

nach den Transmissions-Coefficienten von Redtenbacher bestimmt worden. Wenn die Heizung während der Nacht fortfällt, so hat man für Heizung bei Tage zu setzen  $\rho = 1,2$ , d. h. die für kontinuierliche Heizung gefundenen Resultate sind mit 1,2 zu multipliciren und man findet:

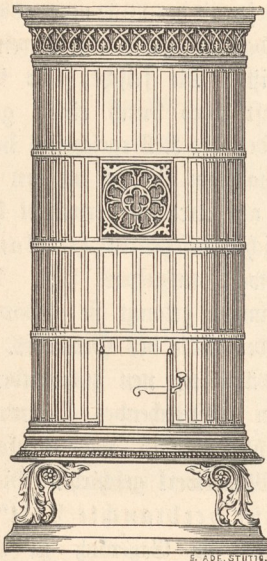
- 1) Wärmeverlust durch Decke und Fußboden für  $T-t = 30^\circ$ :  $405 \times 1,2 \dots \dots 486$  W.-Einheiten,
- 2) Wärmeverlust durch Umfassungswände  $2106 \times 1,2 \dots \dots 2526$  " "
- 3) Wärmeverlust durch die Fenster  $439 \times 1,2 \dots \dots 526$  " "

Gesamtverlust 3538 W.-Einheiten.

Wählen wir einen Ofen von Kacheln, so ist an Heizfläche nöthig (nach §. 45):

$$\frac{3538}{1600} = 2,2 \text{ Quadratmeter.}$$

Fig. 145.



Vorstehender Rundofen (Fig. 145) von Meyer in Carlsruhe hat bei 0,54 m Durchmesser 1,2 m Schafthöhe und liefert die verlangte strahlende Fläche, nämlich:

- 2,02 qm gerippte Kachelfläche,
- 0,22 " Ofendecke.

Zusammen 2,22 qm.

Auch die Eisenplatten der Durchsicht sind als „strahlend“ in Betracht zu ziehen, ebenso der Unterboden von Eisenplatten, so daß für extreme Kältegrade in allen Fällen gesorgt ist.

Beispiel II. Ein Zeichnensaal soll während einzelner Tagesstunden mit eisernen Ofen geheizt werden; zwei Langseiten und eine Schmalseite bilden Abkühlungsflächen, die vierte Seite stößt an einen geheizten Vorraum. Die Decke ist geschützt.

Dimensionen:

- Länge des Saales . . . 15 m, Breite 10 m, Höhe 5 m,
- Die Mauerstärke beträgt 0,50 m,
- Fensteranzahl = 8 bei 1,5 m Breite und 2 m Höhe,
- Temperaturdifferenz . . .  $30^\circ$ ,
- Coefficient  $\rho \dots \dots 1,5$ .

Die transmittirende Mauerfläche enthält:

$$(2 \cdot 15 + 10) 5 = \dots \dots 200 \text{ qm.}$$

Hiervon ab die Fenster mit . . . . . 36 qm

also 2 Stein stark Mauerfläche 164 qm.

Die Wärmeverluste sind, wenn wir die Zahlen von Tabelle X und XI benutzen, folgende:

Vom Fußboden  $150 \cdot 0,225 \times 30 \times 1,5 = 1518$  Cal.,

Durch die Wände  $164 \cdot 1,17 \times 30 \times 1,5 = 8694$  "

Durch die Fenster  $36 \cdot 3,66 \times 30 \times 1,5 = 5925$  "

Summa der Wärmeverluste 16137 Cal.

Hiervon ab die Wärmeentwicklung von 60 Schülern

$60 \times 100 \dots \dots \dots 6000$  Cal.

10137 Cal.

Zur Erzeugung dieses Wärmebedarfs nehmen wir zwei gußeiserne Ofen an, so daß auf jeden derselben entfallen

$$\frac{\frac{1}{2} \times 10137}{4000} = 1,26 \text{ qm Heizfläche.}$$

Bei 0,30 m Durchmesser ist die Höhe derselben 1,5 m.

Zwei Geiseler'sche Circulationsöfen würden ebenfalls dem Zweck genügen. Falls jedoch Ventilation mit der Heizung verbunden wird, die alsdann nicht unter 10 cbm pro Kopf und Stunde betragen darf, wäre noch das stündlich einzuführende Volum von 600 cbm atmosphärischer Luft auf die Temperatur des Raumes zu bringen. Nun rechnet man in der Regel auf je 100 cbm Luftwechsel 0,5 cbm Ofenfläche, so daß die Heizfläche noch um 3 qm vergrößert werden muß, was man leicht durch größere Dimensionen der Ofen erreicht. — Eine ausführliche Besprechung der neuesten Ventilationsöfen nach ihrer Leistungsfähigkeit werden wir — bei der Wichtigkeit des Stoffes — in dem Kapitel „Ventilation“ noch nachzutragen haben.

## Siebentes Kapitel.

### Central-Heizungen.

§. 52.

Während Kamine und Zimmeröfen als Apparate für Lokal-Heizung den ausgesprochenen Zweck verfolgen, durch die Feuerung nur einen, oder höchstens zwei an einander

stoßende Räume zu erwärmen, fällt den Centralheizungen die complicirtere Aufgabe zu: entweder sämmtliche, oder doch eine Gruppe von Räumen desselben Gebäudes, mittelst eines gemeinsamen Apparates und von einem Centralherde aus zu heizen.

Im Vergleich zu den im vierten Kapitel abgehandelten Lokalheizungen lassen sich die Vortheile der Centralheizungen, wie folgt, zusammenfassen:

- 1) Da für jede Zimmergruppe nur eine einzige, meist im Souterrain gelegene Feuerstelle zu bedienen ist, kostet die Beaufsichtigung weniger Mühe und Zeit; es wird an Dienstpersonal gespart, was bei großen, öffentlichen Gebäuden außerordentlich ins Gewicht fällt.
- 2) Der Verbrennungsprozeß des Centralherdes ist leichter regulirbar, gleichmäßiger und vollständiger als derjenige einer größeren Anzahl von, zum Theil in verschiedenen Stagen gelegenen Feuerstätten. Es findet aber auch eine — nachweisbare — Ersparniß an Brennmaterial statt, wodurch die größeren Anlagekosten leicht aufgewogen werden.
- 3) Rauch in den Zimmern und Belästigung der Inwohner durch das Heizpersonal fallen fort, auch die Feuerzgefahr wird erheblich verringert.
- 4) Klure, Treppenhäuser, Corridore können gleichzeitig mit erwärmt werden.

Die Schwierigkeiten in der Anlage einer Centralheizung bestehen dagegen:

- a) in der Beschaffung eines verständigen Bedienungs-personals;
- b) in der Regulirung des Heizeffekts nach dem jedesmaligen Stande der Außentemperatur;
- c) in dem Anpassen an die Grundriß-Disposition;
- d) dem Ausschließen gewisser Räume nach vorübergehendem Bedürfniß.

Das Medium, an welches die im Centralheizapparate entwickelte Wärme übertragen und durch welches sie an den Verwendungsort (die zu beheizenden Räume) geleitet wird, kann nun Luft, Wasser oder Dampf sein. Danach unterscheidet man:

- A. die Luftheizung,
- B. die Wasserheizung,
- C. die Dampfheizung.

