige namhafte Firmen, darunter das Eisenwerk Kaiserlautern, Zierheizkörper, sogenannte Radiatoren, hergestellt.

Einen derartigen 1,0 m hohen Zierheizkörper stellt Fig. 170 dar; die Zuleitung des Heizwassers geschieht durch oberhalb auf den Endelementen angebrachte Eintrittsstutzen während das abgekühlte Rücklaufwasser durch einen



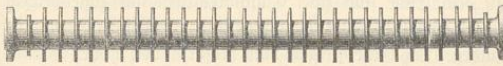
Austrittsstutzen vom mittleren Element her unterhalb abfließt. Dadurch wird eine schnelle und gleichmäßige Verteilung des Heizwassers, also eine günstige Ausnutzung der Heizfläche gesichert.

Die in Fig. 171 zur Darstellung gebrachten, glatten Heizkörper eignen sich besonders für Krankenzimmer und Operationsäle, wo jede Staubbildung vermieden werden muß; sie haben daher neuerdings für derartige Räume ausgedehnte Verwendung gefunden.

III. Rohrförmige Heizkörper werden überall da angewendet, wo die Aufstellung von Öfen nicht zugänglich oder zu teuer erscheint. So werden in Treibhäusern und Trockenkammern gewöhnlich lange Leitungen in Rohrform

hergerichtet, durch welche das Wasser zirkuliert und seine Wärme an die umgebende Luft abgibt. Wenn aber die zur Erwärmung erforderliche Rohrlänge aus lokalen Gründen nicht angebracht werden kann, so müssen die Leitungen zur Vergrößerung der Heizfläche mit aufgedrehten oder angegoßenen Scheiben oder Rippen von runder oder quadratischer Form versehen werden. Solche Rippenrohre werden gewöhnlich in die Leitung eingeschaltet und heißen „Batterien“.¹⁾ Fig. 172 stellt eine derartige Batterie im Grundriß dar.

Fig. 172.



An Stellen endlich, wo die horizontale Lage der Rohre in die vertikale übergeht, sind Verbindungen einzuschalten, welche die Ausdehnung der Röhren unschädlich machen. Man bedient sich dazu biegsamer Kompensationsstücke von Kupfer. In Lokalen, wo die Ausdehnung der Rohre ein beträchtliches Maß erreicht, pflegt man in 15 m Abstand „Stoßbüchsen“ anzubringen. Längere Transmissionsrohre werden zur Verminderung der Reibung auf Rollen gelegt.

B. Warmwasserheizung mit Mitteldruck.

§ 52.

Die Temperatur, bis zu welcher man die Erwärmung im System steigert, beträgt im Maximum 130° C. Das Wasser kehrt mit 65° nach dem Wärmerecipienten zurück; die Temperaturdifferenz (135° — 65° = 65°) ist daher 10° größer als bei dem System der Niederdruckheizung; der Effektunterschied beruht hiernach auf der absolut höheren Rohrtemperatur, welche eine Spannung von 2 bis 3 Atmosphären hervorruft. Vor der Benutzung ist eine entsprechende Druckprobe, bei welcher sich eine acht- bis zehnfache Sicherheit ergeben soll, vorzunehmen.

Der Wärmerecipient für Mitteldruck²⁾ wird nicht als Walzenkessel konstruiert, sondern er wird gebildet durch ein System von 9 bis 11 patentgeschweißten Röhren von 0,10 m äußerem Diameter. (Taf. 35 d d.) Diese vereinigen sich durch vertikale Abzweigungen in einem größeren Sammelrohr *g* (Fig. 2 u. 4), welches den Anschlußstutzen als Beginn der Hauptzuleitung enthält. Ähnlich ist die Anordnung der Sammelkästen *h h* (Fig. 2 u. 4), welchen das kältere Wasser des Rücklaufrohres *M* (Fig. 5) zugeführt wird, um sich im Aufsteigen in den Röhren *dd* wieder zu erwärmen und seinen Lauf durch *g* nach den Transmissionsgefäßen zu nehmen. Durch die Siederöhren *dd*

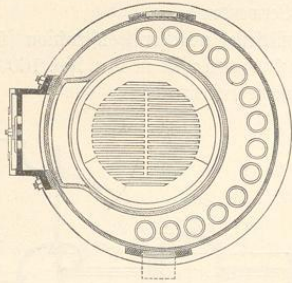
1) Gourney'sche Batterien.

2) System „Schäffer & Walker“.

dem eigentlichen Kessel mit Füllschacht A, Rost B, Feuerbüchse nebst Feuerthür und den Stützen zum Anschluß der Steige- und Rücklaufrohre;

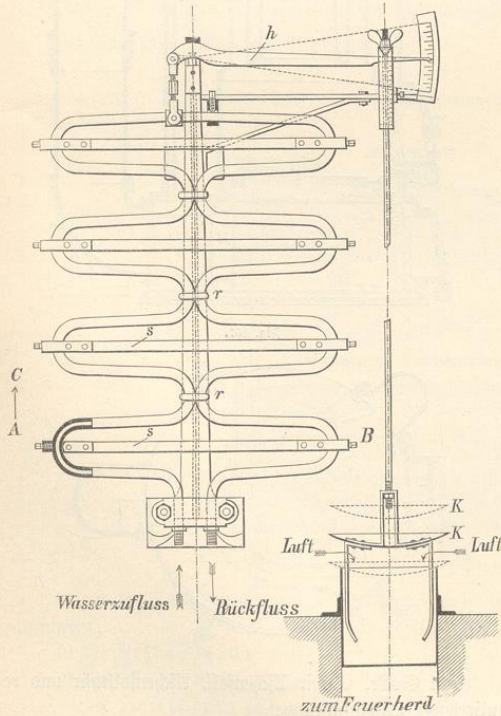
der Rauchkammer D mit Deckel und Abzugsleitung für die Rauchgase.

Fig. 162.



Die bei der Verbrennung erzeugten Gase steigen zunächst durch die ringförmig angeordneten Feuerrohre CC nach der Rauchkammer D, gelangen aus dieser in die äußeren Feuerrohre EE, dann abwärts in den Abteil F des Sockels und aus diesem in den Schornstein. In den

Fig. 162 a.



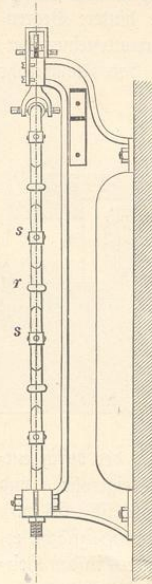
resp. Feuerrohren kühlen sich die Heizgase durch Wärmeabgabe an das Wasser erheblich ab. Im Sockel befindet sich außer dem Rauchsammler F der halbkreisartig angeordnete Kanal H für Zuführung und Erwärmung der Verbrennungsluft, welche durch ein mit dem Heizregulator in Verbindung stehendes Ventil in den Kanal eintritt, denselben durchströmt und bei K, Fig. 161, nach dem Rost gelangt. Da die Innenwandung des Kanales durch Strahlung der glühenden Kohlen und der heißen Asche erhitzt wird und die äußere mit den Heizgasen stetig in Berührung ist, so tritt die in H einströmende Luft hoch erwärmt an das Brennmaterial heran. Der Kessel kann indessen auch ohne Luftpormelkanal zur Anwendung kommen.

b) Wärmeregler.

Für Kesselanlagen, die während des Nachtbetriebes der Beaufsichtigung durch das Heizpersonal nicht unterstellt werden, sind selbstthätige Vorrichtungen zum Regulieren der Wärme — sogenannte „Wärmeregler“ — erforderlich. Die Konstruktion derselben beruht meistens auf der Ausdehnung fester oder flüssiger Körper durch die Wärme und Übertragung der dadurch erzielten Längenausdehnung auf die Regulierklappe des Kanales für Zutritt der Verbrennungsluft.

Der in Fig. 162 a u. 162 b dargestellte Wärmeregler (Patent Walz) beruht seiner Wirkung nach auf der Aus-

Fig. 162 b.



dehnung resp. Zusammenziehung eines Rohres durch die Wärme des darin strömenden Wassers. Wagerechte Ausdehnung der Rohrschleifen in der Richtung von A nach B wird durch die Ringe r und die Streben s verhindert, es kann daher die Bewegung nur in der Richtung von A nach C vor sich gehen. Durch den Hebelarm h, der auf unverrückbarem, schneidensförmig gestalteten Unterstützungspunkt ruht, wird sodann die Bewegung der Rohrschleifen zum Senken oder Heben der Luftregulierklappe K benutzt.

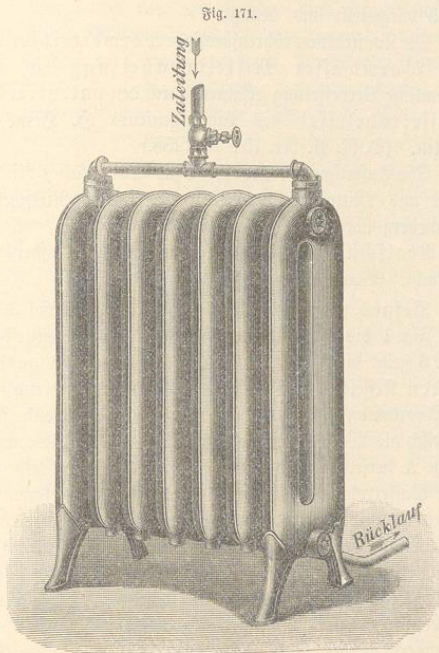
c) Zufluß- und Rückflußleitungen.

Dieselben werden jetzt fast ausschließlich aus Schmiedeeisenrohr, selten aus Kupfer hergestellt, und zwar geschieht die Verbindung der Rohre bis zu 5 cm aufwärts mit Gewindemuffen, die 6 bis 15 cm weiten Leitungen werden dagegen aus patentgeschweißtem

stellt. Bei senkrechter Rohrstellung sind die Rippen „radial“ angeordnet.

Freistehend vor der Wand aufgestellte Rippenheizkörper werden durch Vorsetzer von perforiertem Blech oder Holz verkleidet; erst in neuerer Zeit haben einige namhafte Firmen, darunter das Eisenwerk Kaiserlautern, Zierheizkörper, sogenannte Radiatoren, hergestellt.

Einen derartigen 1,0 m hohen Zierheizkörper stellt Fig. 170 dar; die Zuleitung des Heizwassers geschieht durch oberhalb auf den Endelementen angebrachte Eintrittsstutzen während das abgekühlte Rücklaufwasser durch einen



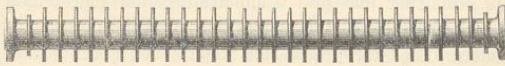
Austrittsstutzen vom mittleren Element her unterhalb abfließt. Dadurch wird eine schnelle und gleichmäßige Verteilung des Heizwassers, also eine günstige Ausnutzung der Heizfläche gesichert.

Die in Fig. 171 zur Darstellung gebrachten, glatten Heizkörper eignen sich besonders für Krankenzimmer und Operationsäle, wo jede Staubbildung vermieden werden muß; sie haben daher neuerdings für derartige Räume ausgedehnte Verwendung gefunden.

III. Rohrförmige Heizkörper werden überall da angewendet, wo die Aufstellung von Öfen nicht zugänglich oder zu teuer erscheint. So werden in Treibhäusern und Trockenkammern gewöhnlich lange Leitungen in Rohrform

hergerichtet, durch welche das Wasser zirkuliert und seine Wärme an die umgebende Luft abgibt. Wenn aber die zur Erwärmung erforderliche Rohrlänge aus lokalen Gründen nicht angebracht werden kann, so müssen die Leitungen zur Vergrößerung der Heizfläche mit aufgedrehten oder angegoßenen Scheiben oder Rippen von runder oder quadratischer Form versehen werden. Solche Rippenrohre werden gewöhnlich in die Leitung eingeschaltet und heißen „Batterien“.¹⁾ Fig. 172 stellt eine derartige Batterie im Grundriß dar.

Fig. 172.



An Stellen endlich, wo die horizontale Lage der Rohre in die vertikale übergeht, sind Verbindungen einzuschalten, welche die Ausdehnung der Röhren unschädlich machen. Man bedient sich dazu biegsamer Kompensationsstücke von Kupfer. In Lokalen, wo die Ausdehnung der Rohre ein beträchtliches Maß erreicht, pflegt man in 15 m Abstand „Stoßbüchsen“ anzubringen. Längere Transmissionsrohre werden zur Verminderung der Reibung auf Rollen gelegt.

B. Warmwasserheizung mit Mitteldruck.

§ 52.

Die Temperatur, bis zu welcher man die Erwärmung im System steigert, beträgt im Maximum 130° C. Das Wasser kehrt mit 65° nach dem Wärmerecipienten zurück; die Temperaturdifferenz (135° - 65° = 65°) ist daher 10° größer als bei dem System der Niederdruckheizung; der Effektunterschied beruht hiernach auf der absolut höheren Rohrtemperatur, welche eine Spannung von 2 bis 3 Atmosphären hervorruft. Vor der Benutzung ist eine entsprechende Druckprobe, bei welcher sich eine acht- bis zehnfache Sicherheit ergeben soll, vorzunehmen.

Der Wärmerecipient für Mitteldruck²⁾ wird nicht als Walzenkessel konstruiert, sondern er wird gebildet durch ein System von 9 bis 11 patentgeschweißten Röhren von 0,10 m äußerem Diameter. (Taf. 35 d d.) Diese vereinigen sich durch vertikale Abzweigungen in einem größeren Sammelrohr *g* (Fig. 2 u. 4), welches den Anschlußstutzen als Beginn der Hauptzuleitung enthält. Ähnlich ist die Anordnung der Sammelkästen *h h* (Fig. 2 u. 4), welchen das kältere Wasser des Rücklaufrohres *M* (Fig. 5) zugeführt wird, um sich im Aufsteigen in den Röhren *dd* wieder zu erwärmen und seinen Lauf durch *g* nach den Transmissionsgefäßen zu nehmen. Durch die Siederöhren *dd*

1) Gourney'sche Batterien.

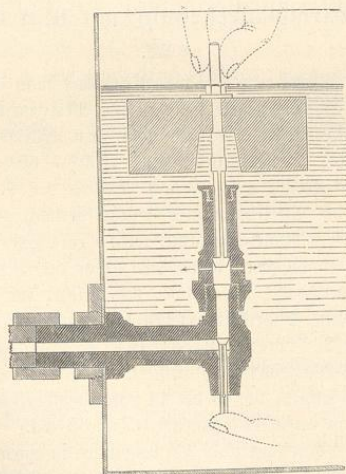
2) System „Schäffer & Walker“.

wird aber die Wassermasse auf ein Minimum beschränkt, es tritt schnellere Erwärmung und ein höherer Temperaturgrad des Wassers im System ein.

In Bezug auf Material, Verbindung und Dichtung der Leitungsröhren findet keine Abweichung von dem System des Niederdruckes statt, nur wird im Verhältnis zu dem vermehrten Atmosphärendruck den Verbindungen eine höhere Sorgfalt zuzuwenden sein.

Der Herd a der Feuerungsanlage ist mit einem Doppelrost versehen und für Füllbetrieb hergerichtet. Zu dem Ende sind zwei Einschüttzargen mit zugehörigem Deckel und außerdem Regulier- und Aschenfallthüren vorhanden. Die Gase steigen vom Rost in den hohen Brennschacht c und bewegen sich dann an den Wasserröhren abwärts (Gegenstromheizung), um durch den Rauchsammler e in den Schornstein zu entweichen. Der Feuerkanal, in welchem die Wasserröhren d d untergebracht sind, ist mit 16 mm dicken eisernen Rippenplatten abgedeckt: die darüber verbleibende Luftkammer f wird demnach erwärmt, und wenn man derselben durch den Kanal i frische Luft zuführt, wird diese erhitzt nach k steigen und zur Erwärmung der Etagen nutzbar sein.

Fig. 173.



Das Expansionsreservoir der Mitteldruckheizung besteht aus einem Wasserbehälter (Fig. 173) am höchsten Punkte des Systemes; mit diesem ist die Rohrleitung fest verschraubt, der Art, daß sie in einem senkrechten Cylinder mit Doppelventil mündet, der am Reservoir durch Verschraubung festgehalten wird. Der untere Ventilflügel wird durch die Spannung des heißen Wassers, der obere durch das Belastungsgewicht festgehalten. Tritt nun Überhitzung

des Wassers und demzufolge vermehrter Druck und vermehrte Ausdehnung ein, so wird infolge der Volumenveränderung das Sicherheitsventil gehoben und das heiße Wasser fließt so lange durch die seitlichen Bohrungen aus, als der Überdruck andauert. Beim Fallen der Temperatur vermindert sich dagegen das Volumen, es entsteht ein leerer Raum in der Hauptleitung, also eine saugende Wirkung, welche das untere Ventil öffnet und den Wasserverlust ersetzt. Diese Vorrichtung wirkt also lediglich selbstthätig.

Als Heizkörper des Mitteldrucksystemes werden Röhrenöfen, Register und Transmissionsröhren mit eingeschalteten Batterien, wie solche auf Tafel 33 in Fig. 2 bis 5 dargestellt sind, benutzt.

Die Konstruktion röhrenförmiger Wärmerecipienten für Warmwasser-Mitteldruckheizung hat eine wesentliche Verbesserung erfahren durch den patentierten Wasserrohrkessel des Civilingenieurs **H. Heine** in Berlin. (D. R. P. Nr. 751 u. 2258.)

Die Anfertigung dieser Kessel für Warmwasser-Niederdruck und Mitteldruckheizung ist der Firma **Rietschel & Henneberg** übertragen¹⁾ und von derselben u. a. auch für das Realschulgebäude in Darmstadt zur Anwendung gebracht. (Vergl. Anwendungen.)

Heines patentierter Röhrenkessel ist auf Tafel 36 in den Fig. 1 bis 2 im Quer- resp. Längenschnitt dargestellt; Fig. 3 zeigt die Ansicht, und zwar diejenige eines gekuppelten Kessels. Das Prinzip des Apparates beruht auf der Anordnung eines Ober- und Unteressels, welche symmetrisch als Wasserrohrkessel ausgeführt sind. Das centrale Rohr A derselben wird von einer konzentrischen Reihe von acht Wasserrohren B umgeben. Sämtliche Rohre kommunizieren an beiden Enden mit den Kammern C. Die inneren, der Wirkung der Verbrennungsgase ausgesetzten Flächen der Kammern bestehen aus rechteckigen schmiedeeisernen, 12 mm dicken Blechplatten, in welche die sämtlichen Rohre mittels mechanischer Vorrichtung gedichtet (eingewalzt) sind. Die Kammern werden durch gußeiserne Kästen von rechteckiger Grundform gebildet und mittels gehobelter Flanschen an jene Blechplatten verschraubt. Die äußere Wand der Kästen ist nach innen durch Stehholzen D mit der schmiedeeisernen Rohrwand verbunden.

In der Außenwand ist in der Achse der beiden Rohre A eine Öffnung angebracht und durch den Deckel E verschlossen. Die Dichtungsflächen des Deckels sind mechanisch bearbeitet und durch Kopfschrauben F mit Kupferdraht gedichtet; die in den Wasserraum tretenden Gewinde werden von Bronze hergestellt. — Nach Entfernung des Deckels

¹⁾ Die Ausführung der Heine'schen Konstruktion als stationäre Dampfkessel haben die Fabriken von A. Borjig in Berlin und J. Piedboeuf in Aachen kontraktlich übernommen.

kann demnach jede Inkrustation im Inneren der Kesselrohre beseitigt und jedes schadhafte Rohr mit Leichtigkeit durch ein neues ersetzt werden.

Der ganze Kessel ist pro Meter der Länge um 60 mm geneigt, und das aufsteigende warme Wasser tritt durch den Stutzen G_1 am oberen Deckel des vorderen Kesselfendes aus, das zurückkommende kalte durch G_2 am unteren Deckel des hinteren Kesselfendes ein. Beide Stutzen G_1 und G_2 haben reichlich bemessene Durchgangsquerchnitte für die anschließende Rohrleitung (101 mm).¹⁾ An dem Stutzen G_1 befindet sich das Thermometer H, um die Temperatur des Wassers im Steigerohr messen zu können.

Der Kessel ruht am Vorder- und Hinterhaupt auf den beiden Platten J^1 und J^2 , von denen die erstere zur Anbringung der Dfenarmatur dient. Die Platten N^1 und N^2 werden nur durch die Längsanker K gehalten; da sich jedoch die unteren Enden der Rohrplatten in die Nuten α der erstgenannten Platten setzen, so ist auch am oberen Ende derselben eine Längsverankerung geschaffen, welche freie Längenausdehnung des Kessels gestattet. Der seitliche Abschluß der beiden Kessel erfolgt durch 0,25 m starkes Mauerwerk von Chamotte in dem üblichen Zugenbau. Die obere Züge der Keilschicht läuft parallel der Neigung des Kessels.

Von dem Roste L, welcher unter dem Kessel liegt und am vorderen Ende durch die Feuerthür L^1 bedient wird, steigen die Gase direkt aufwärts: sie sollen sich gleichmäßig an der ganzen Länge der Wasserrohre verbreiten. Da nun die Gase — infolge der Anordnung von Zirkulationsplatten M M — kontrahierte Querschnitte zu passieren haben, so werden sie gezwungen, die ganze Heizfläche der Rohre möglichst vollständig und in der durch die Pfeile bezeichneten Weise zu bespülen.

Der Rost ist aus zusammengienieteten schmiedeeisernen Lamellen von 7 mm Dicke, bei 5 mm Abstand derselben, konstruiert. Sein vorderes Ende ruht auf einer gußeisernen Rostplatte N, welche ihrerseits von der Vorplatte $N^1 N^1$ getragen wird. Bei Wegnahme letzterer wird also der ganze Raum unterhalb des Kessels frei. O ist die Aschentür, welche für den Eintritt der Luft durch einen Grabbogen eingestellt wird. O¹ dient zur Regulierung des Luftzutrittes bei geschlossener Aschentür.

Um die Gase möglichst gleichmäßig auf die ganze Länge der Wasserrohre zu verteilen, sind zwei Abzugsquerchnitte durch die Rahmen P gebildet und in diese die Drosselklappen P^1 zur Zugregulierung gelegt; durch die Öffnungen P entweichen die Gase in den Zuchs.

Die Rohrplatten der Kammern C reichen bis zur Abgleichungsschicht des Kesselmauerwerkes; daselbst sind an ihnen

Winkelseisen R^1 befestigt und auf diese Längsträger R von L-förmigem Querschnitt gelagert. Die Abdeckung dazwischen besteht aus gußeisernen Platten, welche auf den Steg der L-Eisen gelagert und mit einer Backstein- oder Lehmschicht überdeckt sind.

An dem einen jener L-Eisen sind die Rahmen der Drosselklappen $P^1 P^1$ verschraubt, und ferner zwei Lager für die Regulierungsrolle S, deren Handhabung direkt vom Heizerstande aus durch die Zugstange T erfolgt.

Die abziehenden Gase treten zunächst in den Längskanal U, aus dessen Mitte ein Querkanal nach dem Zuchs führt. Die Sohle des Seitenkanales wird ebenfalls durch L-Eisen getragen. Wegen des seitlichen Abzuges der Feuer-gase wird nur eine geringe Höhe für das Kesselsystem beansprucht, was für Aufstellung in Souterrainräumen ins Gewicht fällt.

Die Reinigung der Heizflächen von Flugasche und Ruß, welche für den Unterkessel durch vier Reinigungsthüren V in jeder Seitenwand geschieht, erfolgt mittels Drahtbürsten, und ist zu diesem Behufe an jeder Längswand mindestens ein freier Raum von 1,45 m Breite erforderlich. Hinter dem Kessel ist derselbe Raum notwendig.

Ann. Um größere Heizflächen zu bilden, werden in der Regel gekuppelte Kessel aufgestellt. Letztere bieten dieselben Vorteile wie die Einzelkessel. Für das aufsteigende Wasser werden die beiden Deckelstutzen G^1 durch das gemeinsame Saugrohr W W Fig. 3, miteinander verbunden und der Anschluß des Steigerohres kann entweder in der Verlängerung von W oder mittels des punktierten Stuzens W^1 direkt nach oben erfolgen. In derselben Weise sind die Stutzen G^2 für den Rücklauf durch ein Rohr X gekuppelt. Durch Einschaltung von Absperrventilen zwischen den betreffenden Stutzen und den Rohren W resp. X kann der eine Kessel außer Funktion gesetzt werden, während der andere in Betrieb ist. — Der Abzug der Gase erfolgt für jeden der Kessel durch einen besonderen Seitenkanal U; die Kanäle sind durch eine Wand Z getrennt und werden durch je ein Blechrohr in den Zuchs eingeleitet.

Zur Entwässerung der Kessel und der ganzen Heizanlage dient ein Hahn Y am Rücklaufrohr X. Ein zweiter Hahn wird zum Anfüllen des Systemes benutzt.

Die Kessel werden in zwei Modellen von je fünf Nummern gefertigt. Tafel 36, Fig. 1 bis 3, stellt die Konstruktion des ersten Modelles, und zwar die Nr. 3 der Fabriktafel dar mit:

8,26 qm feuerberührter Heizfläche,
0,18 qm Rostfläche,
207 l Wassereinhalt.

Ferner ist:

die Länge der Kesselrohre . . . = 1,5 m,
und die totale Länge des Kessels = 2 m.

18

1) Für geringeren Durchmesser muß ein Reduktionsstutzen wie in Fig. 3 eingeschaltet werden.

Breymann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Vorteile des Heine'schen Kessels¹⁾.

1) Die geschlossenen Wassermassen der Vorder- und Hinterkammer begünstigen das freie Abströmen des heißen und das Zuströmen des kälteren Wassers, so daß sämtliche Wasserrohre unter gleichen Bedingungen sich befinden; die Erfordernisse einer natürlichen Cirkulation sind daher erfüllt.

2) Die Verteilung der Heizgase an den Heizflächen ist eine günstige und bei der geringen Wandstärke der Wasserrohre die Absorptionsfähigkeit derselben auch bei niedriger Temperatur der abziehenden Gase immer noch eine genügende (weil das abgekühlte Wasser nur mit 40° bis 50° C. in die hintere Kammer zurückkehrt).

3) Das Verhältnis zwischen Wasserinhalt und Heizfläche ist nach den angestellten ausführlichen Versuchen und Resultaten ein für Wasserheizwecke günstiges.

4) Die Verbindungsstellen des Kessels sind der Einwirkung des Feuers ganz entzogen und für die Besichtigung zugänglich. Jeder Kessel wird mit 5 Atmosphären Wasserdruck probiert.

Heißwasserheizung.

§ 53.

Im Gegensatz zur Niederdruckheizung ist das Hochdrucksystem ein hermetisch geschlossen es. Der Charakter der Anlage als Heißwasser-Mitteldruck- oder Hochdruckheizung wird lediglich durch die Temperatur der zur Wärmeaufnahme, resp. Wärmeabgabe bestimmten Rohre und durch die Art der Expansionsvorrichtung bedingt.

Perkins, der Erfinder des Systemes, verwendete schmiedeeisene gezogene Rohre von $\frac{1}{2}$ " englisch = 12,5 mm innerem Durchmesser und 6,25 mm Wandstärke; er war zu solchen Rohrdimensionen gezwungen durch die hohen Hitzegrade, die zur Anwendung kamen.

Anm. Nach Perkins' eigenen Beobachtungen betragen die Initialtemperaturen des Wassers im System 450 bis 560° Fahrenheit, was 232 bis 293 Grad des hunderttheiligen Thermometers gleichkommt. Den Wärmestufen von

230°,	260°,	290° Celsius
entspricht aber eine Spannung des überhitzten Wassers von:		
27	38	73 Atmosphären,

d. h. eine Spannung gleich derjenigen des bei gleicher Temperatur erzeugten Dampfes. — Die hier in Betracht kommenden Temperaturen und Dampfspannungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt, woraus ersichtlich, daß der Atmosphärendruck in ungleich schnellerem Verhältnis zunimmt als die Temperatur.

1) Dieselben sind ausführlich erörtert in Nr. 27 der „Annalen für Gewerbe und Bauwesen“ (F. C. Glaser, Berlin, Jahrgang 1878).

Tabelle.

Temperatur- grade nach Celsius	Druck in Atmosphären	Temperatur- grade nach Celsius	Druck in Atmosphären
100	1,0	180,31	10
111,74	1,5	184,50	11
120,60	2,0	188,41	12
133,91	3,0	203,60	16
144,00	4,0	226,30	25
152,26	5,0	265,89	50
159,25	6,0	311,36	100
165,40	7,0	363,58	200
170,81	8,0	423,57	400
175,77	9,0	492,47	800

Die Nachfolger von Perkins haben den lichten Durchmesser der Rohre bis auf 22 mm erweitert, bei 6 mm Wanddicke, also 34 mm äußerem Durchmesser, unter gleichzeitiger Herabminderung der Initialtemperatur des Wassers. Diese Vermehrung des Wasservolumens bis zum Dreifachen des früheren Rohrinhaltes bedingt eine wesentliche Verbesserung, denn es wird dadurch die Reibung vermindert und die Transmissionsfläche vergrößert, auch die Reservationskraft entsprechend erhöht. Die Initialtemperatur des aufsteigenden Stromes beträgt höchstens 300 bis 400° Fahrenheit oder etwa 150 bis 200° C., und diejenige im Rücklaufrohre 50 bis 70° C. Hiernach ergeben sich folgende Grenzwerte für Heißwasserheizung:

	Im Maximum.	Im Mittel.	Im Minimum.
Initialtemperatur des Wassers	200°	175° bis 180°	150°
Temperatur im Rücklaufrohr	70°	60°	60°
Temperaturdifferenz . . .	130°	115° bis 120°	90°

Allgemeine Anordnungen.

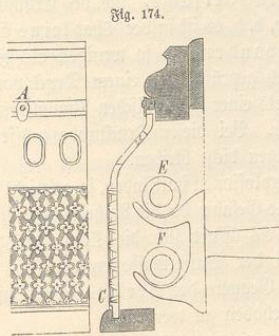
Als Wärmeresipient der Heißwasserheizung wird eine im Feuer liegende Spirale (Feuerschlange) aus 34 mm weitem Perkinsrohr benutzt (vergl. Tafel 37, Fig. 2 bis 4). Diese Rohre sind nur an einer Seite mit Schweißnaht versehen und haben im Ofen einen sehr hohen Druck auszuhalten; sie werden daher vor ihrer Verwendung unter hohem Druck geprobt.

Vom oberen Teil der Spirale steigt ein Rohr p in kurzer Linie (um die Abkühlung zu vermeiden) bis zum obersten Geschoß, das beheizt werden soll, auf; es heißt das Steigerrohr. Die Transmissionsröhren dagegen können beliebig geföhrt und überall dahin gezogen werden, wo Wärme an die Lokale abzugeben ist. Nachdem das Wasser in den angemessenen Grenzen abgeköhlt ist, wird es in einer rückwärts führenden Leitung zum Rücklaufrohr q und somit zum tiefsten Punkt der Ofenspirale zurückgeföhrt,

um hier aufs Neue erwärmt zu werden. — Ofenspirale, Steigerrohr, Heizrohr und Rücklaufrohr bilden also eine geschlossene, in sich zurückkehrende Rundleitung und man nennt jede derartige Kombination „ein System“.

Die Länge der Systeme dehnt man nicht gern über 150 bis 200 m aus, weil die Reibung an den Röhrenwänden und die mancherlei Umbiegungen der Röhre einen erheblichen Widerstand für die Circulation des Wassers bilden. Die Circulationsgeschwindigkeit nimmt zu mit der Höhe der Röhren, aber auch die Differenz zwischen ihrer Initial- und Endtemperatur hat Einfluß auf dieselbe. Nach Zurücklegung gewisser Strecken empfiehlt es sich also, das Rohr wieder ins Feuer zurückzuführen. Leitet man es nun in diejenige Ofenspirale zurück, von der es ausging, so ist das System ein geschlossenes; führt man es aber in eine zweite, im Feuer liegende Spirale, aus welcher ein ebensolches System ausläuft, das mit seinem Rücklaufrohr sich an die erste Spirale anschließt, so hat man ein gekuppeltes System. So können 4 bis 6 Systeme in einem Ofen vereinigt, von einem Kofst aus geheizt und durch eine Pumpvorrichtung gespeist werden. Hierbei werden die Widerstände des einen Systemes durch die geringeren des anderen aufgehoben; freilich soll dann auch die Temperatur des zurückkehrenden Wassers in allen Schlangen möglichst gleich sein, was nahezu gleiche Länge der Transmissionsröhren eines jeden Systemes bedingt.

Die Heizrohre werden in den Lokalen am Fußboden umhergeführt und äußerlich durch eine hohe Sockelleiste, welche gitterähnlich durchbrochen ist, gedeckt. Fig. 174 zeigt



in Ansicht und Querschnitt die konstruktive Anordnung der Heizrohre über dem Fußboden. Zu dem Ende werden die Rohre E und F, von denen das untere den Rücklauf vermittelt, in einem in die Mauer eingelassenen gußeisernen Haken verankert. Das verzierte Schutzgitter von Metallguss wird unterhalb in eine Nut der Fußbodenleiste und oberhalb in den Falz der Sockelleiste eingelegt; einzelne Teile des Gitters lassen sich herausnehmen, um die Rohre, so oft

es erforderlich ist, von angesammeltem Staube befreien zu können. Zu dem Ende wird der oben angebrachte Vorreiber A zur Seite gedreht.

In Räumen von untergeordneter Bedeutung bleiben die Rohre unverdeckt. Das Rückführungsrohr legt man unter das Heizrohr, wie Fig. 174 zeigt, und benutzt dasselbe mit zur Wärmeabgabe an das Zimmer.

Nicht selten werden Transmissionsröhre und Rückführungsrohre in den Fußboden verlegt. (Fig. 175.) In solchem Falle sind zwischen den Balken Kanäle ausgespart und mit Schwarzblech ausgefüttert; in diese Rinnen legt man die Rohre und die Öffnung der Heizkanäle wird mit durchbrochenen Eisenplatten abgedeckt.



Wenn die Fußbodenleitung nicht zur Heizung genügt, so wird dieselbe zu Spiralen, sogenannten „Heizschlangen“ erweitert und dadurch die Transmissionsfläche entsprechend vergrößert.

Die Expansionsvorrichtung besteht bei Heißwasser-Mitteldruckheizung aus dem belasteten Doppelventil (Fig. 173) und für hohen Druck aus einem Expansionsrohr; in beiden Fällen soll die Vorrichtung am höchsten Punkte des Systemes liegen. — Das Expansionsrohr hat den Zweck, die durch Erwärmung auf 130 bis 200° C. ausgedehnte und aus dem Steigerrohr expulsierte Wassermasse aufzunehmen. Ferner sollen sich hier auch Luftblasen ansammeln, die, wenn sie in die Circulationsrohre gelangen, der Wasserbewegung Hindernisse entgegenstellen.

Die Größe des Expansionsrohres ist durch Rechnung, wie folgt, festzustellen:

Der Ausdehnungs-Koeffizient des Wassers ist $a = 0,00033$. Nehmen wir als Maximum der Temperatur des Wassers $t = 200^\circ$, dann ist der Inhalt sämtlicher Röhren zu multiplizieren mit $1 + at = 1 + 0,00033 \times 200 = 1,0660$ und das Produkt von dem ursprünglichen Volumen abzuziehen. Der Rest ist das Wasservolumen, welches in den Röhren nicht mehr Platz findet. Der Wassergehalt einer 22 mm im Lichten weiten Röhre von 100 m Länge ist

$$V = 100 \times 0,00033 = 0,033 \text{ cbm.}$$

Wird dieser Inhalt auf 200° erwärmt, so erhält er das Volumen

$$V' = 0,033 \times 1,066 = 0,0405 \text{ cbm,}$$

und dasjenige des aus der Röhre austretenden Wassers ist:

$$V'' = V = 0,0405 - 0,0330 = 0,0075 \text{ cbm oder } \frac{1}{16} V.$$

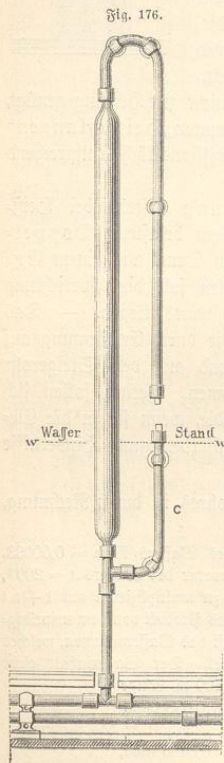
Das Volumen muß in der Expansionsröhre Platz finden. Wir wählen einen Durchmesser = 0,08 m, wobei der Querschnitt = 0,00502 qm; die Länge des Expansionsrohres für ein 100 m langes System ist daher:

$$\frac{0,0075}{0,00502} = 0,49 \text{ m.}$$

Man macht die Expansionsröhren indeß so groß, daß sie auch den doppelten Inhalt des zu expulsierten Wassers aufnehmen können; bei Maximalausdehnung wird dann die Luft auf die Hälfte zusammengedrückt, wobei das Rohr wie ein Windfessel wirkt.

Fig. 176 stellt das schmiedeeiserne Expansionsrohr mit Nachfüllstutzen dar. Außer dem 0,05 m weiten Behälter ist ein vertikal abwärts geführter Schenkel von dem Durchmesser des Cirkulationsrohres angefügt und mit Stöpselschraube verschlossen. Durch diesen soll die Luft entweichen. Das aufwärts gerichtete Rohrende c, welches denselben Verschluss hat, dient zum Nachfüllen des Wassers.

Aus der vorstehenden Beschreibung sind manche positive Eigenschaften des „System Perkins“ abzuleiten. Zunächst ist es der geringe Durchmesser der Rohre, welcher bei leichter Anwendbarkeit deren Unterbringung selbst in vorhandenen älteren Gebäuden gestattet. Ein Verlust an Zimmerraum findet dabei nicht statt, da die Ofen ganz fortfallen und die Heizschlangen sich in Nischen und Fensterbrüstungen aufstellen lassen. — Die Montage ist einfach und die Anlagekosten sind billiger als bei Mittel- und Niederdruckheizung. Die Heizwirkung tritt schnell ein — nach $\frac{3}{4}$ bis 1 Stunde. — Der Betrieb ist sehr einfach.