Als Combinationen dieser drei Systeme unter sich sind noch zu nennen:

- D. die Dampf-Wasserheizung, eine Combination von B und C,
- E. die Wasser-Luftheizung, Combination von A und B.
- F. Die Dampf-Luftheizung, Combination von A und C.

## §. 53.

### A. Die Luftheizung.

Unstreitig ist die Luftheizung die älteste, einfachste und billigste aller Centralheizmethoden. Schon die Römer der Kaiserzeit verstanden es, einzelnen Gemächern ihrer Bäder und Paläste die Wärme mitzutheilen, welche in besonderen Räumen des Untergeschosses erzeugt worden war. — In Rußland ist ein ausgebildetes System dieser Heizungsart schon nach der Mitte des vorigen Jahrhunderts in Gebrauch gewesen. Als erste Anwendung bei uns gilt die Einrichtung einer — damals so genannten — russischen Heizung für das Arbeitszimmer Friedrich des Großen im Neuen Palais zu Potsdam durch den derzeitigen Schloßbaumeister Manger.

Die Erwärmung der Luft erfolgt bei diesem System in einer besonderen, meist im Souterrain belegenen Heizkammer. In dieser ist der Wärmeerzeuger (Calorifère) der Art placirt, daß er von den massiven Kammerwänden eng umschlossen ist. Die frische, also im Winter kalte, atmosphärische Luft wird durch einen gemauerten Kanal unter dem Fußboden des Kellergeschosses in die Heizkammer eingeführt und, nachdem sie sich an den geheizten Flächen des Calorifère auf circa 50° erwärmt hat, steigt sie nach einfachen physikalischen Gesetzen in „Heizkanälen“ aufwärts, welche im Mauerwerk ausgespart sind. Durch regulirbare Ausströmungsöffnungen gelangt sie alsdann in die zu heizenden Zimmer oder Säle des Gebäudes.

Um der erwärmten, neu zutretenden Luft Platz zu machen, muß ein entsprechendes Quantum (verbrauchter) Zimmerluft abgeführt werden, was ebenfalls mittelst vertikaler Kanäle im Mauerwerk geschieht. Diese letzteren nennt man „Kanäle für verbrauchte Luft“, oder „Ventilations-Kanäle“ im Gegensatz zu den erstgenannten Heiz- oder Warmluftkanälen. Wird das Feuer des Calorifère mit verbrauchter Zimmerluft gespeist, so münden die Ventilationskanäle unter den Rost des Heizapparates; gewöhnlich münden dieselben direkt ins Freie. In beiden Fällen erfolgt der Luftaustausch ohne künstliche Mittel — und man nennt dies Luftheizung mit natürlicher Ventilation.

Die Verbrennungsgase des Luftheizofens werden in einen Schornstein geleitet. Dieser nimmt gewöhnlich auch die Ventilationsluft — sei es direkt oder indirekt — auf; da das Feuer nun luftverdünnend, also „saugend“ auf die verbrauchte Luft in den Kanälen wirkt, so resultirt daraus eine Ventilation durch Aspiration.

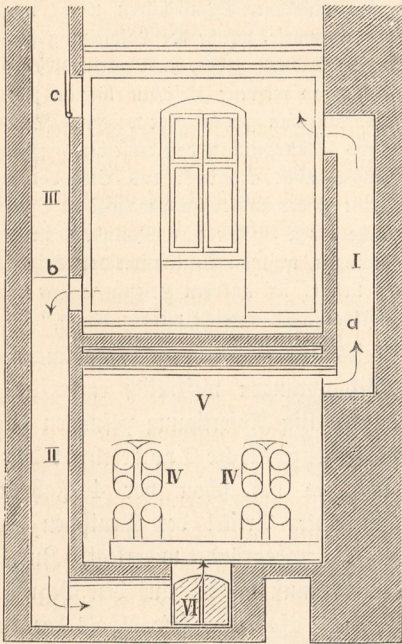
Die Oeffnungen für Zuführung der warmen und Abführung der schlechteren Luft. Wo diese in den Zimmern anzubringen seien, darüber ist für jeden

speciellen Fall mit Rücksicht auf die Benutzungsweise des Lokales besonders zu bestimmen. Für Schul- und Wohnräume möchte es sich am meisten empfehlen, die Ausströmung der warmen Luft etwas über Mitte der Zimmerhöhe, jedenfalls über Kopfhöhe, anzuordnen, dagegen die verdorbene Luft, weil diese Schichten die kältesten und am meisten mit Kohlensäure verunreinigten sind, am Fußboden abzuleiten.

Verlängert man die kalten Kanäle bis zum Souterrain hinab und führt sie vereinigt oder einzeln zur Kammer zurück, so ist man in der Lage, mit der genannten Heizmethode auch Circulation der Zimmerluft zu verbinden. Diese Methode wurde von Meißner \*) schon vor ca. 50 Jahren angegeben. Fig. 146 giebt eine Skizze dieses Arrangements. Es bezeichnet darin: I. den Heizkanal, II. den Circulationskanal, III. den Ventilationskanal, IV. den Heizofen, V. die Heizkammer und VI. den kalten Luftkanal.

A. Beginn der Heizung. (Anheizen.) Die Zimmerluft kann nach mehrstündiger Lüftung des Lokals als rein angesehen werden. Der Kanal VI für kalte Luft und die Klappen b und c sind geschlossen: die durch den Ofen

Fig. 146.

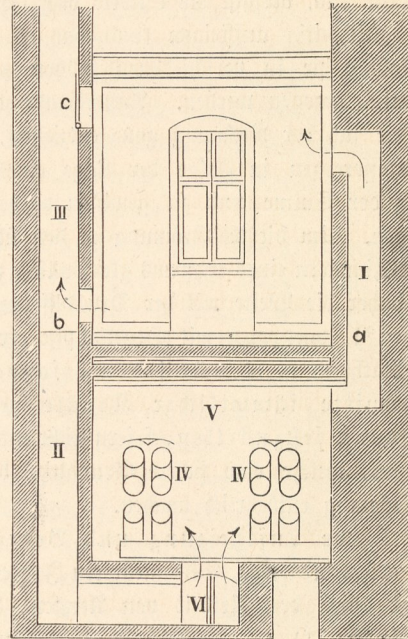


erwärmte Luft wird also in I aufsteigen, durch die Einströmungsöffnung ins Zimmer gelangen und die steigende Bewegung bis zur Decke beibehalten. In Folge von Transmision tritt aber nach einiger Zeit in dem Zimmer unvermeidlich Abkühlung der Luft ein, wodurch sie schwerer wird, zu Boden sinkt und unterhalb b abfallend, durch den Ka-

nal III in die Heizkammer zurückkehrt, um sich von Neuem zu erwärmen und den vorigen Lauf zu wiederholen. — Diese Methode der Circulation genügt für die Dauer nicht; sie ist jedoch für Treppenhäuser und Corridore (insbesondere bei Temperaturen unter 14°) zulässig und kann für das Stadium des Anheizens auch in Wohnräumen kein Bedenken erregen, sofern vorher genügende Lüftung stattgefunden hat\*).