Als Nachteile werden hauptsächlich folgende genannt:

1) Die Gefahr des Einfrierens stark exponierter Rohre bei scharfen Nachfrösten in der Heizpause vom Abend bis zum Morgen. — Dieser Übelstand läßt sich vermeiden durch Aufgabe von Brennstoff für die Nacht, wobei sich die bereits besprochenen Füllfeuerungen vorzüglich bewährt haben.

2) Die Gefahr, daß durch Überhitzung der Rohre Holz entzündet werden kann. Obwohl die Entzündung des Holzes erst bei 425° C. eintritt, ist die Möglichkeit einer Überhitzung doch nicht ausgeschlossen, wenn infolge fehlerhafter Anlage die Rücklaufrohre mit zu hoher Temperatur zum Ofen zurückkehren. Verhindert wird die Überhitzung, sobald eine Füllfeuerung vorhanden ist, bei welcher in der Zeiteinheit eine voraus bestimmte Menge von Brennstoff ver-

brannt wird und wenn die Cirkulation in angemessener Art vor sich geht.

3) Die Möglichkeit, daß der auf den Heizröhren abgelagerte Staub versengt werde. Die Zersetzung der organischen Stoffe, aus welchen der in der atmosphärischen Luft enthaltene Staub besteht, beginnt erst bei 140 bis 150° C. Da die Initialtemperatur des Wassers für Wohngebäude 160° nicht leicht überschreitet, so wird das Expansionsgefäß höchstens auf 150 bis 155° erwärmt werden und in den zu heizenden Wohnräumen die Rohrtemperatur unter dem Hitzeegrad bleiben, der den Staub zersetzt.

4) Die Gefahr des Explodierens der Rohre. Daß Explosionen leicht stattfinden können, ist nicht zu erweisen. Das Material, aus welchem die gezogenen Rohre gefertigt werden, ist so vorzüglich, daß der Quadratmillimeter mit 60 kg in Anspruch genommen werden kann. Die Rohrwandungen sind 6 mm dick, vertragen also eine Inanspruchnahme von $60 \times 6 = 360$ kg pro Quadratmillimeter. Stiege also auch wirklich die Wassertemperatur über 200° , auf:

230° 260° 290° ,

so entspricht diesen Temperaturgraden eine Spannung von

27^{at} 38^{at} 73^{at}

Der Druck von 1 Atmosph. beträgt $0,01038$ kg pro qmm,

" " " 38 " " $0,39254$ " " "

" " " 73 " " $0,75499$ " " "

Findet nun Erhitzung auf 260° C. statt, so ist die Sicherheit noch eine 917 fache, und bei Erhitzung auf 290° eine 477 fache, d. h. es ist in der That keine Explosionsgefahr vorhanden, um so weniger, als die Rohren vor dem Gebrauch geprüft, d. h. einem Druck von 140 Atmosphären mittels einer hydraulischen Pumpvorrichtung unterzogen werden. Bei dieser Druckprobe müssen Rohre und Verschraubungen dicht bleiben.

Wenn Explosionen stattfinden, so geschieht dies im Ofen, und ohne alle Gefahr, da die Rohren von Mauerwerk umgeben sind. Es öffnet sich die Schweißnaht des Rohres und ein Teil der Wassermasse ergießt sich in den Ofen.

Von den Gegnern des Perkins'schen Systemes pflegen noch hervorgehoben zu werden:

5) Die Schwierigkeiten des Regulierens der Temperatur in den Räumen nach vorübergehendem Bedürfnis und

6) die Nachteile beim Absperrern einzelner Räume.

ad 5) Durch verstärkte oder verminderte Intensität des Feuers ist dies System allerdings nicht regulierbar: man darf also die Rohrlänge nicht auf den halben Effekt bemessen wollen in der Meinung, bei starker Kälte

durch lebhaftes Feuern auch den größeren Bedarf zu decken. Denn wenn die Anfangs- und Endtemperaturen des Wassers auf 150° resp. 60° C. bemessen sind und damit etwa 32 000 Wärmeeinheiten bei normaler Temperatur produziert werden, so würden für die Erzeugung von 64 000 Wärmeeinheiten die Wassertemperaturen auf 240, resp. 100° zu steigern sein. Die Zurückführung des Wassers mit hoher Temperatur involviert aber einen erheblichen Verlust an Brennstoff und bringt die schon besprochene Gefahr der Überhitzung nahe, weil der Heizer nicht wissen kann, wie hoch er die Temperatur steigern muß, um den betreffenden Effekt zu erhalten. Statt der Anlage einer Mitteldruckheizung mit 150° Initialtemperatur würde sich daher im vorliegenden Falle „hoher Druck“ mit 60° Endtemperatur empfohlen haben. Tritt dagegen milde Witterung ein, so muß das Feuer unterbrochen werden, nachdem die Zimmer hinreichend erwärmt sind, und es darf erst wieder gefeuert werden, wenn die Zimmertemperatur stärker sinkt. Dieser Zustand tritt aber bei der geringen Reservationskraft¹⁾ des Systemes verhältnismäßig schnell ein.

ad 6) Einzelne Zimmerleitungen oder Spiralen mit Absperrhähnen zu versehen, ist allerdings durchführbar, aber darum mißlich, weil man die abgeperrten Systeme nicht gleichzeitig entleeren kann, diese also beim Aufhören der Wassercirculation leicht dem Einfrieren unterworfen sind, auch die gewöhnlichen Hähne auf die Dauer nicht dicht bleiben. Sind insbesondere die Hähne nicht genau gehohlet, so werden durch deren Einschaltung leicht Kontraktionserscheinungen hervorgerufen, d. h. die Circulation wird gehemmt. Übrigens ist es einer der Vorzüge dieser Heizung, daß zusammenhängende Zimmergruppen ohne wesentliche Mehrkosten eine gleichförmige Wärme erhalten können und für größere Gebäude hat man es außerdem in der Gewalt, durch Anlage kleinerer Systeme die periodisch benutzten Räume von den kontinuierlich geheizten zu trennen.

7) Der Vorwurf endlich, daß mit der Hochdruckheizung Ventilation schwierig zu verbinden sei, ist nur mit Einschränkungen zu verstehen, denn auch diese Aufgabe ist rationell zu lösen, wie die folgenden Paragraphen lehren.

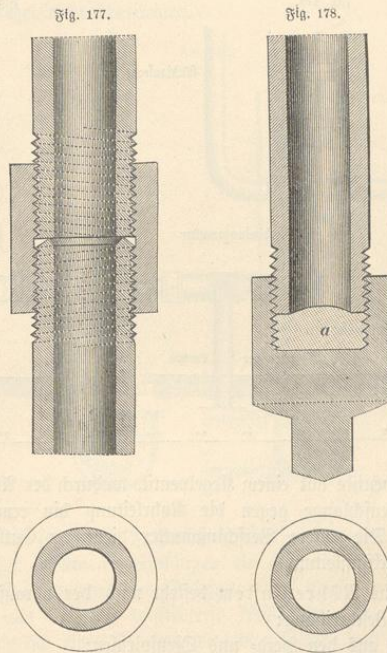
§ 54.

Das Röhrensystem und seine Verbindung.

Die Zusammenführung der einzelnen Röhrlängen, welche an dem einen Ende mit Rechts-, an dem anderen mit Linksgewinde versehen sind, geschieht durch Verschrau-

1) Für Schulen und ähnliche Institute stellt sich hiernach der Mangel an Reservationsvermögen als Vorteil heraus, weil das Funktionieren des Apparates den Zeitabschnitten des Unterrichtes genauer angepaßt werden kann. Vergl. Anwendungen § 55.

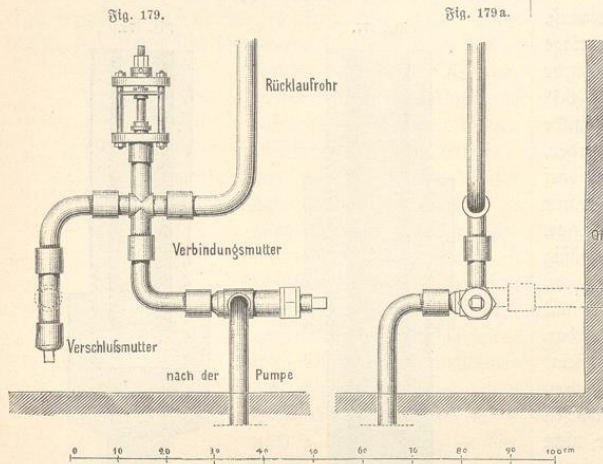
bungen, wozu Verbindungsmuffen dienen, die mit Rechts- und Linksgewinde versehen sind. Da das Gewinde der Muffe nicht vor dem Durchdringen des Wassers schützt, so wird zum Zweck wasserdichter Verbindung das Ende des einen Rohres zugespitzt abgedreht, das Ende des anderen (das mit ihm verbunden werden soll) mit geradem Abschluß versehen, Fig. 177. Mittels der Muffe kann man nun das scharf zugespitzte Ende fest und dicht gegen die ebene Fläche des anderen Endes heranziehen und dadurch vollständiges Dichthalten erreichen.



Um die verschiedenen Windungen, Ecken, Winkel im Circulationsgange zu bilden, wendet man Façonstücke an. — Rechtwinkelige Abzweigung wird durch ein schmiedeeisernes T-Stück bewerkstelligt, dessen drei Enden mit Gewinde versehen sind. Wo zwei Rohrstränge sich kreuzen, da wendet man Kreuzstücke an, deren vier Enden mit äußerem Gewinde versehen und durch gerade Muffen mit den Anschlußsträngen verschraubt werden. Zur Verbindung zweier Rohrstränge im Winkel dienen Bogenstücke oder geschmiedete Kniestücke. — Das in Fig. 179 u. 180 dargestellte Absperrventil zeigt derartige Kreuzstücke, Bogenstücke und Verbindungsmuffen. Dagegen sind zur Herstellung des Expansionsrohres, Fig. 176, zwei T-Stücke verwendet. Der Verschluß des Nachfüllstuzens und des abwärts gebogenen Luftrohres erfolgt mit einer sogenannten

„Verschlussmutter“ (Stöpselverschluss). Die Dichtung des Stöpsels geschieht hierbei nach Fig. 178 mittels Blei, welches in die Tiefe der Mutter eingegossen ist; beim Anziehen der Mutter preßt sich das Rohrende in die Bleimasse a ein.

Abperrventile werden da angebracht, wo es sich um zeitweise Ausschaltung eines Teiles der Heizröhren oder der Spiralen handelt. Fig. 179 stellt ein Abperrventil dar; es bildet eine Kombination von drehbarem



Kolbenventile mit einem Regelventil, wodurch der Abschluß der Ofenschlange gegen die Rohrleitung hin ermöglicht wird. Die untere Verschlussmutter dient zur Entleerung der Rückflußleitung.

Das Röhrensystem besteht nach der vorausgegangenen Beschreibung:

- 1) aus den Herd- und Ofenspiralen;
- 2) aus den Röhren zur Ofen- und Pumpenmontierung;
- 3) aus den Transmissionsröhren;
- 4) aus den eingebetteten oder toten Röhren.

§ 55.

Die Ofen und deren Montierung.

Auf Tafel 37, Fig. 1 bis 4, ist ein von F. L. Bacon in Berlin konstruierter Ofen für Hochdruckheizung dargestellt. Die Ofenspirale bildet eine sogenannte „geschlossene Schlange“, nämlich ein Oblongum mit abgerundeten Ecken, welches im Grundriß die O-Form erhält. Im hinteren Teile der Schlange befinden sich die Muffenverbindungen des Rohres. Sollen zwischen den Rohrwindungen Spalten nicht bleiben, so werden die hinteren

Spiralen abwechselnd in langer und kurzer Windung verlegt, wobei Raum für die Muffe verbleibt. Formveränderungen der Heizschlange werden durch vier gußeiserne Ständer vermieden, in welche die Rohre eingelegt sind. Zwischen dem vorderen Teil der Schlange befindet sich der Kofst a und vertikal über demselben der Füllschacht, durch welchen das Brennmaterial (Coaks) auf den Kofst hinabgeschüttet wird. Die Einschüttöffnung ist mit dicht schließendem Deckel und Einschüttzarge versehen und das Feuer wird in bekannter Weise geschichtet und entzündet; jedoch soll Anfangs die Hitze im Brennraume nur mäßig gesteigert und später erst auf ihr Maximum gebracht werden. Hierbei passieren die brennenden Rauchgase zunächst die Feuerbrücke g, bespülen die Feuerstrahlen an der inneren Seite, gelangen in den Zug c, wo sie — sich nach vorn bewegend — in dem Zuge d die Spirale von außen bespülen und ziehen in der Richtung der Pfeile nach dem Schornstein e. An dieser Stelle ist der Zug verengt und durch den Rauchschieber i regulierbar.

Um den Kofst a von Schlacken befreien zu können, ist derselbe als Kippofst konstruiert, d. h. er ist um eine horizontale Achse r r drehbar und läßt sich mittels des Hebels s in eine um 90° gedrehte Lage herabschlagen, wobei die Schlacken in den Aschenraum fallen.

Das Ausrußen der äußeren Züge d d geschieht mit Hilfe der vier Verschlusskapseln d' d'. Der innere Brennraum wird gereinigt nach Herumschlagen des Kofstes teils vom Aschenraum, teils von der Inspektionstür k her, indem mit der Bürste die Rohre sorgfältig abgeputzt werden. Angeammelte Rußteile und Flugasche fallen dann abwärts und werden mit der Krake herausgezogen, wobei man auch die Vorsetztür im hinteren Aschenraum zu öffnen hat. Diese Reinigung der Heizschlangen und der Züge wird durch die Natur des verwendeten Brennstoffes bedingt und muß in Pausen von vier bis acht Wochen erfolgen. Geschieht dies nicht, so verringert sich der Heizeffekt, es findet unnützer Verbrauch von Brennmaterial statt und der Kofst brennt leicht durch.

Zur Füllung des Apparates mit dem erforderlichen Wasserquantum sind am Rücklaufrohr die in Tafel 37, Fig. 1, ersichtlichen Füllrohre n und n' angebracht, welche in Verbindung mit dem sogenannten Durchpumpbahn l in Funktion treten. Eine vollkommene Füllung des Systemes ist nämlich vom Füllstutzen des Expansionsrohres her nicht zu erreichen (es würde irgendwo in den Rohrwindungen Luft zurückbleiben). Um dies zu verhindern, setzt man an das unterste Füllrohr n eine Füllpumpe an, und pumpt durch dieselbe Wasser in die Rohr-

leitung. Das Wasser nimmt nun seinen Weg zuerst durch die Ofenspirale,¹⁾ steigt dann bis zum höchsten Punkte der Leitung, durchläuft sämtliche Zimmerrohre und Spiralen und kehrt endlich nach dem Heizraum zurück, wo es durch das obere Füllrohr n' herausströmt. Die Füllrohre sind beim Durchpumpen gegeneinander mittels des Durchpumphahnes l abgeschlossen; andernfalls würde das Wasser von einem Füllrohr zum anderen gehen, ohne die ganze Leitung zu passieren.

Hat man sich überzeugt, daß bei fortgesetztem Pumpen die an den Rohrwänden adhärenenden Luftblasen von dem Wasserstrahl fortgerissen worden sind, so kann das System als gefüllt angesehen und mit der Heizung begonnen werden.

Das Nachfüllen. Trotz der Dichtigkeit der gezogenen schmiedeeisernen Rohre dringt unwahrnehmbar durch die Poren des Eisens der Wasserdampf nach außen, das Wasserquantum wird geringer und die höchsten Stellen der Stagenleitungen füllen sich mit Luft an, welche vorher vom Wasser absorbiert war. Es dokumentiert sich dies zuerst durch starkes Klauschen in den Röhren beim Anheizen und später durch heftiges Schlagen gegen die Rohrwandungen. Solche Geräusche haben immer ihren Grund in Circulationsstörungen und wenn der Heizer nicht für Entfernung der stagnierenden Luft sorgt, so wird die Circulation gehemmt und das Rohr an der mit Luft gefüllten Stelle überhitzt, was namentlich dann gefährlich werden kann, wenn der betreffende Rohrteil im Ofen liegt.²⁾

Anm. Gewöhnlich gelingt es durch Lüften der Kapfeschraube, am Fußstutzen des Expansionsrohres die Luft aus der Leitung zu entfernen; wenn dagegen ein Expansionsreservoir mit Druckventil vorhanden ist, so wird das letztere öfter vorzüglich einen Moment lang gehoben (wie Fig. 174 verdeutlicht). Hierbei giebt sich das Ausströmen der Luft durch heftiges Aufsteigen von Luftblasen zu erkennen. Ist aber der Apparat auf solche Weise nicht luftfrei zu machen, so ist ein Durchpumpen desselben erforderlich, was in der oben beschriebenen Art geschieht, in der Regel aber nur in Abständen von ein bis zwei Jahren sich als nötig herausstellen wird.

Bei Expansionsrohren erfolgt das Nachfüllen durch den seitlichen Füllstutzen bis zur Linie des normalen Wasserstandes w w, Fig. 174, und ist dazu zweiwöchentlich etwa $\frac{1}{2}$ l Wasser erforderlich. Bei dem auf S. 136

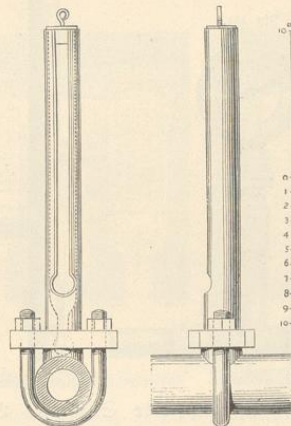
1) Hierbei hat man auch die Gewähr, daß allerlei Unreinigkeiten, welche sich von den Rohrwandungen ablösen, sich nicht in der Ofenschlange festsetzen, sondern vom Wasserstrom nach oben fortgetragen werden und durch das Rohr n' abfließen.

2) An der glühenden, mit Wasser nicht gefüllten Stelle der Spirale bildet sich dann Schluffspan, dieser fällt ab, das Rohr verliert Wandstärke und wenn sich in Berührung mit dem Wasser die Dampfspannung plötzlich erheblich steigert, kann das Rohr gesprengt werden. Mit starker Detonation öffnet sich dann die Schweißnaht auf 20 bis 30 cm Länge und das Wasser strömt in Dampfform aus — gewöhnlich nur ein kleiner Teil, weil der größere Teil in der Röhre durch den Luftdruck zurückgehalten wird.

dargestellten Doppelventile, Fig. 173, geschieht die Füllung ganz selbstthätig.

Um den Heizer in den Stand zu setzen, daß er die Temperatur am Steigerrohr beobachten könne, ist an denselben eine Kapsel in Form einer offenen Hülse angebracht, welche mittels einer Schraubenzwinde auf dem Steigerrohr festgehalten wird und zur Aufnahme eines Thermometers dient, dessen Glasfugel in ein Ölbad¹⁾ eintaucht, Fig. 180. An dieser Stelle soll die Temperatur des Rohres das vorgeschriebene Maximum von 150° in der Regel nicht übersteigen.

Fig. 180.



Die Firma J. L. Bacon in Berlin verwendet bei den von ihr gebauten Heizanlagen ein sinnreich konstruiertes Zeigerthermometer zur Ableitung der Wassertemperatur. Das aus Messing konstruierte kreisrunde Thermometergehäuse hat einen Durchmesser von 135 mm und wird bei wagrechten Heizröhren nach Fig. 181 und bei senkrechten Strängen nach Fig. 182 mit der Rohrleitung verbunden. Das Zifferblatt hat einen Durchmesser von 100 mm und ist in 200 Grade eingeteilt, welche dem hundertteiligen Thermometer entsprechen. Der Maßstab ist ein so großer, daß der Heizer von seinem Platz aus mit Bequemlichkeit noch Halbe- und Viertelgrade abzulesen im Stande ist. Die Wassertemperatur wird gemessen durch die Längenveränderung eines mit dem Gehäuse des Thermometers ver-

1) Die Fabrikanten Ahl & Poensgen in Düsseldorf haben ein Quecksilberbad für diesen Zweck verwendet (vergl. Fischer: das Gymnasium Andreaneum zu Hildesheim in der Zeitschrift des Arch.- u. Ing.-Vereins zu Hannover), welches die Temperatur des eingeschlossenen Wassers annähernd genau zeigt; es ist aber zu befürchten, daß die Quecksilberdämpfe gefahrbringend für den Heizer werden können.

bundenen, unten geschlossenen Messingrohres von 20 mm Durchmesser, welches in Rohrabsweig (Fig. 181 resp. 182) — d. h. in das erhitzte Wasser eintaucht. Ein in demselben freistehender Stab von Porzellan dient aber als Stützpunkt für einen stählernen Winkelhebel, welcher die Längenveränderungen direkt auf ein Zahnsegment und durch dieses auf die Zeigerwelle überträgt und dadurch den Zeiger des Thermometers bewegt.

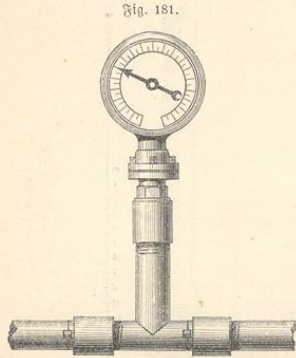


Fig. 181.

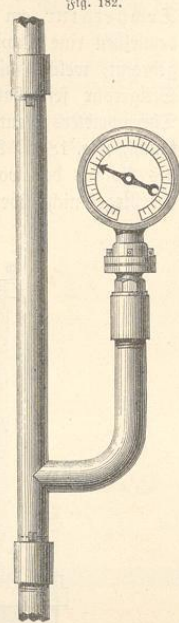


Fig. 182.

Öfen für gekuppelte Systeme. Bei der Beheizung eines Gebäudes von einiger Ausdehnung zieht man vor — selbst dann, wenn die Räume nur in einer Etage liegen — die Länge des Heizrohrsystemes nicht über das angegebene Maß von 150 bis 200 m auszu dehnen, denn zu große Ausdehnung des Rohrsystemes hat den Nachteil, daß die ganze Leitung außer Thätigkeit gesetzt werden muß, sobald an einem Punkte Reparaturen erforderlich werden. So sind zur regelrechten Erwärmung des auf Tafel 41 dargestellten Wohngebäudes vier Systeme mit zusammen 430 m Transmissionsrohr angeordnet worden. Je zwei Systeme haben eine gemeinsame Feuer schlange, der Ofen also zwei Schlangen, und die Kuppelung der vier Systeme geschieht nach dem Schema Fig. 205. Die beiden Schlangen (Fig. 183 u. 184) sind langgestreckt, 1,57 m lang, 0,30 m breit und in 0,30 m Abstand gestellt. Der Füllschacht liegt teils im Mauerwerk, teils wird er durch einen geneigten Kofst b gebildet, an welchen sich ein schmaler Plankofst a mit Kippvorrichtung anschließt. Der Brennstoff (Coaks) kann ziemlich hoch geschichtet werden; die Feuergase bewegen sich nach dem Passieren der Feuerbrücke erst im mittleren Zuge d nach hinten und dann, die äußere Windung der Schlangen bespülend, an

der Stirnwand aufwärts, um sich im Fuchs h zu vereinigen und in den Schornstein zu ziehen.

Die Bewegung der Verbrennungsgase längs der Spirale ist derjenigen des circulierenden Wasserstromes in der Spirale entgegen gerichtet (Gegenstromheizung).

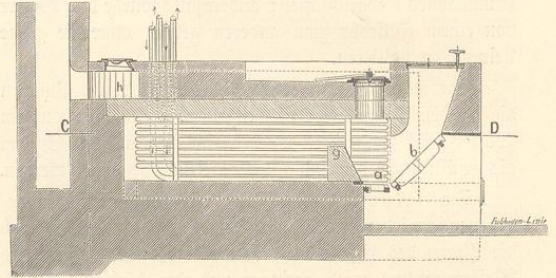


Fig. 183.

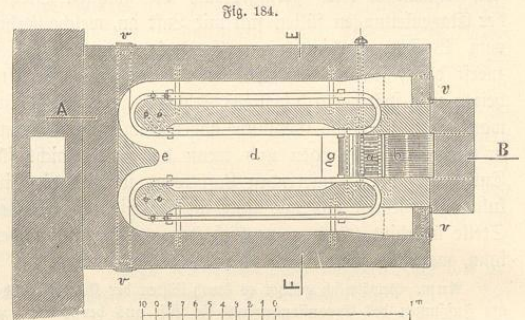


Fig. 184.

Die sonstigen Anordnungen weichen nicht erheblich von der auf Tafel 37 dargestellten Ofenkonstruktion ab. Zur Entkrüftung der Züge dienen Reinigungskapseln v. Die oberen Züge sind durch den Verschlußdeckel kontrollierbar.

Tafel 38 stellt einen von der Firma J. L. Bacon ausgestellten Ofen neuester Konstruktion im Grundriß, Längenschnitt, Querschnitt und in der Vorderansicht dar. Derselbe ist als Füllfeuerung konstruiert und enthält zwei oblonge Heizschlangen mit abgerundeten Enden. Die Windungen der Schlangen setzen sich bis dicht an den schrägen Kofst a (Fig. 2) fort, wodurch der Brennraum seitlich vollständig abgeschlossen wird. Dadurch ergibt sich das höchste Maß der Ausnutzung des Brennstoffes, denn die vorderen Enden der Feuer schlangen bleiben in stetem Kontakt mit dem glühenden Brennmaterial und die aus demselben entwickelten Feuergase werden so geführt, daß sie jedes einzelne Rohr der Schlange in seinem vollen Umfange bespülen. Hierbei nehmen die Verbrennungsprodukte, sobald sie die Feuerbrücke passiert und sich an der Zunge e in zwei Parallelströme gespalten haben, ihren Weg in der

Richtung der im Grundriß eingezeichneten Pfeile, wobei sie im II. Zuge die äußeren Hälften der Heizschlangen berühren und an diese ihre Verbrennungswärme abgeben. Da die Richtung der Heizgase entgegengesetzt ist derjenigen des Wassers in den Heizschlangen, so ist auch Gegenstromheizung vorhanden. Nachdem die Gase den Zug II passiert haben, steigen dieselben zu beiden Seiten vertikal empor (vergl. Fig. 2) und durchstreichen den Feuerkanal III, durch den sie nach dem Schornstein gelangen. Zur Zugregulierung dienen die Schieber *ss*, Fig. 4, welche von der Stirn des Ofens aus nach Bedarf eingestellt werden können.

Behufs Entkrüzung der Feuerzüge wird die Aschenstür geöffnet, es werden die Stäbe des schrägen Kofes herausgenommen und die auf Träger von Runderisen gelagerten Feuerzungen mit der Bürste sorgfältig abgeputzt, wobei der Ruß auf den Boden des Zuges I hinabfällt und mit der Krabe herausgezogen werden kann. Zu diesem Zwecke ist die hintere Vorsetztür im Aschenraume herauszunehmen. Die Feuerzüge II sind zugänglich durch die in Fig. 1 mit *v* bezeichneten Reinigungskapseln.

Zur Entleerung des Planrostes von Schlacken und Aschenrückständen ist derselbe wieder als Kipprost konstruiert.

Die Steigeröhre befinden sich bei dieser Ofenanordnung direkt über der Feuerbrücke; die Rückflußrohre kehren zu beiden Seiten des Kofes in die untersten Windungen der Ofenschlangen zurück. — Formveränderungen der Ofenpiralen werden durch übergeschobene Zwingen verhindert.

Eine von der vorstehenden abweichende Anordnung wendet **Johannes Haag** in Augsburg an; hier dient ein Kofst zur Erhitzung von zwei getrennten Ofenpiralen. Von dem Kofst *a* (Fig. 185 u. 186) ziehen die Feuerzungen über die Feuerbrücken *b b*, durchströmen die doppelten O-förmigen Schlangen, welche alternierend verlegt sind, so daß eine möglichst vollständige Berührung des Rohrumfanges mit den Rauchgasen erreicht wird, und strömen durch die Öffnung am Boden der Rohrkammer abwärts in den gemeinsamen Rauchkanal. Die Schlangen ruhen mit ihren unteren Enden auf zwei starken eisernen Balken in einer aus Chamottegemäuer hergestellten Kammer, deren Verbindung mit dem Rauchkanal durch Drosselklappen *k* nach Bedürfnis reguliert oder auch abgesperrt werden kann, wenn das eine System von der Beheizung ausgeschlossen werden soll. Zur Absperrung einzelner Feuerzungen dienen eingeschaltete Ventile. — Die Rohrkammern sind in voller Höhe durch eiserne Thüren abgeschlossen, um bei Reparaturen eine schnelle Auswechslung schadhafter Teile bewirken zu können.

Folgerungen. Die Bewegungsrichtung der Feuerzungen in dem Haag'schen Ofen ist nach abwärts, und die

Vreyman, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

des Wasserstromes nach oben gerichtet, aber die Gase streichen im rechten Winkel gegen die Röhren und daher ist keine Gegenstromheizung nicht vorhanden. Das Umspülen der Röhre kann zwar frei erfolgen, aber es wird

Fig. 185.

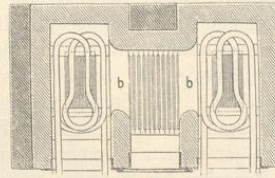
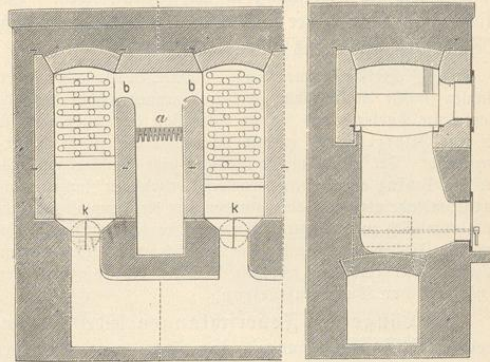


Fig. 186.

Fig. 187.

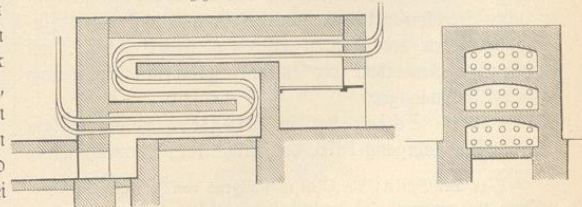


vorwiegend nur die obere Rohrhälfte durch direkte Flammenberührung erhitzt und der Weg der Verbrennungsprodukte ist ein so kurzer, daß die Gase mit ziemlich hoher Temperatur zum Rauchkanal entweichen. — Die Reinigung der Ofen ist dagegen leicht und bequem und — worauf ein großer Wert gelegt werden muß — das Ausschalten schadhafter Schlangen ohne Schwierigkeiten erreichbar.

Die unzweckmäßige, wenn auch Raum sparende Aufwickelung der Feuerzungen in mehr oder weniger dicht geschlossene cylindrische Spiralen, bei denen immer nur ein

Fig. 188.

Fig. 189.



Teil der Oberflächen vom Feuer umspült wird, ist bei der von **Karl Schinz** (in Dingler's polytechnischem Journal, Jahrg. 1876) mitgeteilten, und in Fig. 188 u. 189 mit

geringen Modifikationen dargestellten Ofenkonstruktion umgangen. — Hier ist ein System paralleler, doppelter Flachschlangen in der Art angeordnet, daß den Rauchgasen auf einem langen Wege in den Feuerzügen die Wärme möglichst vollständig entzogen wird; da die Röhren an ihrem ganzen Umfange vom Feuer bespült werden, so findet auch eine gleichmäßigere Abnutzung und vermehrte Wärmeabsorption statt. Endlich ist das Gegenstromprinzip vollständiger als bei allen vorhergehenden Konstruktionen erfüllt.¹⁾ Als Brennstoff kann außer Coaks auch Steinkohle benutzt werden, weil das Brennmaterial mit den Röhren gar nicht in Berührung kommt. — Das Reinigen und Ausrufen der Kohrzüge erfolgt durch Öffnungen mit Kapselverschluß in den Stirnwänden. Das Auswechseln schadhafter Schlangen ist allerdings ohne Deformation des Ofens nicht zugänglich.

Geschichtliche Anmerkung. Einen Ofen mit flachen Feuerspiralen (welche die Engländer grid-iron nennen) haben schon die Ingenieure Perkins und Bacon beim Bau der Heizanlagen für die von Gilbert Scott erbaute Nicolikirche zu Hamburg angewandt. Der Durchschnitt ihres Ofens zeigt allerdings an Stelle der von Schinz angeordneten massiven horizontalen Zungen solche von Eisenblech; aber auch diese genügen, um die Feuergase zu leiten und deren Weg zu verlängern. In den Ofen schließt eine gewölbte und von Flachschlangen durchzogene Luftheizkammer. Diese Kirchenheizung bildet eins der frühesten Beispiele des kombinierten Systems der Wasserluftheizung.

Die Länge der Feuerzungen bildet bei Anlage der Heizwasserheizungen eine Frage von erheblicher Wichtigkeit. Offenbar ist dieselbe abhängig von der Circulationsgeschwindigkeit und der Wärmeabsorption im Ofen und kann daher, wie die Kesselfläche der Niederdruckheizungen, theoretisch ermittelt werden.

Da ein Quadratmeter Kesselfläche nach Redtenbacher bei 1° Temperaturdifferenz stündlich 59,35 Wärmeeinheiten aufnimmt, so werden von einem laufenden Meter Perkinsrohr von 22 mm Lichtweite und 69 mm Umfang stündlich absorbiert:

$$59,35 \times 0,069 = 4,09 \text{ Wärmeeinheiten}$$

vorausgesetzt, daß das Rohr überall frei vom Feuer umspült ist, eine Unterstellung, die freilich bei den gewöhnlichen Herdkonstruktionen (welche ein möglichst nahes Zusammenlegen der Röhren erstreben) nicht zutrifft, mit alleiniger Ausnahme der zuletzt besprochenen Anordnung mit Flachschlangen.

Karl Schinz hat in Dinglers polytechnischem Journal, Jahrgang 1876, die Größe der Wärmeaufnahme

1) Der Schinz'sche Ofen ist übrigens von J. Haag in Augsburg aufgenommen und vorteilhaft ausgebildet worden. Vergl. H. Fischer: Bericht über die Heizungs- und Ventilationsanlagen zu Kassel in Dinglers polyt. Journal, Jahrg. 1877. — Auch J. und F. Köbbelen in Dresden konstruieren Ofen mit Flachschlangen und Gegenstrom.

im Ofen durch Rechnung bestimmt, unter Annahme folgender hohen Temperaturen:

T Initialtemperatur der Gase im Ofen 1400° C.

T' Endtemperatur derselben beim Eintritt in den Schornstein 300° C.

t'' die Initialtemperatur des Wassers im Steigerrohr 250° C.

t' die Temperatur, mit welcher das Wasser in den Ofen zurücktritt 60° C.

woraus die mittlere Temperaturdifferenz im Ofen

$$T - t = \frac{T + T'}{2} - \frac{t' + t''}{2} = 695^\circ$$

und die Wärmeaufnahme eines laufenden Meter Perkinsrohr von 22 mm innerem Durchmesser

$$695 \times 4,09 = 2842 \text{ Wärmeeinheiten.}$$

Bezeichnet nun W die stündlich erforderte Wärmemenge und L die Länge des Rohres im Ofen, so ist

$$L = \frac{W}{2842} \text{ Meter.}$$

Dieses Resultat ist noch mit einem Fehler behaftet, weil das Ofengemäuer aus dem Verbrennungsraum und den Feuerzügen Wärme aufnimmt und an die umgebende Luft etwa $\frac{1}{4}$ der vom Brennmaterial produzierten Wärme zerstreut, wodurch die mittlere Temperaturdifferenz $T - t$ eine geringere wird. Die Länge der Ofenschlangen ist daher noch um 10 Proz. zu verlängern, woraus als Endergebnis folgt:

daß die Ofenschlange (System Schinz) nur $\frac{1}{15}$ der Gesamtrohrlänge erfordert.

In der Praxis wird die Länge der Ofenschlangen erfahrungsmäßig festgestellt; man rechnet

für geschlossene Schlangen = 10—12% der Gesamtrohrlänge,
" offene " = 13—15% " "

§ 56.

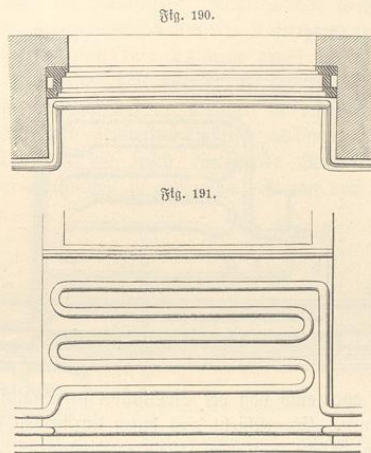
Die Transmissionsröhren.

Die Heizrohrleitung beginnt am oberen Ende der Ofenschlange und steigt von hier bis zu demjenigen Geschoß auf, welches geheizt werden soll. Ein Teil der Wärmehöhren wird entweder nach Fig. 174 am Fußboden längs der Umfassungsmauern der Räume hingeleitet¹⁾ und dort

1) Es hat sich der Gebrauch herausgebildet, vorwiegend die Fensterwand zur Unterbringung der Heizrohrleitung zu benutzen, weil die drei übrigen Umschließungswände der Wohnräume gewöhnlich Thüröffnungen erhalten, an denen man gezwungen ist, die Rohre abwärts zu ziehen und in Blechkanälen innerhalb des Fußbodens unterzubringen. (Vergl. Thürübergänge.) In Eckzimmern mit zwei freien Fensterwänden ist der Rohrbedarf meist leichter zu plazieren, und wenn ein Rohrstrang mit Rücklaufrohr nicht genügt, werden dann doppelte

durch gußeiserne Stühle oder Konsole unterstügt, oder (wie in Fig. 175) in den Fußboden eingesenkt und mit durchbrochenen gußeisernen Platten abgedeckt. Wenn die Zu- und Rückleitung nicht genügt, um das Zimmer zu erwärmen, dann wird entweder

a) eine Flachschlange, d. h. ein in einer vertikalen Ebene liegender Registerzug, Fig. 190 u. 191, unterhalb

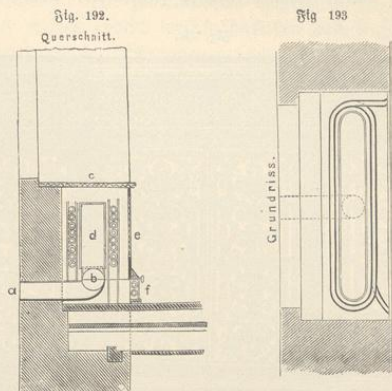


des Fensterbrettes in der Brüstung angebracht, oder das Rohr wird

b) zu einer länglich cylindrischen Spirale, Fig. 192 u. 193, zusammengewickelt, die dann in der Fensternische, zuweilen auch frei im Zimmer aufgestellt findet und mit einem mehr oder weniger reichen Mantel umgeben ist. Die cylindrischen Spiralen bieten nebenher Gelegenheit zur Herstellung einer Zimmerventilation. Es wird dann in der Mauer nahe dem Fußboden ein Kanal angelegt, und durch diesen und die Höhle der Spirale ein Blechrohr geschoben, welches in den Kasten d einmündet. Die bei a eintretende frische Luft steigt in den Kasten d auf und tritt durch das im Fensterbrett angebrachte Gitter erwärmt in den Zimmerraum ein. Nebenher tritt aber auch Zimmerluft bei f in den Kasten ein, bestreicht die im Durchschnitt sichtbare Spirale, und gelangt gleichfalls durch das Gitter c ins Zimmer zurück. Der Apparat vereinigt also Ventilation und Circulation. Wenn die Drosselklappe b horizontal eingestellt und dadurch der Zu-

Stränge verlegt (wie u. a. in der Aula des Adreaneum zu Hildesheim). Solche Anordnung erfordert aber — um die Rohrleitung zu verdecken — ein mindestens 40 cm hohes durchbrochenes Wandpaneel, wodurch die Anlage erheblich verteuert wird. — In Räumen von untergeordneter Bedeutung kann das vergitterte Rohrpaneel gespart werden.

tritt frischer Luft zu d abgesperret wird, dann bleibt allein die Circulation in Thätigkeit.