B. Soll mit der Heizung Ventilation verbunden werden, was für dauernden gesunden Aufenthalt im Zimmer nöthig erscheint, dann ist ein anderes Arrangement erforderlich, welches Fig. 147 verdeutlicht. Die Klappe b ist gesenkt, der kalte Kanal geöffnet, Klappe c geschlossen. Die

Fig. 147.



atmosphärische Luft tritt nun durch VI in die Kammer, erwärmt sich am Ofen, tritt wie vorher in das Zimmer und strömt abgekühlt über der Klappe b in den Ventilationskanal II, um sodann ins Freie oder in einen besondern Ventilationsammelschaft zu entweichen. — Wenn in Folge starker Wärmeerzeugung — wie sie bei nicht normaler Heizung, oder durch Menschenansammlung und Beleuchtungsproceße hervorgerufen wird — die Temperatur erheblich steigt, dann kann man mit Vortheil die Klappe c öffnen, und die Zimmerluft an der höchsten Stelle abfließen lassen.

Anlage der Heizkanäle. Ist das mit warmer

\*) Meißner. Die Heizung mit erwärmter Luft. Dritte Aufl. Wien 1827.

\*) Prof. Wolpert verwirft für Wohnzimmer und Schulen die Circulationsheizung ganz, und verlangt für solche Räume — selbst zum Anheizen — Ventilationsheizung. Deutsche Bauzeitung 1874. Nr. 27.

Luft zu versorgende Zimmer so gelegen, daß der Heizkanal nicht von den Kammerwänden direkt aufsteigt (wie in Fig. 146 und 147), so muß ein entsprechender Zuleitungskanal mit Steigung nach dem vertikalen Heizkanal angelegt werden; horizontales Ziehen vermeidet man am Besten ganz. In geneigten Kanälen von 12—15 m Länge sind die Reibungswiderstände schon so bedeutend, daß man es für vortheilhafter hält, statt einer Heizkammer zwei oder mehrere anzulegen, weil die Strömung der Luft bei starker Reibung auf einem langen Wege stark beeinträchtigt wird. Beschränkt man aber die Anzahl der von einer Kammer zu heizenden Räume, dann hat man auch nebenher noch die Aussicht, die Ausströmung bei verschiedenen Höhen gleichmäßiger zu machen; denn obwohl die Gesetze der Luftbewegung in Röhren bekannt sind, versagt die Theorie doch, sobald mehrere Kanäle gleichzeitig aufsteigen (und das ist eben stets der Fall), sobald sie in verschiedenen Höhen ausmünden oder stark seitlich gezogen werden. Außerdem treten Faktoren hinzu, die sich der Rechnung ganz entziehen, wie ungleiche Druckdifferenzen in Folge der Lage eines Raumes zur Stellung der Sonne und zu gewissen vorherrschenden Luftströmungen. Um die Ausströmung in den über einander liegenden Zimmern eines Systems gleichmäßig zu machen, pflegt man daher die Weite mit der Druckdifferenz in Einklang zu setzen\*), was auch mit Stellklappen erreicht werden kann. Rathsam ist es, für jeden besondern Fall die Querschnitte sämmtlicher Kanäle gewissenhaft durch Rechnung festzustellen, sofern nicht etwa analoge Fälle vorliegen, welche eine sichere Grundlage bieten und daher die Rechnung entbehrlich machen.

Mängel der Luftheizung und Bedenken gegen deren Anwendung. Seit mehreren Jahren hat sich — unterstützt durch das Urtheil von Ärzten, Technikern und Schulmännern\*\*) — eine lebhafte Agitation in Wort und Schrift gegen die Luftheizung in Schulhäusern geltend gemacht. Ohne daß wirklich exacte Beobachtungen vorangegangen wären, wird der Luftheizung der Vorwurf gemacht:

daß durch solche Heizmethode die Luft überhitzt werde, daß sie zu trocken und mit schädlichen Gasen geschwängert in die Räume gelange und die Gesundheit der Bewohner in ernstliche Gefahr bringe.

Hierbei hat man übersehen, daß die meisten der gerügten Uebelstände entweder in veralteter und fehlerhafter Construc-

\*) Sind z. B. fünf übereinander liegende Stagen zu heizen, so werden sich die zugehörigen Geschwindigkeiten der Luft in den Steigkanälen für warme Luft annähernd verhalten, wie 1 : 1,5 : 2,0 : 2,3 : 2,5, es müssen daher die Heizkanäle Querschnitte erhalten, welche diesen Geschwindigkeiten proportional sind.

\*\*) Beobachtungen auf dem Gebiete der Schulgesundheitspflege. Für Schulgemeinden und Schulmänner, von A. Hoffmann. Nürnberg 1874.

tion und Ausführung der Apparate oder in deren schlechter Unterhaltung, fahrlässiger Bedienung und Reinigung ihren Grund hatten. In der That existiren zur Zeit noch viele veraltete Einrichtungen, aber sicher lassen sich solche auch unter dem Gesichtspunkt moderner Gesundheitspflege, d. h. rationell und zweckentsprechend einrichten.

Anm. In wie hohem Grade diese Angelegenheit das Interesse der Fachkreise erregt hat, geht daraus hervor, daß der medicinisch-pädagogische Verein in Berlin (gestützt auf Mittheilungen und eingeholte Gutachten aus einer größeren Anzahl von Städten) diese Angelegenheit in die Hand genommen und an das Reichsgesundheitsamt eine Vorstellung gerichtet hat, in welcher auf eine Reihe von Uebeln und Unzuträglichkeiten hingewiesen wird, welche im Gefolge der Luftheizung auftreten. Das Reichsgesundheitsamt scheint nun auch an die Königl. Bayerische Regierung dahinzielende Anfragen gerichtet zu haben. Um festzustellen, in wie weit etwa den lautgewordenen Klagen in Bezug auf die Schulhäuser Münchens eine Berechtigung zu Grunde liege, hat sodann der Magistrat von München den Auftrag erhalten, über seine Erfahrungen in den Münchener Schulen Bericht zu erstatten, was unter Zugiehung von Professoren, Dr. Voit und Dr. v. Bezold erfolgt ist. (Magistratsitzung vom 6. April 1877.) Das abgegebene motivirte Gutachten der genannten Herren faßt deren Ansicht in nachstehenden Sätzen zusammen:

„Eine gesundheitschädliche Wirkung der Luftheizung ist in den Münchener Schulhäusern nicht nachzuweisen. Die meisten der Vorwürfe, welche der Luftheizung gemacht worden, sind, sofern sie Begründung haben, nicht allein dieser, sondern jeder Ventilationsheizung zu machen; dieselben können jedoch alle durch zweckentsprechende Einrichtungen beseitigt werden. Die besseren neuen Luftheizungen sind so angeführt, daß denselben größere Mängel als anderen Heizungen nicht anhaften: das Verbot der Anlage von Luftheizungen, wie es der medicinisch-pädagogische Verein von Berlin vorschlägt, würde einen entschiedenen Rückschritt in der Beheizung der Schulen bedingen, weil die Ventilation der Schulräume, welche die Luftheizung liefert, bei anderen Heizungen nur durch einen bedeutenderen Kostenaufwand erreicht werden könnte.“

Durch dieses Urtheil berufener Fachmänner werden die gegnerischen Behauptungen wesentlich entkräftet, sofern sie nicht schon anderweitig Abfertigung gefunden haben.