Muß die Heizrohrspirale etwa in der Ecke des Zimmers, an der Fensterwand, aufgestellt finden, so wird die Heizkörperverkleidung im Grundriß entsprechend gestaltet und als Eckspindchen mit durchbrochenen Füllungen ausgebildet. Dasselbe stellt dann einen Wärmofen dar, der reichlich Wärme an die Zimmerluft abgibt und die frische Luft kann, wie vorher durch die Frontwand, Zutreten.

Läßt sich die Heizspirale nur an der Mittelwand plazieren, so muß man die frische Luft entweder in der Zwischendecke oder mittels ausgesparter Luftkanäle, in der Mittelwand, zuführen. Wird die Klappe a geschlossen (Fig. 203) und der Sockel der Heizkörperverkleidung geöffnet, so findet Circulation der Zimmerluft statt. Wird a geöffnet und das Sockelgitter geschlossen, so tritt nur frische und erwärmte Luft in das Zimmer. Bei Nacht wird a geschlossen gehalten.¹⁾

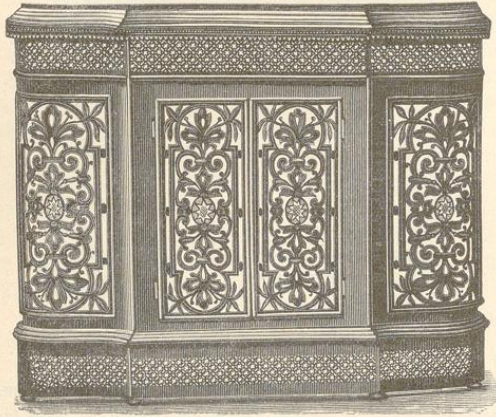
Auch den ästhetischen Anforderungen, welche an die Heizkörperverkleidung gestellt werden können, suchen die Fabrikanten dieser Branche voll zu genügen. Hölzerne Zierverkleidungen werden, da diese wenig haltbar sind, gegenwärtig selten verwendet; dagegen werden u. a. von dem Hoflieferanten Gärtler in Darmstadt recht geschmackvolle Muster in Gußeisen, Cuivrepoli und Kupfer geliefert. — Fig. 194 stellt eine in Cuivrepoli ausgeführte Heizkörperverkleidung mit abgerundeten Seitenteilen dar.

Da die Herstellung in Kupfer oder Messing zu teuer ist und gußeiserne Gehäuse das Gebälk unnötig belasten, so wählt man neuerdings mit Vorliebe zur Herstellung der Heizkörperverkleidungen durchlochte Eisenbleche,

1) Vergl. Friedrich Paul, Heiz- und Lüftungstechnik, Fig. 187.

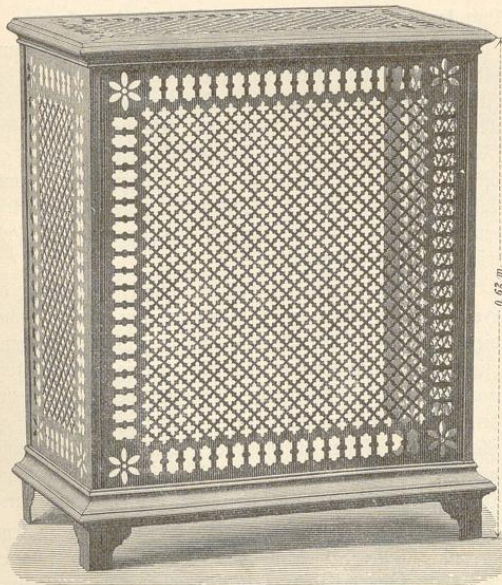
sogenannte Gitterbleche von 1 bis 2 mm Blechstärke oder perforierte Bleche mit gepreßten Profilen und Schwärzung durch schmiedeeiserne, profilierte, hohlgezogene

Fig. 194.



Rahmen, wie Fig. 195 darstellt. Derartige Gehäuse sind haltbar, leicht und billig und werden von der Firma

Fig. 195.

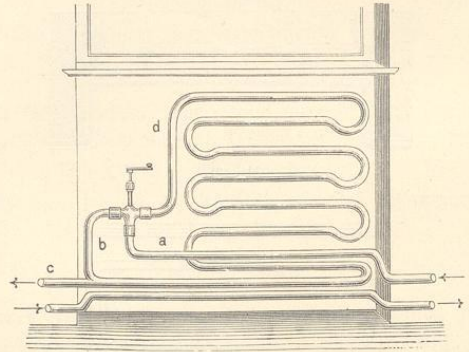


J. Schmidt & Herkenrath in Berlin als Spezialität fabriziert. Diese Fabrik liefert auch kaminartige Heizkörperverkleidungen aus Schmiedeeisen.

Für untergeordnetere Räume, Büreaus u. s. w. werden vielfach Verkleidungen aus feingewelltem Eisenblech mit profiliertem schmiedeeisernen Rahmen angewendet.

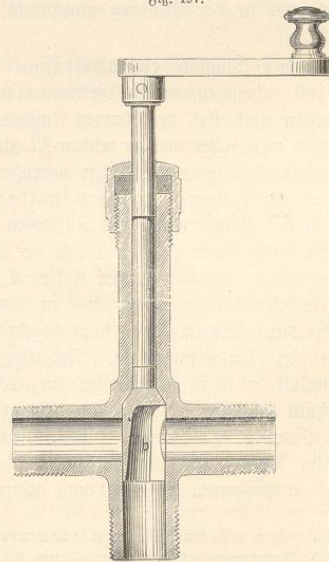
Absperrhähne. Flachschlangen und cylindrische Spiralen werden gewöhnlich in der Weise eingerichtet, daß das Wasser zwar in den Windungen circuliert, daß die

Fig. 196.



letzteren aber auch von der Circulation ausgeschlossen werden können. Es geschieht dies durch den in Fig. 196 dargestellten Absperrhahn. Bei entsprechender Stellung

Fig. 197.



des Köpfels 1 in Fig. 197 wird dann das Wasser verhindert, den Weg durch die Spirale zu nehmen und gelangt aus dem Rohre a durch die Biegung b wiederum in die

Fortsetzung e des Fußbodenrohres. Fig. 197 stellt den Durchschnitt des Hahnes, der durch eine Kurbel bewegt wird, im größeren Maßstabe dar. Um die Kurbel jederzeit zugänglich zu machen, ist die vergitterte Füllung des Fensterpaneels in Scharnieren um die untere Kante drehbar und oberhalb durch einen Zungeneinreiber festgestellt.

Bei der von Joh. Haag eingerichteten Heißwasserheizung der Bürgerschule V, in der Koflergasse zu Wien, besteht die Heizrohrleitung aus zwei getrennten Teilen. Der eine Teil enthält die Systeme der Fußbodenrundrohre und hat die Wärme zu erzeugen, welche durch Wand- und Fenstertransmission verloren geht, der andere Teil hat die frisch eintretende Ventilationsluft mittels der Spirallöfen zu erwärmen. Je nach dem Stande

Fig. 198 u. 199 abwärts gezogen, dann horizontal gekröpft und in eine Rinne von Schwarzblech, welche bündig mit den Balken in die Zwischendecke eingelassen ist, neben einander verlegt, endlich werden dieselben nach Aufbringen der Dielen mit durchbrochenen gußeisernen Platten abgedeckt. Dadurch werden die Rohre auch für die Transmission wirksam gemacht, was nicht erfolgen konnte, wenn die Rohre „verpackt“, d. h. unter die Dielung verlegt und in Lehm oder Leroi'sche Wärmeschutzmasse eingehüllt wären. Dagegen wendet man dieses Verfahren bei Türen an, welche aus Zimmern oder Vestibülen ins Freie führen, um das Einfrieren der Rohre zu vermeiden. (Vergl. Tafel 39.)

Das Unterbringen der Transmissionsrohre in Kanälen. Hierbei kommen Rücksichten der

Fig. 198 u. 199.

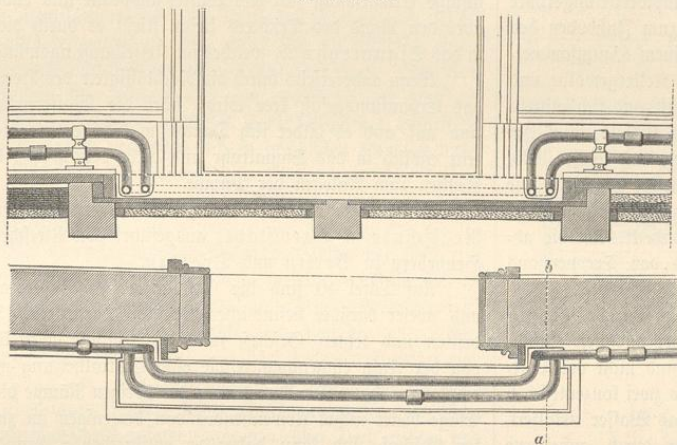
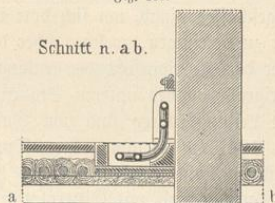


Fig. 200.



der Außentemperatur kann man also mit den Rundrohren allein, mit den Spiralen allein, oder mit beiden zugleich heizen.

Folgerungen. Aus dem Vorstehenden ergibt sich daher, daß bei Heißwasserheizungen neben der Erwärmung auch die Zwecke der Ventilation sehr wohl erreicht werden können und das Funktionieren des Apparates ist lenkbar genug, um auch eine normale Beheizung, wie sie der herrschenden Lufttemperatur entspricht, damit zu erreichen. Daß dem vorübergehenden Minderbedarf an Wärme während einzelner Tagesstunden durch Unterbrechung der Heizung leicht Rechnung getragen werden könne, wurde bereits erwähnt und ist in den „Anwendungen“ noch näher zu begründen.

Türübergänge. Um mit den hinter Sockelleisten verdeckt angebrachten Transmissionsrohren an den Türöffnungen vorüberzukommen, werden die Rohre wie in

Reinhaltung in Betracht, denn es liegt stets die Gefahr nahe, daß von der Dienerschaft der Staub in die Rohrkannäle gefegt wird und sich dort anhäuft, wodurch die Transmission verringert und bei starker Erhitzung leicht ein lästiger, brenzlicher Geruch verbreitet wird. Dies kann zwar vermieden werden durch öfteres Aufheben der Platten und Entfernung des Staubes mittels eines Blasebalges; da aber auch die Dielung infolge der starken Wärmestrahlung bald zu schwinden beginnt, so pflegen die Abdeckungsplatten zu klappern, was wiederum fatal ist: diese Gründe sprechen sämtlich für Unterbringung der Rohre hinter vergitterten Sockelleisten.

Im nächsten Paragraphen findet der Leser einige bewährte Heizanlagen ausgeführter Gebäude, und zwar nach dem System der Warmwasserheizung mit Niederdruck und Mitteldruck, sowie der Heißwasserheizung.

§ 57.

Anwendungen.

I. Eine der frühen Anlagen des Warmwasser-Niederdrucksystemes, die zur Beheizung des Schulhauses zu **Westerwik** in **Schweden** dient, geben wir auf Tafel 39 in Fig. 1 bis 3 (nach Mitteilungen von **C. A. Wiemann**).

Aus dem im Keller aufgestellten Kessel steigt das warme Wasser in dem vor Abkühlung geschützten Steigerrohr zum Dachraum auf und mündet dort in das Expansionsgefäß ein. Von hier geht das Hauptverteilungsrohr, ebenfalls gut verkleidet, in der Mittellinie des Gebäudes über dem Fußboden des Dachraumes entlang, wie durch punktierte Linien angedeutet ist. — Die Zuführungsrohre für die verschiedenen übereinander stehenden Öfen der drei Etagen zweigen sich sämtlich vom Hauptverteilungsrohre ab und fallen in den Korridoren bis zum Fußboden des Erdgeschosses hinab, um sich dort in einem Hauptsammelrohr zu vereinigen, welches über dem Kellergewölbe und unter dem Korridorfußboden entlang läuft und sich mittels Zweigrohr an den unteren Stufen des Kessels anschließt. Alle Leitungsröhren sind von Gußeisen und haben 125, resp. 104 und 74 mm lichten Durchmesser erhalten; die vertikalen Rohre sowohl, als das horizontale Sammelrohr im Korridor sind mit Gitterplatten überdeckt, um die abgehende Wärme für den Korridor und das Treppenhaus nutzbar zu machen.

Zur Erwärmung der Zimmer sind Cylinderöfen aufgestellt, welche ihr Cirkulationswasser aus den Zuführungsrohren empfangen. Diese Öfen sind nicht von Luftröhren durchzogen, sondern bestehen aus zwei konzentrischen weiten Blechcylindern, zwischen denen das Wasser cirkuliert. Oben und unten sind diese Cylinder durch gußeiserne Ringe verbunden. Dicht über dem unteren Boden tritt das Wasser in den 74 mm breiten, ringförmigen Raum durch ein Rohr ein und durch ein zweites wieder aus; mittels der an den Röhren o angebrachten Regulierungshähne hat man es in der Hand, entweder alles Wasser, welches durch die Röhren strömt, oder nur einen Teil desselben durch die Zimmeröfen zu leiten, oder endlich durch eine dritte Hahnenstellung den Öfen ganz auszuschalten.

Die frische Luft gelangt durch Öffnungen der Außenmauer in einen Kanal am Fußboden und demnächst in den Hohlraum des Ofens, wo der Luftstrom sich erwärmt und oberhalb ins Zimmer strömt. Der Luftzutritt zu den Öfen kann durch Schieber geregelt werden. Endlich ist der Ofensockel mit einer Stellklappe versehen, um neben der Ventilation auch Cirkulation der Zimmerluft bewirken zu können.

Zur Abführung der verbrauchten Zimmerluft dienen Ventilationskanäle v v innerhalb der Mauern, welche abwärts bis zum Fußboden des Kellergeschosses geführt sind. Hier wird die Luft in einem, unter dem Korridor fortlaufenden, gewölbten Kanal, dessen Lage im Grundriß, Fig. 4, angedeutet ist, gesammelt und tritt sodann in den Aspirationschacht, der durch das Rauchrohr der Kesselheizung erwärmt wird. — In den Sommermonaten dient zu gleichem Zweck eine, am Fuße des Rauchrohres angebrachte besondere Feuerung (Vockfeuer).

Der Kessel ist mit einem Flammrohr versehen; das Füllen desselben geschieht mittels einer Handpumpe, welche mit dem Rücklaufrohr kommuniziert und die Füllung ist erwiesen, sobald aus dem im Expansionsgefäß angebrachten Signalrohr Wasser herausfließt. Im Durchschnitt, Fig. 1, ist das Expansionsgefäß dargestellt. Sobald infolge Erwärmung sich das Wasser ausdehnt und endlich über den Rand des Trichters steigt, fließt es durch diesen in das Signalrohr ab, welches im Kesselhause ausmündet.

Wenn andererseits durch die Nachlässigkeit des Heizers das Expansionsgefäß leer wird, hört die Wassercirkulation auf und es bildet sich Dampf im Steigerrohr; dieser tritt endlich in das Signalrohr und giebt dem Heizer das Zeichen zum Anlegen der Pumpe.

II. Warmwasser-Mitteldruckheizung der neuen Realschule in Darmstadt, ausgeführt von **Nietschel & Henneberg** in Berlin und Dresden.

Auf Tafel 40 sind die Grundrisse des Souterrains und zweier darüber befindlicher Geschosse dargestellt. Im dritten und letzten Geschos wird der frontale Mittelbau von der Aula eingenommen, die eine Centralheizung nicht empfangen hat. Die Anordnung der übrigen Räume dieser Etage bietet nichts Abweichendes von derjenigen im zweiten Geschos und kann daher der entsprechende Grundriß entbehrt werden.

Mit Rücksicht auf die symmetrische Anlage des Gebäudes hat jede Hälfte desselben ihren besonderen Wärme-Recipienten empfangen. Dieser besteht für die Warmwasser-Mitteldruckheizung aus je zwei gekuppelten Heine'schen Patentkesseln, deren Konstruktion in § 52 ausführlich beschrieben wurde. Jeder Kessel hat 17,53 qm feuerberührte Heizfläche bei 2,25 m totaler Länge und 0,38 qm Kofffläche. Der Wasserinhalt eines jeden der vier Kessel beträgt 382 l. Ihre Lage und die anschließende Rohrverteilung ist aus dem Grundriß, Tafel 39, Fig. 1, zu sehen. Von der unter der Decke des Souterrains liegenden Rohrleitung steigen nun in der linken Gebäudehälfte 11, in der rechten 9 Wasserstränge zur Versorgung der oberen Etagen auf und ebensoviele Rückflußrohre führen das abgekühlte Wasser nach dem Souterrain zurück.

Geheizt werden durch die Mitteldruckheizung:

Im I. Geschöß	13	Klassenräume	verschiedener Größe,
" II. "	11	"	"
" III. "	9	"	"
zusammen 33 Klassenzimmer mit Röhrenöfen und			
4 Zimmer (Nr. 11, 28, 29, 43) mit			
Cylinderöfen;			

überhaupt werden geheizt 7165 cbm Raum mit 490 qm Ofenfläche: es kommen also auf 100 cbm Raum 7 qm Heizfläche. Ungeheizt sind die Korridore, das Treppenhäus, die Räume rechter Hand neben der Haupttreppe und die Aula.

Die in den Räumen aufgestellten Heizkörper haben nur die Aufgabe, den Wärmedurchgangsverlust der Räume auszugleichen; die zuführende Ventilationsluft wird dagegen durch Heizwasserröhren im Kellergeschöß erwärmt. Als Ventilationsbedarf pro Kopf und Stunde sind 10 bis 11 cbm festgestellt worden, wobei sich ein stündlich einzuführendes Luftquantum von 11400 cbm ergab. Zur Vorwärmung der frischen Luft auf $+20^{\circ}\text{C}$. sind zwei besondere Heizwasseröfen RR, Tafel 140, Fig. 1, aufgestellt. Die Heizrohre verbreiten sich in gewölbten Kanälen unter der Decke des Souterrains und liegen hier zum Teil in Schlangen gewunden. Die frische Luft tritt bei B in das Souterraingeschöß ein, gelangt in der Richtung des Pfeiles bis zur Vorwärnkammer, strömt von unten her durch eine große Anzahl von Öffnungen in dieselbe, erwärmt sich an den Heizschlangen, zieht, nachdem sie genügend vorgewärmt ist, in vertikalen Zuführungskanälen nach den oberen Geschossen und strömt dort mit der Zimmertemperatur von $+20^{\circ}\text{C}$. ein. Die Ventilationsluft dagegen entweicht in die Ventilationskanäle, die im Dachboden zu sechs größeren Sammelschächten zusammengezogen, über Dach geführt und mit Deflektoren versehen sind.

Die Röhrenöfen haben teils sechseckige, teils oblonge Grundform erhalten. In der Konstruktion weichen sie von den auf Tafel 34 dargestellten Öfen nur hinsichtlich der Rohranordnung und Dichtung ab. Die Dichtung der Rohre gegen die Wasserkästen geschieht nämlich wie bei den Lokomotivkesseln durch Einwalzen, wobei vergängliches Dichtungsmaterial in Fortfall kommt. Jedes der zehn vertikalen, patentgeschweißten Rohre, Fig. 201, ist mit einem inneren Cirkulationsrohre von geringerer (35 mm) Durchmesser versehen, das den Kasten ganz durchdringt. Außer der sonstigen Transmissionsfläche wird daher auch die innere Rohrwandung zur Wärmeabgabe benutzt. Das Wasser aber tritt in den oberen Kasten ein und sinkt, durch Wärmeverlust abgekühlt, in dem ringförmigen Räume zwischen den Röhren abwärts nach dem unteren Kasten, während die Luft in dem inneren Cylinder aufsteigt. Es

kann nun nach Belieben entweder Ventilation oder Cirkulation der Zimmerluft stattfinden; im ersten Falle ist die Klappe a in dem hölzernen Ofensockel geöffnet, im letzteren

Fig. 201 u. 202.

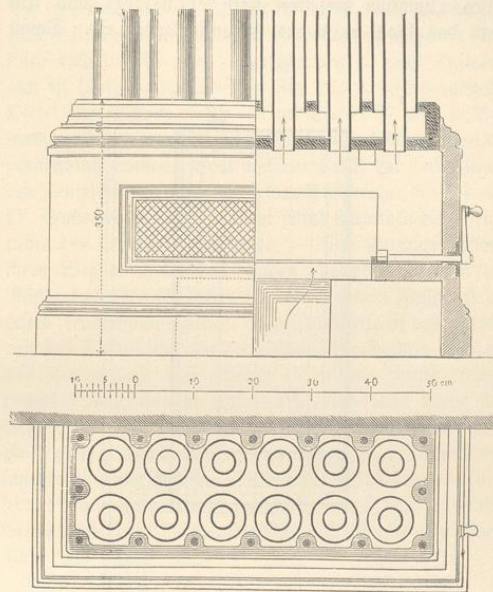
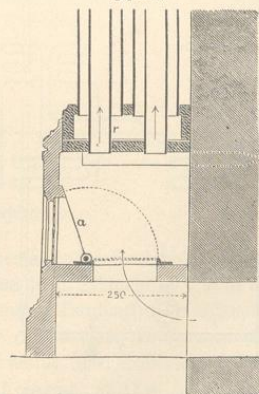


Fig. 203.

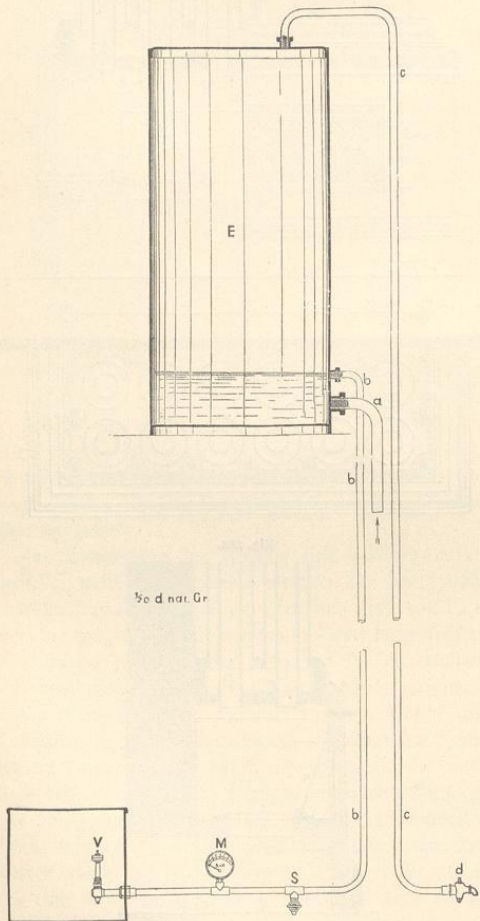


geschlossen. Die Krönung des Ofens ist dekorativ aus Metallguss hergestellt.

Das Expansionsgefäß E (Fig. 204) befindet sich auf dem Dachboden, aber der Ventilasten mit Doppelventil v ist im Heizraum aufgestellt und dadurch jederzeit für den Heizer kontrollierbar, ohne daß er seinen Platz verläßt.

Das Expansionsgefäß E ist nämlich mit dem Ventilkaften durch das Signalrohr b und mit dem Circulationsystem durch das Steigerrohr a verbunden. Beim Heizen des Kessels wird das Wasser ausgedehnt; ein gewisses Quantum desselben wird expulsiert und tritt durch das Rohr a in das Expansionsgefäß ein. Damit

Fig. 204.



aber der Wasserstand im Expansionsgefäß auf normaler Höhe erhalten werde, ist das Signalrohr b angebracht, dessen Hahn S im Heizraum stets Wasser geben muß. Das Rohr b endigt im Ventilkaften, und zwar in dem auf S. 136 beschriebenen Doppelventil V. Endlich ist auf dem Signalrohr ein Manometer M aufgesetzt, an dessen getheiltem Gradbogen der Heizer die Atmosphärenspannung im System ablesen soll.

Wenn nun beim Heizen des Kessels mit zunehmender Temperatur die expulsierte Wassermasse größer wird und über das Signalrohr hinaus steigt, so vermindert sich gleichzeitig der genau bemessene Luftraum über dem Wasserspiegel im Gefäß und (nach dem Mariotte'schen Gesetz) nimmt die Spannung zu. Übersteigt sie aber den Druck von $2\frac{1}{2}$ Atmosphären, so wird das Belastungsgewicht im Ventilkaften gehoben und es strömt Wasser aus. Bei eintretender Abkühlung des Systemes tritt der umgekehrte Fall ein, das expulsierte Wasser tritt in die Leitung zurück und der Zeiger des Manometers sinkt auf den ersten Teilpunkt der Skala. — Damit beim Füllen des Systemes die in den Heizkörpern eingeschlossene Luft entweichen könne, ist vom Deckel des Expansionsgefäßes ein Luftröhr c abgeleitet, dessen Hahn d beim Füllen offen zu halten ist. Wenn der Hahn ganz fortfällt, ist das System ein offenes und kann die Expansionsvorrichtung auch für Niederdruckheizung benutzt werden.

Anlagekosten der Warmwasserheizungen.

Für die neue Realschule zu Darmstadt betragen:

A. Die Gesamtkosten der Warmwasserheizung mit Mitteldruck bei 7165 cbm Heizraum . 32970 Mk.,
hiervon kommen auf:

4 Röhrenkessel (Patent Heine) nebst	
Montage	4790 Mk.,
Röhrenleitung mit Montage	8690 "
Heizkörper nebst Zubehör	17250 "
Zusammen	2240 "

zusammen wie oben (32970 Mk.),
so daß auf 100 cbm Heizraum an Anlagekosten entfallen:
460 Mk. oder auf:

1 cbm Heizraum 4,60 Mk. Anlagekosten,	
nämlich spezialisiert: 0,67 Mk. für Röhrenkessel,	
1,20 " " Röhrenleitung,	
2,40 " " Heizkörper,	
0,33 " " Diverse,	

wie oben 4,60 Mk. pro 1 cbm Heizraum.

Dividirt man die Gesamtkosten durch den Bodenflächenraum der geheizten Lokale, so entfallen auf den Quadratmeter Fußbodenfläche 19 Mk. Anlagekosten.

B. Das Ventilationsquantum beträgt 11400 cbm pro Stunde. Die Kosten der Ventilationseinrichtung betragen 11250 Mk., nämlich:

Für 1550 m Perkinsrohr mit Montage 6890 Mk.,	
" die Regulierungsvorrichtungen . . . 4360 "	

Summa wie oben.

Jeder Kubikmeter erforderte demnach:

$$\frac{11250}{11400} = 0,98 \text{ Mk. Anlagekosten.}$$

C. Die Pumpenanlage kostete 580,00 Mk.,
 oder pro Kubikmeter Heizraum . . . 0,08 „
 Hiernach betragen für 1 cbm Heizraum die Anlagekosten:

a) der Warmwasser-Mitteldruckheizung	4,60 Mk.
b) der Ventilation	0,98 „
c) der Pumpenanlage	0,08 „
	zusammen 5,66 Mk.

Ann. Die Anla ist nicht mit Centralheizung versehen.

Die von C. Heckmann für das Berliner Rathhaus ausgeführte Warmwasserheizung mit Kupferrohren hat nachstehende Leistung zu erfüllen:

Es sind zu erwärmen:

- 12188 cbm Korridor- und Treppenraum auf 10° C.;
- 11875 „ Vorzäle, Garderoben u. s. w. auf 15° C.;
- 59380 „ Säle, Bureauräume auf 20° C.

Im Durchschnitt kostete die Anlage pro Kubikmeter Heizraum 5,04 Mk.

Im Gebäude des statistischen Bureaus zu Berlin erreichten die Anlagekosten der von der Firma Schäffer & Walker eingerichteten Warmwasserheizung ebenfalls pro Kubikmeter die Summe von 5,04 Mk.

Im Wilhelms-Gymnasium daselbst bei eiserner Röhrenleitung pro Quadratmeter nur 4,45 Mk.

Ann. Für kleinere Landhäuser, Villen u. s. w. stellen sich die Kosten der Warmwasserheizung mit kupfernen Leitungen und eisernen Ofen nach C. Heckmann pro Kubikmeter bis 8,50 Mk.

§ 58.

III. Auf Tafel 41 geben wir endlich die Anlage einer Heißwasser-Mitteldruckheizung für das Wohnhaus des Herrn v. Maya zu Lipnik in Österreichisch-Schlesien, ausgeführt durch die Firma J. L. Bacon in Berlin.

Das Gebäude ist von allen Seiten freistehend und enthält im Erdgeschoß die Küche, Raum für Dienerschaft und zehn heizbare Piecen. Das Erdgeschoß hat eine lichte Höhe von 4,8 m, der Salon (Nr. 4) von 4,87 m.

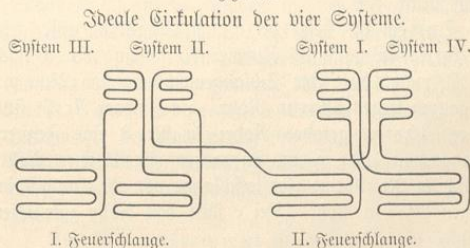
Die Leitungsröhren sind, wo immer zugänglich, zur Erwärmung des Korridors verwendet, d. h. diese Rohrstrrecken liegen im Fußboden und sind mit Platten abgedeckt. Es sind hiernach die toten Rohre nach Möglichkeit vermieden. Ins Freie führen drei Thüren (aus den Zimmern 1, 4 und 10), die im Fußboden liegenden Rohre sind an diesen Thürübergängen „verpackt“, um das Einfrieren zu verhindern. Sonstige Thürübergänge im Inneren wurden in der früher beschriebenen Weise hergerichtet und zur Transmiffion verwendet. Zur Wärmeabgabe dienen außer den Rohren cylindrische Spiralen in den Fensterbrüstungen. Der Heizofen liegt im Kellergeschoß und ist die dafür gewählte

Brey mann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Stelle im Grundriß angedeutet. Alle im Fußboden liegenden Rohre sind punktiert.

Die Heizanlage setzt sich aus vier Systemen zusammen, welche durch verschiedene Farben markiert zu denken sind. Die Systeme sind „gekuppelt“, und zwar so, daß je zwei Systeme eine gemeinsame Feuerchlange haben. 1) Der Ofen enthält also zwei Feuerchlangen zu zwei Systemen und ist konstruiert wie der in Fig. 183 u. 184 dargestellte Ofen. Der Schnitt nach a—b auf Tafel 37 wird in Verbindung mit den eben genannten Figuren die Kuppelung verständlich machen. Vom höchsten Punkt der links liegenden Feuerchlange gehen die beiden Steigerohre des III. und IV. Systemes ab, und von der rechts liegenden die Steigerohre des I. und II. Systemes. — Die Stränge nehmen ihren Weg durch die betreffenden Zimmer, aber nur das Rücklaufrohr des Systemes III kehrt zu dem Fußpunkt der ersten Feuerchlange zurück; an dessen Stelle ist das Retourrohr des I. Systemes mit der Schlange verbunden, während das Rücklaufrohr von System IV in die zweite (rechts liegende) Feuerchlange zurückkehrt. Auf solche Weise sind (vergl. Fig. 205) kombiniert: 1) die beiden Systeme jeder Feuerchlange unter sich, und 2) auch je zwei Systeme verschiedener Feuerchlangen; die vier Systeme bilden hiernach eine zusammenhängende Rundleitung, welche von einer Pumpvorrichtung gespeist und von einem Ofen aus geheizt wird.

Fig. 205.



Die Dimensionen der Feuerchlangen sind folgende: der lichte Hohlraum jeder Schlange ist 1,57 m lang und 0,23 m breit, also der äußere Durchmesser der Schmalseiten = 30 cm. Die Schlange enthält zwölf Windungen und versorgt, wie schon erwähnt wurde, zwei Systeme mit Circulationswasser.

Der zu heizende Raum beträgt 1250 cbm.

1) Die Windungen der beiden Rohre, aus denen sich jede Feuerchlange zusammensetzt, liegen im Ofen alternierend übereinander, weil sie gemeinschaftlich zur Spirale gewunden sind. Zum leichteren Verständnis der Systemkuppelung sind dieselben jedoch in vorstehender Skizze, Fig. 205, auseinandergezogen dargestellt. Dem aufmerksamen Leser wird diese Abweichung von der Wirklichkeit schon durch Betrachtung der Fig. 183 u. 184 klar geworden sein.

Gang der Circulation.

System I steigt bei a zum Fußboden des Erdgeschosses auf, geht durch Zimmer Nr. 10 über den Korridor, im Fußboden nach Nr. 1, woselbst zwei Fensterschlangen, à 16,48 m und im ganzen 64,65 m Transmissionsrohr verlegt sind. Aus Nr. 1 geht das System auf demselben Wege zurück nach Nr. 10; hier liegen 24,8 m Transmissionsrohr. Es fällt bei a zum Ofen zurück.

System II steigt ebenfalls bei a, geht nach Nr. 10, durch Nr. 10 über den Korridor nach Nr. 4, Nr. 3, Nr. 2. In Nr. 2 bildet das Rohr eine Fensterschlange von 8,79 m und im ganzen 15,98 m Rohr. In Nr. 3 eine Fensterschlange von 9,42 m und im ganzen 16,01 m. In Nr. 4 liegen 30,76 m gerades Rohr. Von hier geht das System auf demselben Wege nach Nr. 10 zurück, bildet eine Fensterschlange von 27,93 m und im ganzen 41,74 m und fällt bei a zum Ofen hinab.

System III geht bis b an der Kellerdecke entlang, steigt dann bei b nach Nr. 5 auf, geht nach Nr. 4, macht in Nr. 4 eine Fensterschlange von 30,76 m mit Absperrbahn (15 m können abgesperrt werden) und im ganzen 35,47 m. Von Nr. 4 läuft das System nach Nr. 5, Nr. 6 und Nr. 7; Nr. 7 enthält eine Fensterschlange von 22,6 m und im ganzen 25,99 m Rohr; Nr. 6 erhält eine Fensterschlange von 12,24 m und im ganzen 18,88 m Rohr; Nr. 5 nur 17,89 m gerades Rohr. Bei b fällt das System nach dem Souterrain hinab und geht an der Kellerdecke zum Ofen zurück.

System IV steigt bei c zum Erdgeschoß auf, geht auf kurzem Wege durch Zimmer Nr. 9 und Nr. 8 nach Nr. 7, macht dort eine Schlangenwindung von 28,87 m; im ganzen liegen 33,37 m Rohr. In Zimmer Nr. 7^a sind verlegt 10,67 m gerades Rohr; in Nr. 8 eine Fensterschlange von 18,52 m und im ganzen von 41,43 m Rohr; endlich in Nr. 9 eine Fensterschlange von 20,4 m mit im ganzen 30,13 m Rohr. Bei c fällt das Rohr zum Ofen zurück.

Anm. Die Berechnung vorstehender Heizanlage und eine tabellarische Übersicht der verwendeten Rohrlängen findet man in § 60 zusammengefaßt.

Rohrverbrauch und Anlagekosten der Heißwasserheizungen.

I. Für die vorgenannte Villa zu Lipnik stellte sich, nach Angabe der Firma S. L. Bacon, der Gesamtrohrverbrauch bei der Ausführung wie folgt: Es waren erforderlich:

430,5 m Heizrohr	oder 72,7	} Prozent der ganzen Rohr- länge.
68,5 m Verbindungen und Wanddurchgänge	„ 11,9	
80,0 m Fensterschlangen	„ 13,4	
12,0 Durchpumprohre, Ventilkasten-Verbindungen u. s. w.	„ 2,0	

Der zu heizende Raum beträgt 1250 cbm, so daß auf jeden Kubikmeter Heizraum im vorliegenden Falle 0,34 m Heizrohr entfallen.

Die Anlagekosten betragen rund 4000 Mk. und verteilen sich wie folgt:

Rohre, Muffen, T-Stücke und Montage	2810 Mk.
Ofenarmatur, Expansionsapparat, Thermometer und sämtliche Rohrhalter	515 „
Rohrverkleidungen, Fensterpanneau	675 „
Summe wie oben.	

Jeder Kubikmeter Heizraum erforderte daher 3,20 Mk. Anlagekosten.

Anm. Für Gebäude von größerer Ausdehnung und bei Anlage von mehr als einer Etage stellt sich das Verhältnis erheblich günstiger, weil mit der Druckhöhe die Circulationsgeschwindigkeit wächst und mit steigender Mittltemperatur des Wassers auch die Systemlänge vergrößert werden kann.

II. Als derartiges Beispiel ist die von derselben Firma ausgeführte Heizanlage im Gymnasium zu Neustadt-Dresden zu nennen, eine Hochdruckheizung mit starker Ventilation. Nach authentischen Angaben des ausführenden Baumeisters entfallen hierbei auf 1 cbm Heizraum 0,30 laufende Meter Heizrohr.