1) Was die angebliche Trockenheit der Zimmerluft anbelangt, so hat schon vor 4 Jahren Professor A. Wolpert in einem Artikel der Deutschen Bauzeitung\*) diesen Vorwurf als unbegründet widerlegt. Zur Klarstellung des Sachverhaltes muß hierbei auf den Begriff der Luftfeuchtigkeit, der absoluten sowohl als der relativen, zurückgegriffen werden.

Die in einem bestimmten Luftvolum vorhandene gasförmige Wassermenge erreicht für jeden Temperaturgrad ein ganz bestimmtes Maximum. Dieses Maximum, bei welchem die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, heißt die Feuchtigkeits-Capacität der Luft, und diese ist um so größer, je höher die Temperatur der Luft und folglich die des Dampfes ist. So nimmt ein Cub.-Meter Luft an Feuchtigkeit auf:

\*) Jahrgang 1874. Nr. 27.

bei — 10° C. . . . .	2,3	Gramm,
„ ± 0° „ . . . . .	4,9	„
„ + 10° „ . . . . .	9,4	„
„ + 20° „ . . . . .	17,2	„
„ + 30° „ . . . . .	32,0	„
„ + 40° „ . . . . .	51,0	„
„ + 50° „ . . . . .	82,7	„
„ + 100° „ . . . . .	591,0	„

Hat die Luft eines Raumes sich mit der ihrer Temperatur entsprechenden Feuchtigkeitsmenge gesättigt, dann nimmt sie Wasser nicht mehr auf, und die Verdunstung hört auf, soviel auch Wasser im tropfbar flüssigem Zustande vorhanden sein möge.

Wird dagegen eine mit Dampf gesättigte Luft auf höhere Temperatur gebracht, ohne daß Wasser zu ihrer Sättigung im Raum vorhanden ist, so ist sie im Verhältniß zu der kälteren Luft von gleichem Wassergehalt zwar relativ trocken, ohne daß jedoch ein Atom des Wassers ihr entzogen wäre. Das Verhältniß des in einer Luftmenge dampfförmig vorhandenen Wassers zu dem bei dieser Temperatur möglichen Feuchtigkeits-Maximum nennt man nun die relative Feuchtigkeit der Luft. Absolute Feuchtigkeit ist die Wassermenge, welche in einem Luftvolum vorhanden ist, ohne Rücksicht auf den herrschenden Temperaturgrad.

Nach der Annahme der Physiologen ist aber eine auf 17—20° C. erwärmte Luft am angenehmsten und der Gesundheit am zuträglichsten, wenn sie ungefähr zur Hälfte mit Wasserdampf gesättigt ist. Diese Temperatur und relative Feuchtigkeit (40—60 % der Maximalfeuchtigkeit) findet man auch an schattigen Orten im Freien an schönen Sommertagen und gleiche Verhältnisse sucht man gern bei Heizungsanlagen zu erstreben.

Wenn nun die Luft in der Heizkammer einen Verlust an Feuchtigkeit erleidet, so müßte sich die entzogene Feuchtigkeitsmenge irgendwo ansammeln, denn das vorhandene Wasser kann offenbar nicht verschwinden; es kann sich auch nicht zersetzen, selbst nicht an den glühenden Eisenflächen eines Calorifère. Die relative Feuchtigkeit wird sich zwar bei der Erwärmung der eintretenden Luft von 0° bis 50° bedeutend ändern, aber nicht die absolute Feuchtigkeit. — Diese Wassermenge bleibt für dasselbe Luftvolum vielmehr unverändert bei 0° wie bei 50°. Wird solche Luft von hoher Temperatur aus der Kammer in ein Zimmer eingeführt, so nimmt sie die ihr fehlende Feuchtigkeit von den feuchteren Zimmerwänden, Möbeln oder sonstwie auf und wird hier relativ und absolut feuchter, als wenn sie mit geringerer Temperatur, also geringerer Feuchtigkeits-Capacität eingeführt worden wäre.

Sättigt man aber — wie in der Regel geschieht — die auf hohe Temperatur erhitzte Luft völlig durch Wasser-

verdampfung in der Heizkammer, so muß sich bei der Abkühlung von 50° auf 20° eine nicht unerhebliche Menge (65 Gramm pro cbm Luft) an Wänden und Fenstern niederschlagen. Eine zu große Trockenheit ist in diesem Falle also undenkbar und viel wahrscheinlicher Luftverschlechterung durch Uebermaß von Feuchtigkeit.

Einen sicheren Anhalt für den Feuchtigkeitsgehalt der Luft kann man überhaupt nur durch das Hygrometer erhalten und eignet sich dazu das Daniell'sche oder auch das Procent-Hygrometer von Wolpert. Sobald nun der relative Feuchtigkeitsgehalt der Zimmerluft dauernd unter 40 % der Maximalfeuchtigkeit sinkt, ist mit der Wasserverdunstung in der Kammer zu beginnen. Weßhalb bei der Luftheizung constant Wasser verdunstet werden sollte, ist nicht einzusehen. Die Klagen über, durch Luftheizungsanlagen erzeugte Krankheitserrscheinungen — als Kopfschmerzen, Schwindel, Uebelkeit und nervöse Abspannung — können daher ihren Grund nicht sowohl in der Trockenheit der Luft haben, als vielmehr in Erscheinungen, welche man auch im Gefolge eiserner Defen beobachtet hat, die bis zum Rothglühen erhitzt werden.

2) Die Durchlässigkeit des glühenden Gußeisens für Kohlenoxydgas. Sie wurde (vgl. S. 72) durch Troost und Deville in Frankreich\*) und durch Graham in England nachgewiesen. Die Untersuchungen ergaben: daß Ueberziehen des Gußeisens mit Graphit beträchtlich den Gehalt der Zimmerluft an Kohlenoxyd vermehrte; ebenso verhielt es sich mit dem Staube, welcher sich auf dem Ofen niedergelassen hatte. Aus den Experimenten ging hervor: daß das Verhältniß des Kohlenoxydgases zu dem untersuchten Luftvolum in einigen Fällen den Werth von 0,00071 und 0,00132 erreicht hat. Endlich wurde constatirt, daß rothglühendes Guß- und Schmiedeeisen die Kohlenäure der Luft in Sauerstoff und Kohlenoxyd zerlegt\*\*). Hiernach könnte das Eindringen dieses gefährlichen Gases in unsere Zimmer allerdings große Bedenken erregen: da aber dessen Erzeugung innerhalb des Feuerraumes des Calorifère stattfindet, so wird dasselbe vor Allem dem starken Zuge im Schornsteine folgen, und wenn der Ofen erst im Brande ist — was bei Rothgluth desselben angenommen werden muß — kann von einer Abwärtsbewegung der Feuergase kaum die Rede sein. Auch wird das Kohlenoxydgas sich bequemere Wege suchen als die eisernen Wandungen, nämlich die undichten Verbindungsstellen des Heizapparates.

3) Mehr als die Permeabilität der Wandungen dürfte demnach die Staubansammlung auf den Central-

\*) Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences. T. LXVI, Nr. 2, janvier 1868.

\*\*) Bei Lokalheizung durch eiserne Defen kann daher mit eintretender Rothgluth die Kohlenäure, welche durch den Athmungsprozeß und die Belüftung entwickelt wird, zerlegt werden.