Die Anlagekosten pro 1 cbm Heizraum betragen nur 2,6 Mk., nämlich für 8076 cbm Heizraum nebst Gittern und Ofenmauerung 21000 Mk.

Aufwand an Brennmaterial.

Derselbe betrug pro Jahr. 1800,00 Mk. oder für jeden Kubikmeter jährlich Heizraum 0,23 „

III. Gymnasium Andreaneum zu Hildesheim, ausgeführt von der Firma Mhl & Poensgen zu Düsseldorf.¹⁾ Die zu erwärmenden Räume bestehen in 18 Klassenzimmern, dem Zimmer für physikalische Vorträge, einem Zeichenaal, der Bibliothek, dem Konferenz- und Direktorzimmer, zwei Lehrerzimmern und der Aula mit zusammen 6737,1 cbm zu beheizendem Luftraum. Die Ausdehnung und symmetrische Grundrißanlage des Gebäudes gab Veranlassung, die Heizöfen in zwei getrennten Gruppen anzulegen, von denen jede Gruppe wieder in drei getrennten Systemen, entsprechend den drei Geschossen, untergebracht ist. Jedes Geschos kam unabhängig von den anderen geheizt werden.

Beide Herde enthalten schmale Spiralkammern, ähnlich den Ofen nach Haag'schem Systeme. Die Verteilung der Rohrleitungen und der durch die sechs Systeme zu erwärmenden Lufträume ist aus folgender Zusammenstellung ersichtlich.

1) Nach Mitteilungen von F. Fischer in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Jahrg. 1870.

Gruppe	System für das	Heizraum	Transmissionsröhren	Tote Röhren	Ofenmontierung	Ofenspiralen	Expansions- und Pumpenröhren
		cbm	m	m	m	m	m
westlich	1. Geschöß	526,3	94,1	9,06	14,0	29,24	19,7
	2. "	1089,9	193,6	29,09	12,1	47,16	
	3. "	1665,9	260,0	21,05	11,4	52,63	
östlich	1. "	600,6	105,0	9,06	14,0	29,24	6,8
	2. "	1093,2	195,6	29,60	12,1	47,16	
	3. "	1761,2	270,1	20,10	11,4	52,63	
Summa		6737,1	1118,4	117,96	75,0	258,06	26,5

Es beträgt also:

Die Länge der Heizröhren	1118,4 m oder 70,1%	} der gesamten Rohr- länge.
der toten Röhren	118,0 " " 7,4 "	
Herdmontierung	75,0 " " 4,7 "	
Herdsiralen	258,1 " " 16,2 "	
Expansions- und Pumpenröhren	26,5 " " 1,7 "	
	1596,0 m	

Hiernach kommen auf 1 cbm Heizraum 0,18 m Heizrohr und mit Einschluß der Herdmontierung u. s. w. 0,24 m Rohr.

Die Anlagelkosten der Heißwasserheizung betragen im ganzen 20 173 Mk.,
oder pro Kubikmeter $\frac{20\ 173}{6737,1} = \text{rot. } 3 \text{ Mk.}^1)$

Für Ventilationseinrichtungen sind ver-
ausgabt 1830 Mk.

§ 59.

Berechnung der Wasserheizungen.

Soll die Erwärmung einer bestimmten Anzahl von Räumen oder eines ganzen Gebäudes mittels der Wasser-Circulationsheizung erfolgen, so muß nach Anleitung des § 47 zunächst die Ermittlung des Maximal-Wärmebedarfes dieser Räume vorangehen. Es ist demnach der stündliche Wärmeverlust durch Transmission — und wo Zuführung frischer Luft beabsichtigt ist, auch derjenige durch Ventilation — für jeden Raum gesondert aufzustellen, wobei sich tabellarische Anordnung unter Benutzung der früher ermittelten Transmissions-Koeffizienten empfiehlt. Für die Bestimmung der Temperaturdifferenz $T-t$ ist die verlangte Innentemperatur und die stärkste Winterkälte, wie solche der geographischen Lage des Ortes entspricht, maßgebend.

Das hier folgende Beispiel betrifft die durch **Frauz San Galli** in Petersburg ausgeführte Beheizung eines

1) Der Kohlenverbrauch pro Tag betrug bei der Probeheizung für beide Ofen 350 kg Steinkohlen.

Zügels des Wohnhauses des Herrn **Boehl** daselbst.¹⁾ Für die Berechnung wurde eine Maximalkälte von -37°C . und eine Innentemperatur von $+18^{\circ}\text{C}$. zu Grunde gelegt; danach ist $T-t = 55^{\circ}$. Die Wärmeverluste der Haupttage des genannten Gebäudes finden sich in Spalte 1 und 2 der auf Seite 158 gegebenen Tabelle zusammengestellt.²⁾

Die Wärmeabgabe wird nicht durch Wasseröfen bewirkt, sondern von einem kontinuierlich fortlaufenden Rohre, welches durch das ganze Gebäude — meist an den Fronten entlang — geführt und dessen Querschnitt nach den unten folgenden Rechnungen bestimmt ist. Demnach ist die Rohrlänge durch die Breite und Lage der Zimmer bedingt. Aber nur in seltenen Fällen wird die dadurch gewonnene Oberfläche genügen, um den Bedarf an Wärme zu decken: es muß also ein Heizkörper eingeschaltet werden, welcher das noch fehlende Wärmequantum ersetzt und diese Funktion wird durch sogenannte „Batterien“ (Fig. 172) bewirkt. Dies sind gegossene Röhren von dem lichten Durchmesser der Rohrleitung (63 mm), welche mit einer Anzahl (20 bis 70) dünnen Flanschen versehen sind. Das Prinzip dieser Methode ist bereits in § 51 besprochen worden.

Als Wärmerecipient ist im Keller ein einfacher Kessel **a** (Fig. 206) aufgestellt. Das zur Erwärmung der drei Etagen erforderliche Wasserquantum wird diesen wie gewöhnlich durch das Steigerrohr **b**, welches 76 mm lichten Durchmesser erhält, zugeführt. Abweichend von der gewöhnlichen Methode findet die Abzweigung der Etagenleitungen **b' b''** direkt vom Steigerrohr aus statt. Mittels der separaten Fallrohre **c c'** wird das Wasser endlich nach dem Souterrain zurück in den Kessel geleitet. An

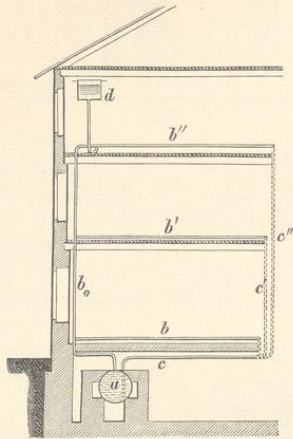
1) Mitgeteilt in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrg. XVI, S. 241, vergl. auch Tafel 10 daselbst.

2) Auf Ventilation der Räume ist dabei nicht Rücksicht genommen, doch dürfte der Apparat bei den hohen Transmissionsziffern auch dieses Luftquantum unter gewöhnlichen Verhältnissen zu erwärmen im Stande sein.

den höchsten Stellen der Rohrleitung sind kleine Hähne angebracht, um die angesammelte Luft ablassen zu können.

Das Auf- und Nachfüllen von Wasser geschieht von dem offenen Ausdehnungsreservoir d aus, welches im Dachgeschloß, 12 m hoch über dem Kessel, angebracht ist. Dieser Wasserfäule entspricht ein Überdruck von 1,16 Atmosphären:

Fig. 206.



die Dampfbildung wird daher nicht bei 100° C., sondern etwa erst bei 123° eintreten, und kann demnach unbedenklich eine Erhitzung des Wassers bis 100° erfolgen.

Erfahrungsmäßig gelangt das Wasser nach dem Ausdehnungsreservoir mit 70° C., die mittlere Temperatur im Steigerrohr ist also

$$T = \frac{100 + 70}{2} = 85,$$

und wenn man die Temperatur beim Wiedereintritt in den Kessel = 50° setzt, so findet man als Temperatur im Rücklaufrohr

$$t = \frac{70 + 50}{2} = 60.$$

Um die Cirkulationsgeschwindigkeit des Wassers im Heizsystem zu ermitteln, benutzen wir die Formel von Péclét

$$v = \sqrt{\frac{2gh \cdot 0,0005 (T-t)}{2 (1,0086 - 0,0005 t) (1 + R)}} \dots (1)$$

Darin ist:

2g = 19,618;

h die Wasserfäule von der Kesselmitte bis zur höchsten Stelle des Systemes;

T die mittlere Temperatur im Steigerrohr = 85°;

t " " " " Rücklaufrohr = 60°;

R die Summe der Hindernisse, welche sich der Wasserbewegung entgegenstellen.

Zur Bestimmung von R kann man die Formeln von Weißbach und Zeuner benutzen. Danach ist:

$$R = \xi_0 + \xi \left(\frac{l_1}{d_1} + \frac{l_2}{d_2} \right) + \xi_1 n_1 + \xi_2 n_2 + (1 + n_3) \cdot \left(\frac{1}{\alpha} - 1 \right)^2 \dots (2)$$

In dieser Formel bezeichnet:

l₁ und l₂, die Länge des Rohres vom Durchmesser d₁ und d₂;
 ξ₀ den Ausflußkoeffizienten aus dem Kessel in die Rohre = 0,505;

ξ den Koeffizienten für die Reibung des Wassers¹⁾ in den Röhren;

ξ₁ den Widerstand in den abgerundeten Knien = 0,294;

n₁ die Anzahl der Knien (Bogen) in der Leitung;

ξ₂ den Widerstand in den scharfen Knien = 0,485;

n₂ die Anzahl dieser scharfen Biegungen;

n₃ die Anzahl der Rohrverengungen;

α das Verhältnis des Rohrdurchmessers beim Übergang vom Querschnitt F zum Querschnitt f.

Die zu erwärmende Hauptetage enthält einschließlich zweier, mit direktem Licht versehener Korridore 13 Piecen; das durchgehende Transmissionsrohr hat einschließlich der Zu- und Rückleitung zum Kessel 84 m Länge bei 63 mm lichtigem Durchmesser.

Das Steigerrohr ist bis zur Abzweigung 3,81 m lang bei 76 mm lichtigem Durchmesser.

Hiernach ist:

$$\frac{l_1}{d_1} = \frac{3,81}{0,076} = 50,13; \quad \frac{d_2}{l_2} = \frac{84}{0,063} = 1333;$$

n₁ die Anzahl der abgerundeten Bogen ist = 15;

n₂ " " " scharfen Biegungen = 1;

n₃ " " " Verengungen = 1.

Werden diese Werthe in (2) substituirt, so entsteht:

$$R = 0,505 + 0,052 (50,13 + 1333) + 0,294 \cdot 15 + 0,485 + (1 + 1) \cdot \left(\frac{0,013}{0,076} \right)^2 = 77,384.$$

Setzt man endlich in Formel (1) die zugehörigen Werte ein, so erhält man als Ausdruck der Cirkulationsgeschwindigkeit des Wassers in der Hauptetage:

$$v = \sqrt{\frac{0,0005 \cdot 19,62 \cdot 3,81 (85 - 60)}{2 (1,0086 - 0,0005 \cdot 60) \cdot (1 + 77,38)}} = \sqrt{\frac{0,934}{153,40}} = 0,078 \text{ m}$$

pro Sekunde oder v = 4,68 m pro Minute. Demnach ist die

stündliche Cirkulationsgeschwindigkeit = 280,8 m;

d der Durchmesser des Cirkulationsrohres ist = 0,063 m;

f der Querschnitt desselben = 0,003117 qm.

Man cirkulieren stündlich durch das System:

$$Q = 280,8 \cdot 0,003117 = 0,875 \text{ cbm oder } 875 \text{ Liter Wasser.}$$

Jedes Liter Wasser wiegt ein Kilogramm und giebt für jeden Grad Temperaturdifferenz eine Wärmeeinheit ab;

1) Derselbe ist verschieden für verschiedene Geschwindigkeiten des Wassers und beträgt nach Weißbach für 0,03 0,065 0,094 0,126 0,150 m Geschwindigkeit. ξ = 0,0679 0,0522 0,0453 0,0383 0,0362.

das Circulationswasser des Systemes I giebt also stündlich ab:

$$875 (85-60) = 21875 \text{ W.-Einh.}$$

System I hat Wärmeverluste in 13 Räumen 19401 W.-Einh. Durch Kachelofenheizung im Saal werden produziert 2248 "

Es bleiben zu erzeugen nur 17153 W.-Einh. Die Annahme 63 mm weite Rohre wird also dem Bedürfnis vollkommen entsprechen.

II. Für das Obergeschoß werden verlangt: 8275 W.-Einh.
III. " " Souterrain " " 10856 "

Auch diesem Bedürfnis wird durch 63 mm weite Rohre vollkommen genügt, denn die diesen Systemen entsprechenden Geschwindigkeiten und Volumina sind:

$$v = 152 \text{ m und } Q = 481 \text{ l.}$$

I. System. Hauptetage von 13 Zimmern. (Hierzu die Tabelle auf Seite 158.)

Zimmer Nr. 1.

Das Wasser kommt mit 100° vom Kessel, steigt zum Parterre hinauf und gelangt sogleich nach Zimmer Nr. 1 mit der Temperatur von 95,72° C. Hier sollen stündlich abgegeben werden 1446 W.-Einh.; es sind dem Wasser also zu entziehen

$$\frac{1446}{875} = 1,76^\circ \text{ C.}$$

Das Wasser verläßt den Raum mit 95,72—1,85 = 93,76°, so daß die Mitteltemperatur des Heizwassers in Zimmer Nr. 1

$$\frac{95,72 + 93,87}{2} = 94,8^\circ \text{ C. rot.}$$

Die Zimmertemperatur t ist = 18°, hiernach $T-t$, d. h. die nutzbare Temperaturdifferenz = 94,8—18 = 76,8° C.

Die Länge des im Zimmer unterzubringenden Transmissionsrohres ist bekannt, daher auch die Heizoberfläche; die Transmission der 63 mm weiten Rohre ist aus nachstehender Tabelle zu entnehmen.

Wärmeabgabe von einem Quadratmeter Rohroberfläche bei 1° C. Temperaturdifferenz in Wärmeeinheiten.

Innere Rohrdurchmesser in Millimetern	51	63	76	102	127	152
Gusseisernes horizontales Rohr	—	—	7,87	7,65	7,43	7,21
Schmiedeeisernes horizontales Rohr	8,26	8,09	7,93	7,75	7,65	7,35
Vertikale Rohroberfläche	8,74	8,61	8,49	8,43	8,35	8,30

Die Heizoberfläche der 63 mm weiten schmiedeeisernen Rohre beträgt bei 3 mm Wanddicke pro lfd. Meter 0,2167 qm; ein laufendes Meter Rohr transmittiert also stündlich für 1° Temperaturdifferenz

$$8,09 \times 0,2167 = 1,76 \text{ W.-Einh.}$$

Die im Zimmer Nr. 1 liegenden 4,27 m Rohr transmittieren $4,27 \times 1,728 = 7,51 \text{ W.-Einh.}$

und für die nutzbare Temperaturdifferenz von 76,8° C.

$$76,8 \times 7,51 = 576 \text{ W.-Einh. stündlich.}$$

Der stündliche Wärmebedarf von Zimmer Nr. 1 beträgt (laut Tabelle III) 1446 W.-Einh., so daß noch zu erzeugen sind: 870 W.-Einh.¹⁾

Anm. In vorliegenden Falle kamen Batterien mit quadratischen Flanschen zur Verwendung. Bei 152 mm Seite- und 6 mm Gußstärke enthält jeder Flansch 0,039 qm Oberfläche und 1 qm Batteriefläche transmittiert stündlich (nach F. Meyer) 6,55 W.-Einh. für 1° Temperaturdifferenz. Bei 76,8° C. nutzbarer Temperaturdifferenz liefert jeder Batteriefansch

$$76,8 \times 0,039 \times 6,55 = 19,5 \text{ W.-Einh.}$$

Demnach wird der Wärmebedarf gedeckt durch $\frac{870-405}{19,5} =$

$$\frac{465}{19,5} = 24 \text{ Flanschen. In der Ausführung sind 50 Stück angeordnet worden.}$$

In ähnlicher Weise bestimmt sich die Heizoberfläche für jedes folgende Zimmer.

Zimmer Nr. 2.

Wärmebedarf laut Tabelle III 2130 W.-Einh.

Initialtemperatur des Wassers 93,76° C.

Dem Wasser werden entzogen $\frac{2130}{875} = 2,43^\circ \text{ C.}$

Endtemperatur des Wassers 93,76—2,43 = 91,33° C.

Mitteltemperatur 92,54° C.

Nutzbare Temperaturdifferenz = rot. 74,50° C.

Benutzbare Rohrlänge 9,75 m.

Rohrtransmission $1,728 \times 9,75 \times 74,50 = 1255 \text{ W.-Einh.}$

Es bleiben noch zu transmittieren:

$$2130-1255 = 875 \text{ "}$$

Bei 74,5° nutzbarer Temperaturdifferenz liefert jeder Batteriefansch $74,5 \times 0,255 = 19 \text{ W.-Einh. rot.}$, demgemäß sind

$$\text{erforderlich } \frac{875}{19} = 46 \text{ Flanschen.}$$

Ein übersichtliches Bild der Temperaturverhältnisse und des Heizvorganges liefert die Tabelle auf Seite 158. Die Zahlen der Spalte 7 werden erhalten, indem man die betreffende Rohrlänge (Spalte 6) mit dem Wärmedurchgangskoeffizienten 1,76, und das entstandene Produkt mit der nutzbaren Temperaturdifferenz multipliziert.

1) Das Rücklaufrohr in Zimmer Nr. 1 liefert bei 4,5 m Länge und 52,13° nutzbarer Temperaturdifferenz 405 W.-Einh., so daß nur zu decken bleiben 475 W.-Einheiten.

In gleicher Weise sind auch die Systeme II und III durch Rechnung festgestellt. Von dem Nachweis kann hier füglich Abstand genommen werden.

Anm. In ähnlicher Art würde die Rechnung zu führen sein, wenn Cylinderofen an Stelle der Batterien zur Erwärmung der Räume benutzt werden sollten.

Der Transmissions-Koeffizient glatter vertikaler Cylinderoberflächen kann im Durchschnitt = 8,00 W.-Ein. für 1° Temperaturdifferenz angenommen werden. Die Temperatur des Wassers in den Öfen wechselt nun zwar mit der Entfernung des Heizkörpers vom Kessel, wird aber — unter gewöhnlichen Verhältnissen — zwischen

der Mitteltemperatur des Steigerohres und Rücklaufrohres, d. h. zwischen 82,5° und 60° C. liegen und daher im Durchschnitt 70° erreichen. Danach ergibt sich bei 20° Zimmervärme eine nutzbare Temperaturdifferenz von 50° C. und darf die stündliche Transmission eines Quadratmeters glatte unbelaidete Warmwasserniederdruckheizfläche zu $8 \times 50 = 400$ W.-Ein. angenommen werden.

Auf Seite 133 sind die Heizflächen einiger gangbaren Formen von Cylinderofen aus der Fabrik der Berliner Aktien-Gesellschaft für Centralheizungs-Anlagen u. i. w. zusammengestellt, welche als Hilfsmittel zur Bestimmung von Dimensionen benutzt werden können.