Heizapparaten zur Verschlechterung der Zimmerluft beitragen. Die in der Luft suspendirten organischen Staubtheile lassen sich trotz aller Reinlichkeit und Vorsicht kaum beseitigen; sie setzen sich auf den Platten und Röhren der Heizapparate in nennenswerther Menge fest und können hier, der trocknen Destillation ausgesetzt, durch Luftverderbniß das Wohlbefinden der Bewohner stören, auch als aufwirbelnde Asche vom steigenden Luftstrom fortgetragen, die Athmungsorgane belästigen und reizen.

Resumé. Die gegen Central-Luftheizungen erhobenen prinzipiellen Bedenken sind nicht gerechtfertigt. Die oben gerügten Uebelstände resultiren nicht aus einem falschen Constructionsprinzip, sondern vielmehr aus unvollkommenen Apparaten und können sämmtlich beseitigt werden:

- ad 1) Die Trockenheit der Luft wird durch eine, dem Hygromeerstande entsprechende, Wasserverdunstung behoben;
- ad 2) Alle Kohlenoxydgas-Entwicklung ist sekundär und kann nur in unventilirten Räumen schädlich werden;
- ad 3) Das Glühen der Eisenflächen wird vermieden durch Ausfüttern des Feuerraumes mit Chamottsteinen und Auskleiden der metallnen Röhren mit demselben Material — wenigstens im ersten Theile des Röhrenzuges. Dadurch fallen alle Unzuträglichkeiten fort, der Verbrennungsprozeß wird regelmäßiger und billiger, die Erwärmung eine gleichmäßigere.

Weitere Constructions-Regeln:

- a) Die Heizfläche des Ofens ist so groß zu wählen, daß eine hochgradige Erhitzung derselben nicht nothwendig wd.
- b) Um das Austreten des Rauches oder anderer schädlicher Heizase zu vermeiden, müssen sämmtliche Verbindungsstellen dicht schließend und der Röhrenzug so sorgfältig als möglich hergestellt sein. Der Ofen sei ferner leicht zu bedienen und leicht vom Staube zu reinigen. (Beschädigung und Entzückung soll stets von Außen erfolgen).
- c) Der Schornstein ist mit einer guten Windcappe zu versehen.
- d) Die Heizkammer muß so groß hergestellt werden, daß sie jederzeit, selbst während der Heizung, begangen werden und alle Ofentheile (namentlich aber die Verbindungsstellen) auf Rauchsicherheit geprüft werden könne. Die Einsteigeöffnung ist daher nicht — wie frühe vielfach geschah — zu vermauern, sondern mit doppelter eiserner Thür zu versehen.
- e) Die frisch Luft ist von Orten zu entnehmen, wo sie möglichst wenig verunreinigt ist (aus Gärten, nicht aus schlecht ventilirten Höfen), und der zu ihrer Leitung bestimmte Kanal ist wasserdicht herzustellen,

damit die Luft nicht mit dem Grundwasser, mit dumpfer Bodenluft oder faulenden organischen Substanzen in Berührung kommen könne. Die äußere Einströmungsöffnung der frischen Luft ist, zum Schutz gegen Eindringen von Thieren, mit einem engmaschigen Drahtgitter zu versehen.

- f) Die Erwärmung der Luft in der Kammer darf nur eine mäßige sein (40—50° C.) und sollen die Heizkanäle, um bei solcher Temperatur dem Bedürfniß genügen zu können, ausreichend groß angelegt werden.

Nach Erörterung dieser allgemeinen Constructionsregeln gehen wir zur Construction der einzelnen Theile über, aus denen sich jede Luftheizungsanlage zusammensetzt. Im Wesentlichen sind dabei zu unterscheiden:

- A. Die Vorrichtungen zur Erwärmung der Luft;
- B. Die Luft=Leistungs-Vorrichtungen;
- C. Die Regulirungs-Vorrichtungen.

Die Vorrichtungen zur Erwärmung der Luft bestehen aus dem Luftheizofen oder Calorifere und der ihn umschließenden massiven Heizkammer. Der Heizofen wird vorwiegend aus Gußeisen, selten nur aus Mauerziegeln hergerichtet — dagegen sind gemischte Ofen mit massiver Ausfütterung des Feuerraumes vielfach in Gebrauch.

Zur Luftleitung dient das massive Kanalsystem, welches den Wärmebedarf der Räume durch Zuführung bestimmter Quantitäten Heizluft deckt und dagegen den Austausch atmosphärischer Luft und die Abführung verbrauchter Zimmerluft vermittelt.

Zur Regelung, resp. Abstellung, dieser dreifachen Luftströmungen dienen Schieber, Drehklappen und Jalousieklappen. Wir betrachten zunächst:

Die Vorrichtungen zur Erwärmung der Luft in der Heizkammer.

## A. Der Luftheizungs-Ofen.

§. 54.

### Geschichtliche Uebersicht der älteren Central-Luftheiz-Apparate (1825—1855).

Die Formen der Apparate zur Erwärmung von Luft innerhalb gemauerter Kammern sind begreiflicher Weise im Laufe der Zeit erheblich verändert und von den Constructeuren individuell modificirt worden.

I. Die älteste und vielfach angewendete Form dürfte der gewöhnliche eiserne Rundofen gewesen sein; sie war einfach, billig, auch durchaus zweckmäßig, dagegen mit allen Nachtheilen gewöhnlicher eiserner Ofen behaftet, nämlich: glühende Flächen darzubieten und einen ungleichmäßi-

gen Verbrennungsproceß hervorzurufen. Bei Ausdehnung der Heizung auf eine größere Anzahl von Räumen wurde überdies die Heizfläche zu klein. — Derartige Apparate hat der verdienstvolle Beförderer der Luftheizmethode, Professor der technischen Chemie P. T. Meißner in Wien um das Jahr 1823 construiert und vielfach angewandt und zwar ebensowohl für locale Luftheizung (d. h. Heizung mit Mantelöfen) als für wirkliche Centralheizung\*). Im Hinblick auf das geschichtliche Interesse haben wir diesen ältesten Typus des Luftheizofens in den Figuren 148—150 dargestellt. Es bezeichnet darin:

Fig. 150.

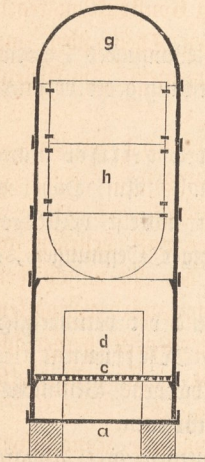
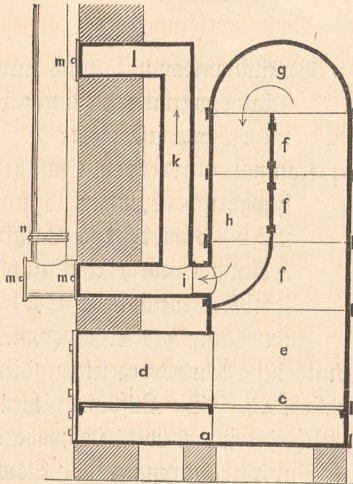


Fig. 148

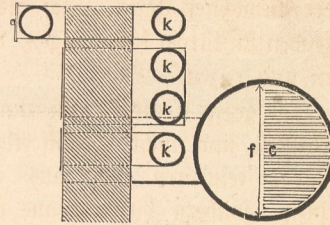


- a die Bodenplatte von Gußeisen;
- c den kreisrunden Koft;
- d den Hals für die Einfuerung mit Heiz- und Aschenthür;
- e den cylindrischen Feuerkasten von 0,40—0,90 m Durchmesser;
- f mehrere darüber aufzusetzende Ringe, sämmtlich durch tiefe Falze gedeckt;
- g die Kuppel des Ofens und
- h eine Scheidewand, welche den Rauch nach i abwärts leitet;

\*) Die Aufstellung dieser Ofen erfolgte gewöhnlich in einer kreisrunden Heizkammer im Souterrain, deren Wände sehr stark gehalten wurden, um die Wärme nach dem Erlöschen des Feuers noch längere Zeit in denselben aufzuspeichern. — Bei localer Luftheizung, d. h. wo der Apparat im Zimmer selbst Aufstellung fand, umgab Meißner den Ofen in 15—16 cm Abstand mit einem 1/2 Stein starken viereckigen Mantel von Mauerziegeln, oder Kacheln mit entsprechender Ausfütterung, welcher oberhalb ganz offen blieb und am Fußboden mit mehreren weiten Luftöffnungen durchbrochen wurde. Da die erwärmte Luft vertikal aufwärts steigt, so tritt — in Folge von Gleichgewichtsförderung — ein entsprechendes Volum kalte Luft am Fußboden in den Mantel ein. (Heizung mit Mantelöfen.) Vergl. Meißner, Heizung mit erwärmter Luft. Tafel II, Fig. 11.

- k Röhrenzug, auf- und abwärts geführt, welcher zur Vermehrung der Heizfläche dient;
- l horizontale Rohrkästen, zur Reinigung der Rauchröhren bestimmt; sie münden in das Heizvorgelege und sind mit Reinigungsthüren (m) verschlossen.

Fig. 149.



II. Für größere Anlagen wendete man andere Apparate an, mit aus Platten verschraubtem, oblongem Heizkasten und leicht gewölbter Deckplatte von Gußeisen. Zur Vermehrung der Heizfläche diente ein System horizontaler gußeiserner Röhren von ovalem Querschnitt, schlangenförmlich ansteigend und mit einer kastenförmigen Fortsetzung behufs ihrer Reinigung versehen. Auch diese Kastenöfen hat Meißner in Wien schon um das Jahr 1825 mit Erfolg zur Anwendung gebracht und in seinem oben citirten Werke beschrieben.

Der, in Fig. 151 im Grundriß und Fig. 152 im Durchschnitt dargestellte Apparat diente zur Erwärmung des Ceremoniensaales in der K. K. Hofburg zu Wien, und wird hier das ganze Arrangement mitgetheilt, um an diesem Beispiel zu zeigen, mit welchem Verständniß der Erfinder seine Aufgabe gelöst hatte. Es bezeichnet Fig. 151 bis 153:

- a ein Fragment des Ceremoniensaales;
- b die eine der Heizkammern nebst Ofen\*), im Erdgeschoß aufgestellt;
- c den Vorraum für den Heizer (Vorgelege);
- d den Schornstein;
- e den Kanal, welcher die warme Luft in den Saal leitet;
- f eine Ausströmungsöffnung für warme Luft;
- g Fortsetzung des Warmluftkanals bis über Dachhöhe, jedoch bei
- h mit doppelten Schiebern abgeschlossen;
- i Kanal, um frische atmosphärische Luft in den oberen Theil des Kanals e einlassen zu können (Mischkanal);
- k Drehklappe, um die Ausströmung der Luft aus dem einen oder anderen Kanal (e und i) in den oberen

\*) Alle Verbindungen des Meißner'schen Rohrsystems erfolgten durch hergerichtete Flansche und die des Heizkastens durch tiefe Falzung der Platten. Die Entrückung fand vom Vorraum aus statt, wozu Reinigungskästen mit doppeltem Verschuß dienten. Die Heizkammer war jeder Zeit zugänglich.

Fig. 151.

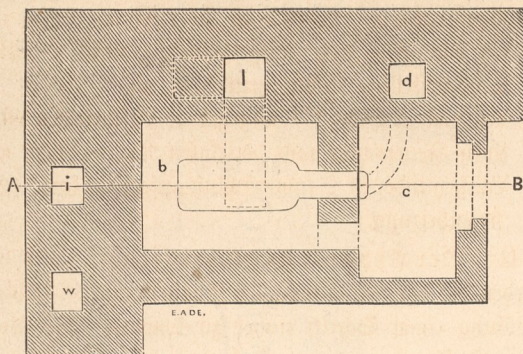
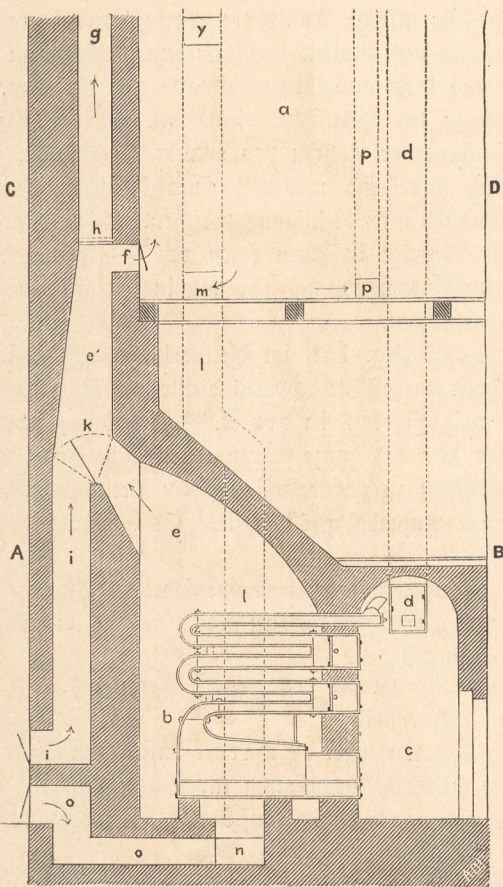


Fig. 152.



Theil des Kanals e' zu reguliren, so daß entweder nur warme oder kalte, oder eine Mischung aus beiden einströmt;

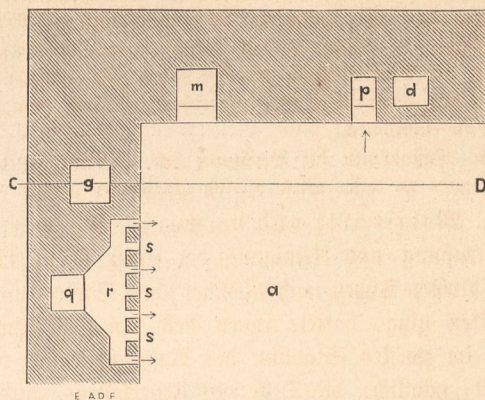
l Kanal zum Abzug der kalten Luft am Fußboden des Saales in die Heizkammer, wenn Circulation beabsichtigt wird, und

m Abzugsöffnung am Fußboden des Saales;

n Ausmündung unter dem Heizkasten des Ofens;

o Kanal zur Einführung von frischer Luft in die Kammer, ebenfalls bei n mündend;

Fig. 153.



p Ventilationskanal, welcher durch die Wange des Schornsteins erwärmt wird und zur Ableitung der verbrauchten Zimmerluft dient;

q Kanal zur direkten Einführung von frischer atmosphärischer Luft in den Saal. Auf Höhe von 2,5—3 m tritt der Luftstrom mittelst verstellbarer Register durch eine Anzahl enger Oeffnungen s, s fein zertheilt in den Saal ein.