Übersicht der Wassertemperaturen und der Wärmeproduktion einer Heizanlage in St. Petersburg.

Nr. des Zimmers	Benennung der geheizten Räume	Maximal-Wärme-verlust in W.-Ein.	Temperatur des Wassers im Rohr beim		Mitteltemperatur des Wassers Grad C.	Nutzbare Temperaturdifferenz Grad C.	Länge des Rohres im Zimmer m	Wärmeproduktion durch		Anzahl der Batterieflammen	
			Eintritt ins Zimmer Grad C.	Austritt aus dem Zimmer Grad C.				Rohre W.-Ein.	Batterien W.-Ein.	Berechnet	Ausgeführt
1	Entree	1446	95,72	93,87	94,80	76,80	4,27	566	880	—	—
2	Kabinett	2130	93,87	91,12	92,50	74,50	9,75	1255	805	46	50
3	Gesellschaftszimmer	1367	91,12	89,36	90,24	72,24	3,66	456	911	48	50
4	Desgleichen	1938	89,36	86,86	88,11	70,11	6,10	739	1199	67	70
5	Kabinett	1218	86,86	85,29	86,07	68,07	4,27	502	716	42	50
6	Kinderstube	575	85,29	84,55	84,92	66,92	2,20	255	320	18	20
7	Desgleichen	1576	84,55	82,52	83,53	65,53	5,03	570	1006	60	60
8	Zimmer der Gouvernante	575	82,52	81,78	82,65	64,65	2,20	246	329	20	20
9	Unterrichtszimmer	1505	81,78	79,84	80,81	62,81	4,87	330	1175	73	80
10	Salon	2834	79,84	76,16	78,00	60,00	5,64	586	(2248)	Kachelöfen	
11	Korridor	1865	76,16	73,77	74,95	56,97	14,80	1458	407	33	40
12	Vorzimmer zu Nr. 5	795	73,77	72,75	73,26	55,23	4,27	405	390	28	30
13	Korridor	1577	72,75	70,72	71,73	53,73	7,92	735	842	55	60
1	Entree (Rücklaufrohr)	—	70,72	69,54	70,13	52,13	4,50	405	475	33	60
		19 401					79,48	8508	11 793		

Bestimmung der Kesselfläche.

Der Gesamtwärmebedarf der drei Geschosse bezieht sich nach dem Vorstehenden auf:

$$19\,401 + 8275 \times 10856 = 39\,532 \text{ W.-Ein. stündlich.}$$

Ein Quadratmeter feuerberührte Kesselfläche liefert stündlich 8250—11000 W.-Ein. Rechnet man im Mittel 10000 W.-Ein., so ist erforderlich eine feuerberührte Fläche

$$F = 3,85 \text{ qm.}$$

Da man bei derartigen Anlagen $\frac{2}{3}$ der gesamten Kesselfläche als Heizfläche rechnet, so ergibt sich ein Kessel von 5,77 qm

Oberfläche. Der vorhandene Kessel hat 0,91 m Durchmesser und 2,74 m Länge, also 9,20 qm Oberfläche und ist demnach für alle Fälle ausreichend zur Wärmeproduktion.

Zum Schluß erübrigt noch die Größe des Expansionsreservoirs zu berechnen. Das unterzubringende Wasservolumen ist gegeben in der Differenz zwischen dem Volumen des gesamten Cirkulationswassers bei 20° und bei 100°.

Setzt man nun das Volumen bei der großen Dichtigkeit = 1, so ist nach Desprez das Volumen

$$\begin{aligned} \text{bei } + 20^\circ &= 1,00179, \\ \text{„ } + 80^\circ &= 1,02885, \\ \text{„ } + 100^\circ &= 1,04316. \end{aligned}$$

Der Wasserinhalt des Kessels beträgt . . . 1800 l
 „ „ der Rohre „ . . . 510 „

In den Rohren herrscht eine Mitteltemperatur von 80 bis 82° C. und im Kessel die Temperatur von 100° C. Nun sind:

$$\begin{aligned} 1800 \text{ l Wasser bei } 20^\circ &= 1803 \text{ l; bei } 100^\circ = 1877 \text{ l} \\ 510 \text{ „ „ „ } 20^\circ &= 511 \text{ „ „ } 80^\circ = 514 \text{ „} \\ \hline 2310 \text{ l Wasser bei } 20^\circ &= 2314 \text{ l.} & 2301 \text{ l.} \end{aligned}$$

Der Differenz von 77 l ist im Expansionsreservoir Raum zu geben.

In der Ausführung hat dasselbe folgende Abmessungen erhalten:

$$0,61 \times 0,61 \times 0,46 = 171 \text{ l.}$$

§ 60.

Berechnung der Heißwasserheizungsanlage in der Villa des Herrn v. Naya zu Lipnik.

(Dargestellt auf Taf. 41.)

Wie der Wärmebedarf jedes einzelnen Raumes zu bestimmen sei, ist in § 47 ausführlich angegeben. Die Resultate solcher Rechnung sind in Tabelle I und II Seite 118 bis 120 niedergelegt unter Annahme einer Maximaltemperaturdifferenz von 40° C., welche auch für das hier in Betracht kommende, und auf Tafel 41 im Grundriß dargestellte Gebäude zu Grunde zu legen ist.

Die Summe der in den zehn Wohnzimmern der Parterre- etage zu verteilenden Wärmemengen ist in Spalte 3 der Übersicht auf Seite 161 enthalten und berechnet sich also:

39 926 W.-Einh. für die Wohnräume und
3 124 " " den inneren Korridor,
zusammen 43 050 W.-Einh.

Die Rohrlänge wird nun derart zu bestimmen sein, daß diesem Maximalwärmebedarf genügt werden kann unter Beobachtung der üblichen Wassertemperaturen.

Für Heißwasser-Mitteldruckheizung ist gewöhnlich:

t' die Initialtemperatur des Wassers im Steige-
rohr beim Eintritt ins Zimmer 150° C.

t die Temperatur, mit welcher das Wasser zum
Ofen zurückkehrt 60° C.

Die Temperaturdifferenz t' - t = 90° wird in zehn-
gradige Intervalle geteilt und für jedes Temperatur-
intervall der entsprechende Transmissions-Koeffizient des
Perkinsrohres für die Differenz T-t berechnet.

T die Temperatur des Rohres wechselt, wie bemerkt,
zwischen 150° und 60° C.

t die Temperatur der Zimmerluft ist konstant und = 20° C.

Nach Anleitung des § 14 (Anwendung der Formeln) bestimmt sich nun die Wärmeemission eines 34 mm weiten horizontalen Rohres nach Formel 4) desselben Paragraphen mittels der Gleichung

$$W = S K + L K'$$

Anm. Der Wert von K ist aus Tabelle I, derjenige von K' aus Tabelle V des § 14 zu entnehmen. Für S und L sind die Zahlenwerte, welche der Temperaturdifferenz T-t = θ entsprechen, in Tabelle VII zu suchen. — Da die Temperatur des Raumes nicht 15°, sondern 20° C. beträgt, so ist der Wert von S mit dem Korrektionsfaktor 1,04 zu multiplizieren. Für den Temperaturintervall $\theta = 150 - 20 = 130^\circ C.$ ist S = 239,3 und L = 223,1 und demnach die Transmission:

$$W = 248,9 \times 3,36 + 223,1 \times 3,149 = 1565,8 \text{ W.-Einh. pro qm, oder } 1565,8 \times 0,1099 = 172,08 \text{ W.-Einh. pro lfd. Meter.}$$

Zur Erleichterung der Rohrverteilung dient nachstehende, vom Verfasser berechnete Tabelle, und zwar enthält die Spalte 4 dieser Tabelle die Transmission eines laufenden Meter Perkinsrohr von 34 mm Durchmesser bei Wassertemperaturen von 60—200° C. nach Intervallen von 10° geordnet. Für dazwischen liegende Temperaturgrade ist der mittlere Transmissions-Koeffizient k^m (Spalte 5) in Ansatz zu bringen, welcher das arithmetische Mittel aus den benachbarten Werten der Spalte 4 bildet. — Endlich sind in Spalte 6 die Summen der mittleren Transmissions-Koeffizienten für 14 Temperaturintervalle gebildet. Dividiert man mit der Anzahl der zehngradigen Intervalle in die Summe des zugehörigen mittleren

Tabelle zur Bestimmung der Wärmeabgabe von Perkinsrohren bei 20° Zimmertemperatur.

Wasser-temperatur	Temperaturdifferenz T-t	Rohrtransmission pro		Mittlerer Transmissions-Koeffizient	Summen von km	Temperaturintervall	Mittlerer Koeffizient des Systemes
		1 qm	1 lfd. Meter von 34 mm Durchmesser				
Grad C.	Grad C.	W.-Einh.	W.-Einh.	km	W.-Einh.		k°
60	40	339,5	37,3	43,0	43,0	1	—
70	50	444,2	48,8	54,9	97,9	2	—
80	60	556,1	61,1	67,8	165,7	3	—
90	70	674,4	74,1	81,1	246,8	4	—
100	80	799,9	87,9	95,1	341,9	5	68,3
110	90	930,8	102,3	110,0	451,9	6	75,3
120	100	1072,2	117,8	125,8	577,7	7	82,2
130	110	1218,9	133,9	142,4	720,1	8	90,0
140	120	1374,6	151,0	161,5	881,6	9	97,9
150	130	1565,8	172,0	180,0	1061,6	10	106,1
160	140	1714,0	188,0	198,0	1259,6	11	114,5
170	150	1893,5	208,1	219,9	1478,5	12	123,2
180	160	2091,3	229,8	241,0	1719,5	13	132,3
190	170	2296,5	252,3	264,1	1883,6	14	134,5
200	180	2511,5	276,1				

Koeffizienten, so erhält man den mittleren Koeffizienten k^0 des Systemes.

Im vorliegenden Falle sind neun Temperaturintervalle vorhanden und der mittlere Koeffizient des Systemes ist:

$$k^0 = 97,9 \text{ oder rund } 98 \text{ W.-Einh.}$$

Hiernach werden erfordert bei einem Maximalbedarf von 43 050 W.-Einh. im Mittel

$$43\,050 : 98 = 430,3 \text{ m Rohr.}$$

Solche Rohrlänge würde aber nur zulässig sein bei einer sehr großen Cirkulationsgeschwindigkeit: wir teilen die Rohrlänge daher in vier Systeme von je 110 m Länge. Das Wasser tritt in jede der Transmissionsröhren mit einer Temperatur von 150° ein und mit 60° strömt es zum Ofen zurück; es durchläuft neun zehngradige Temperaturintervalle und jeder der neun ersten Koeffizienten, Kolumne 5 der umstehenden Tabelle, gilt für

$$110 : 9 = 12,22 \text{ m Transmissionsrohr.}$$

Bei richtiger Cirkulationsgeschwindigkeit transmittieren diese neun Rohrlängen à 12,22 m Länge folgende Wärmemengen:

Übersicht des Transmissionsvorganges.

Temperaturintervalle	Transmissions-Koeffizienten	Rohrlänge eines Temperaturintervalls	Wärmeeinheiten
1	161,5	12,2 m	1970
2	142,4	12,2 "	1737
3	125,8	12,2 "	1535
4	110,0	12,2 "	1342
5	95,1	12,2 "	1160
6	81,1	12,2 "	989
7	67,8	12,2 "	827
8	54,9	12,2 "	681
9	43,0	12,2 "	525

Transmission eines Systemes = 10766 W.-Einh.

oder von vier Systemen:

$$43\,064 \text{ W.-Einh.,}$$

was mit dem geforderten Maximalbedarf nahezu übereinstimmt. Die Verteilung der 440 laufenden Meter Transmissionsrohr an die verschiedenen Räume ist mit Hilfe der vorstehenden Übersicht vorzunehmen; diese Arbeit ist aber mühselig und erfordert Erfahrung, um Systeme von annähernd gleicher Länge zu erhalten.

Der Wärmebedarf der zu heizenden Räume ist in der tabellarischen Übersicht auf Seite 161 enthalten. Wir schreiben nunmehr zur:

Verteilung der Rohrlängen.

Zimmer Nr. 1 (System I).

Das Rohr tritt (vergl. Cirkulationsgang Seite 154) in einem Abstände von 23 m vom Punkt a in das Zimmer ein.

- 1) Wärmebedarf laut Übersicht. 6336 W.-Einh.
- 2) Durchschnittlicher Rohrbedarf à 98 W.-Einh. = 64,65 m.

Anm. Zwei Temperaturintervalle liefern $12,22 \times 2 = 24,44$ m Rohr: Die ersten 24,44 — 23,0 = 1,44 m des Transmissionsrohres liegen also im zweiten Temperaturintervall und jede 12,2 m desselben in einem weiteren Intervall mit entsprechendem Transmissionsvermögen (vergl. Tableau).

Hiernach transmittieren:

die ersten	1,44 m Rohr im 2. Intervall	205 W.-Einh.
" folgenden	12,22 " " " 3. " "	1535 " "
" "	12,22 " " " 4. " "	1342 " "
" "	12,22 " " " 5. " "	1160 " "
" "	12,22 " " " 6. " "	989 " "
" "	12,22 " " " 7. " "	827 " "
" "	5,10 " " " 8. " "	280 " "
zusammen		67,64 m Rohr. 6338 W.-Einh.

und bedingt demnach der Wärmebedarf des entfernten liegenden Zimmers gegen den Durchschnittsbedarf à 8 W.-Einh. eine Mehrverwendung von 3 m Rohr.

Zimmer Nr. 2 (System IV).

Das Rohr tritt nach Zurücklegung eines Weges von 38,5 m (vergl. Cirkulationsgang) in das Zimmer ein. Es liegen demnach $4 \times 12,22 - 38,5 = 10,38$ m Rohr im vierten Intervalle.

Wärmebedarf laut Übersicht: 1753 W.-Einh.

17,89 m durchschnittlicher Rohrbedarf.

Es transmittieren nun:

die ersten 10,38 m Rohr im 4. Intervall 1141 W.-Einh. und bleiben zu verteilen 612 " "

oder:

612 : 95,1 = 6,43 m Rohr im 5. Intervall
zusammen 16,81 m Rohr mit 1753 W.-Einh.;

d. h. der Rohrbedarf bleibt in Zimmer Nr. 2 1,09 m unter dem Durchschnittsbedarf.

Zimmer Nr. 3 (System IV).

Das Rücklaufrohr hat bis zum Eintritt ins Zimmer zurückgelegt 45,31 m. Das Steigerrohr ist 2,8 m lang und liegt im dritten Temperaturintervall.

Wärmebedarf laut Übersicht: 1753 W.-Einh.

17,88 m durchschnittlichen Rohrbedarf.

Es transmittieren aber:

2,80 m Steigerrohr im 3. Intervall	304 W.-Einh.
3,57 " Rücklaufrohr (48,88—45,31) im 4. Intervall	393 " "
11,06 " " " im 5. Intervall	1056 " "
17,43 m Rohr	1753 W.-Einh.

Der Rohrbedarf in Zimmer 3 bleibt 0,46 m unter dem Durchschnittsbedarf.

Zimmer Nr. 4 (Salon). System IV und III.

Das Steigerrohr des IV. Systemes tritt in das Zimmer Nr. 4 nach Zurücklegung eines Weges von 9,1 m, es liegen also 3,1 m Steigerrohr im 1. Intervall. Das Retourrohr hat beim Eintritt 63,99 m durchlaufen und liegen 73,33 — 63,99 = 9,33 m Rohr im 6. Intervall.

Wärmebedarf laut Übersicht: 6829 W.-Einh.

69,68 m durchschnittlicher Rohrbedarf.

Es transmittieren nun von System IV:

3,10 m Steigerrohr	im 1. Intervall	500 W.-Einh.	
12,20 " "	" 2. "	1737 "	
0,08 " "	" 3. "	10 "	
9,33 " Rücklaufrohr	" 6. "	757 "	
6,08 " "	" 7. "	412 "	
30,79 m Rohr des IV. Systemes.			3416 W.-Einh.

ferner transmittieren im III. System:

6,50 m (24,44—17,95) im 2. Intervall	925 W.-Einh.	
12,22 " " 3. " "	1535 "	
10,00 " " 5. " "	951 "	
28,72 m Rohr des III. Systemes.		3411 "
oder 59,51 m Gesamtbedarf mit zusammen		6827 W.-Einh.

In dieser Art ist die Rechnung fortzusetzen; man erhält alsdann die in nachstehender Übersicht des Wärmebedarfes eingetragenen Rohrlängen unter Berücksichtigung der den Temperaturintervallen entsprechenden Transmission. Spalte 4 enthält dagegen den durchschnittlichen Rohrbedarf, wie er dem mittleren Transmissionskoeffizienten der Anlage entspricht. Dieser Koeffizient ist von erheblichem Werte für die vorläufige Bestimmung der Rohrlängen in den zu heizenden Piecen, für das „Auslegen der Rohre“ und die Vereinigung derselben zu Systemen von gleicher Länge.

Übersicht des Wärmebedarfes und Verteilung der Transmissionsröhren der Heißwasser-Mitteldruckheizung in der Villa des Herrn v. Maya zu Lipnik (Österreichisch-Schlesien).

System	Zimmer Nr.	Wärmebedarf der Zimmer W.-Einh.	Durchschnittlicher Rohrbedarf à 100 Meter 68 W.-Einh.	Rohrverteilung unter Berücksichtigung der Temperatur		Wärmeproduktion im		Rohrverteilung nach der Ausführung m
				im einzelnen m	im ganzen m	einzelnen W.-Einh.	ganzen W.-Einh.	
I.	1	6336	64,65		67,64		6336	64,65
IV.	2	1753	17,89	10,38 6,43	16,81	1141 612	1753	15,38
IV.	3	1753	17,89	2,80 14,63	17,43	304 1449	1753	16,01
IV. und III.	4	6829	69,68	15,38 15,38 29,28	60,04	2247 1169 3411	6827	66,23
III.	5	1753	17,89	8,95 8,95	17,90	1344 437	1781	17,89
III.	6	1753	17,89	17,29 3,29	20,58	1573 180	1753	18,83
III. und II.	7	5999	60,26	26,99 33,71	60,70	2187 3812	5999	60,26
II.	7a	1200	12,24	7,28 2,00	9,28	1038 162	1200	10,67
II.	8	4060	41,43	10,90 28,36	39,26	1808 2252	4060	41,43
II.	9	2429	24,79	4,86 26,40	31,26	758 1671	2429	30,13
I. und IV.	10	6061	61,83	12,40 12,40 37,23 8,60	70,63	1998 538 2135 1401	6072	66,22

Bemerkungen zu vorstehender Tabelle.

Die Spalte 6 der tabellarischen Übersicht giebt die Resultate der Rohrverteilung auf Grund theoretischer Ermittlung, während solche in Spalte 9 auch nach den Maßen der Ausführung beigelegt sind. Diese a posteriori bestimmten Zahlenwerte weichen nicht erheblich von den durch die Theorie gefundenen ab; sie stützen sich auf umstehende, aus älteren Ferkins'schen Beobachtungen abgeleitete Tabelle der Rohrtransmission. Dabei ist jedoch unterstellt: daß das Transmissionsrohr 150 m lang sei, mit 150° in die Zimmer eintrete und mit 70 bis 80° C. aus denselben zum

21

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. s. 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. s. 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 hervorgebrachte 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.