Zum Abzug des Lichterdunstes und der verunreinigten Luft bei Abendbenützung dienten Oeffnungen im Plafond. Die Luft trat hier in hölzerne Ventilationsfächer ein, um über Dachhöhe auszufließen.

Zur Erwärmung des Saales dienten drei Apparate, deren Kanalausmündungen meist in den Ecken angebracht werden mußten, wie auch die warmen Luftkanäle aus örtlichen Gründen nahe dem Fußboden mündeten. Sämmtliche Klappen und Schieber konnten mittelst eines Hebelwerks vom Saal aus gestellt werden; dazu diente ein Indicator bei f mit Zeigervorrichtung für den leitenden Beamten.

Anmerkung. Bei der Benützung traten folgende Modificationen ein:

1) Bei wenig zahlreicher Gesellschaft im Winter ohne Beleuchtung war meistens einfache Circulationsheizung ausreichend, d. h. die Saalluft gelangte durch Kanal l in die Kammer und durch e erwärmt zurück. Sollte dennoch Luftwechsel stattfinden, so öffnete man Kanal o, Oeffnung f und Ventilationskanal p.

2) Abendbenützung bei zahlreicher Gesellschaft. Vor Eintritt der Gesellschaft, d. h. beim Anheizen, fand Circulationsheizung statt wie unter 1). Nach Beginn des Festes wurden zuerst die Klappen im Plafond geöffnet, um den Lichterdunst und der Temperatursteigerung entgegengewirkt durch Einführung frischer, aber mäßig erwärmter Luft in den Saal, d. h. man verschloß m, öffnete dagegen o, e' und die Mündung f. Durch Stellung der Drehklappe k konnte man aus dem Mischkanal e' Luft von beliebigen Temperaturgraden einlassen. In Folge solcher Anordnung entstand aber eine aufsteigende Bewegung der ganzen Luftmasse im Saale gegen die Decke hin, wo die Abföngung stattfand, und der Lichterdunst wurde dadurch am Herabsinken gehindert, die Wärme gemäßiget. Aber bei gelinder Temperatur und starker Ueberfüllung des Saales konnte das Steigen der Temperatur dennoch überhand nehmen: der Kanal



e wurde dann ganz geschlossen, das Nachlegen von Brennstoff eingestellt und frische Luft durch die Registerzüge  $s'$  eingeleitet. Weistens genügte aber schon Zuführung kalter Luft durch den Mischkanal  $e'$ , d. h. Schluß der Klappe  $k$  nach rechts. Wenn andererseits die Temperatur bei Verminderung der Gesellschaft oder äußerer Nachtkälte unter den gewünschten Grad herabsank, so ließ man durch  $f$  wärmere Luft einströmen.

3) Die Maßnahmen bei Benützung im Sommer (d. h. ohne Heizung) können an dieser Stelle füglich übergangen werden.

II<sup>a</sup>. Modificirte und verwandte Formen. Obwohl Entkrüzung und Reinigung der unter I und II dargestellten ältesten Typen nach Meißner'schem System unschwer von Statten ging, haftete ihnen doch ein Uebelstand an, den man im zweiten Stadium des Apparatenbaues vermeiden findet, nämlich: die Decke des Feuerkastens wurde von der Stichflamme zu stark berührt, daher leicht glühend und nach kurzer Zeit untauglich. Dies gab dann Veranlassung zur Ausfütterung des Feuerkastens mit feuerfesten Steinen oder überhaupt zur Errichtung eines massiven Feuerraumes. Der Apparat II von Meißner wurde dadurch wesentlich verbessert. In dieser modificirten Form ist derselbe lange Zeit hindurch in Norddeutschland verwendet worden unter dem Namen des Müller'schen Luftheizofens mit eisernem Heizkasten, horizontalen Röhren und aufwärts gerichteter Flamme. Verfasser hat Ofen dieses Systems noch um die Mitte der sechziger Jahre mit Erfolg angewandt und detaillirt veröffentlicht im 1. Jahrg. der Bauwerkszeitung (1869, Nr. 30)\*).

Der, in I. Auflage dieses Werkes auf Taf. 22, Fig. 6 und 7 mitgetheilte (ältere) Apparat von Boyer und Cons. zu Ludwigshafen, mit einer großen Anzahl horizontal liegender elliptisch geformter Röhre, welche sich in drei Zonen über einander gruppiren, war in seiner Zusammensetzung complicirt, bot zu viele Dichtungsstellen, und mußte zum Theil von der Kammer her entkrüzt werden: diese Form ist daher wieder verlassen worden.

Auch ein älterer Apparat von René Duvoir\*\*) mit ganz gemauertem Feuerraum würde in genannte Kategorie zu zählen sein. Man verwendete zur Heizung desselben Anthracit als Brennmaterial; dabei wurde das Feuer durch periodische Beschickung mit Brennstoff 6—8 Stunden unterhalten — eins der frühesten Beispiele des Füll-Betriebes.

II<sup>b</sup>. Ofen mit ausgefülltem Heizkasten und vertikalen Röhrenzügen bieten immer große Schwierigkeiten für die Entkrüzung, und sofern diese theilweis von der Heizkammer aus stattfinden muß — was kaum umgangen wer-

\*) Im verkleinerten Maßstabe findet man denselben dargestellt in Claafens Handbuch der Hochbauconstruktionen in Eisen. XII. Abschnitt. Fig. 913 und 914.

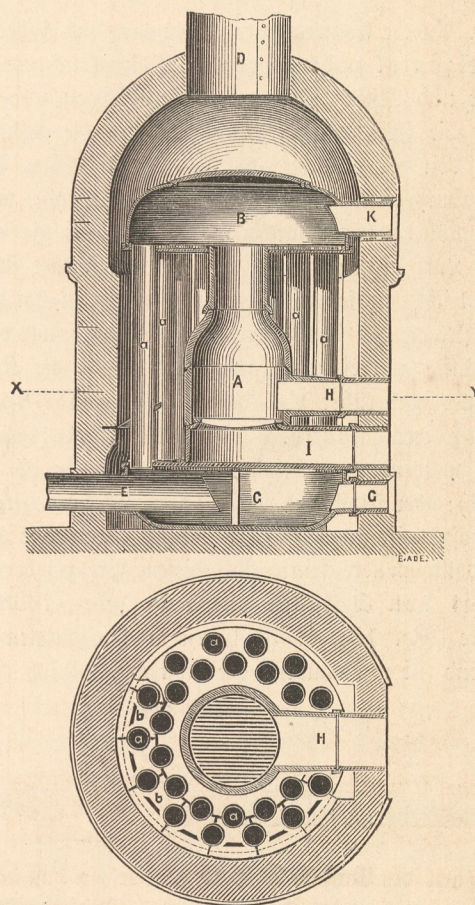
\*\*) Abgebildet in: Pécelet, Traité de la chaleur, II. Fig. 405 und 406.

den kann — entspricht sie nicht den Anforderungen rationeller Construktion. Hierher ist zu rechnen:

- ein von W. Jeep mitgetheiltes Beispiel\*) mit aufrecht gestellten Schlangenrohren und
- der von Schinz\*\*) angegebene Luftheizofen mit massivem Feuerraum und vertikalen Röhren, über welchen Blechcylinder in Sandverschluß aufgestellt sind. (Gegenstromheizung.)

II<sup>c</sup>. Der Apparat von Chaußenot, zuerst bekannt geworden auf der internationalen Ausstellung von 1855, sucht der Lösung einen Schritt näher zu kommen. Die Verbrennungsprodukte steigen vom Feuerraum in einem Centralkanal A (Fig. 156) aufwärts in den gußeisernen Behälter

Fig. 156 und 157.



B, ziehen durch eine größere Anzahl gußeiserner Röhren  $a$ ,  $a$  abwärts nach dem Rauchsammler C, um von hier durch das Abzugsrohr E nach dem Schornstein zu gelangen. Zur Beschickung des Kofes dient der Hals H, zur Aschenentleerung der Kasten I; die Entkrüzung soll durch die Oeff-

\*) Bautechnische Taschenbibliothek, Heft 5, Fig. 46 und 47.

\*\*) Schinz. Wärmemeßkunst. Artikel 338.

nungen K und G erfolgen. — Die Röhre dürften indessen sehr umständlich zu reinigen und auf Rauchsicherheit auch dann nur zu prüfen sein, wenn die gemauerten Kammerwände in demjenigen Abstände aufgeführt werden, welcher eine Besichtigung der Kammer und die Reinigung von Staub zuläßt. — Die kalte Luft tritt durch eine große Anzahl Oeffnungen b, b zwischen den Röhren ein, staut sich aber unter dem Feuerhut B (statt diesen zu durchdringen) und gelangt durch die Oeffnung D in die Heizkanäle der Etagen. Die Gegenstromheizung ist zwar rein durchgeführt, aber der Apparat ist zu complicirt, enthält viel Eisen und ist daher theuer; sein Heizeffekt, von Morin eingehend durch Versuche festgestellt, ist noch zu besprechen.

Anm. Die Durchbrechung des Feuerhutes mittelst vertikaler Luft-circulationsröhre ist durchgeführt bei einem, im Casino zu Winterthur aufgestellten und durch W. Jeep \*) mitgetheilten Apparat.

III. Andere Constructeure legten metallne Röhren quer und horizontal zwischen parallele Mauern in eine Rohrkammer und ließen das Feuer die Röhren umspülen, während die Luft von der einen Seite in die Röhren einströmen, von der anderen ausströmen sollte. Der Apparat wurde dadurch zwar sehr einfach, aber der Erfolg war der, daß die Röhren leicht durchbrannten und daß die Circulation der Luft in den Röhren doch unvollkommener stattfand. Dies ist leicht einzusehen: denn Luft, welche in horizontalen Röhren strömt, hat das Bestreben, vorwiegend nur die obere Röhrenhälfte zu bespülen, andererseits bleibt der Kern des Luftstromes unberührt von der Wirkung der strahlenden Röhrenwandung. Dieser Uebelstand kann zwar behoben werden durch Bleche, welche man in die Röhren einsetzt\*\*): aber selbst dies vorausgesetzt, wird die Circulation der atmosphärischen Luft schon wegen vermehrter Reibung eine unvollkommene sein. Auf diesem Prinzip beruht der Apparat von Talabot aus dem Jahre 1839. Die Luftrohre (Fig. 154—155) liegen in horizontalen Reihen alternirend über einander, der Kofst befindet sich in einem

gemauerten und überwölbten Heizraume und die Heizgase entweichen durch ausgesparte Oeffnungen im Gewölbe, steigen in die Rohrkammer hinab und verbreiten sich alsdann gleichförmig über sämmtliche Röhren und zwar von oben nach unten. Der Abzug nach dem Schornstein erfolgt am tiefsten Punkte der Rohrkammer, die Temperatur der Heizgase vermindert sich daher im Hinabsteigen der Art, daß alle Röhren in einer Horizontale gleichmäßig erwärmt sind. Die Bewegung der Luft in den Röhren erfolgt dagegen im contraireren Sinne, nämlich von unten nach oben, sie passirt daher Heizflächen, deren Temperatur eine stets zunehmende ist, was als ein Vortheil angesehen werden darf. Die äußere kalte Luft tritt bei A ein und gelangt nach einander in die gemauerten Kammern B, C, D, E, um von E aus in Kanälen vertheilt nach den Etagen aufzusteigen. Die Oeffnungen zur Entzückung befinden sich an den Schmalseiten der Rohrkammer.

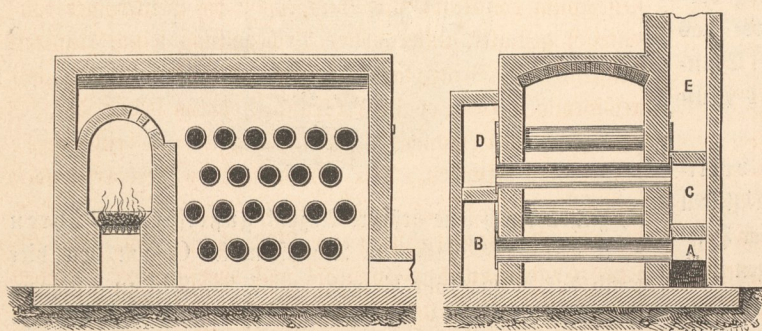
Anm. Mit derartigen Calorifères hat Talabot den Sitzungssaal und die Nebenräume der alten Deputirten-Kammer — jetzt corps législatif — beheizt. Die Rohrkammer hat hier eine Länge von 2,7 m bei 1 m Tiefe und 1,8 m Höhe. Die totale Heizfläche der 36 Stück Röhre von 0,20 m Weite betrug 14 qm. Der Kofst ist 1 m lang bei 0,30 m Breite; es wurden auf demselben täglich im Durchschnitt 4,3 hl Steinkohle verbrannt. Die warme Luft steigt in den Saal durch Oeffnungen in den Futterstufen des terrassirten Fußbodens und entweicht durch Oeffnungen in der Decke der Tribünen. Von hier aus gelangt die verbrauchte Luft in einen Ventilations-schacht, in welchem durch Coksfeuer eine saugende Wirkung hervorgebracht wird. Der Bedarf an Coks betrug für die Dauer einer Sitzung im Durchschnitt 2 hl.

Der Saal wird durch vier Kammern erwärmt, Nebenräume und Treppenhause mittelst zweier Kammern (letztere nur durch Circulationsheizung). Die Heizung des Saales beginnt einige Stunden vor der Sitzung und wird eingestellt mit Beginn der Sitzung. Die anfänglich in der Kammer vorhandene und die durch die Versammlung erzeugte Wärme genügt zur Erzielung einer behaglichen Temperatur.

III<sup>a</sup>. Bei vertikaler Stellung eines Systems von Röhren, das innen von Luft durchzogen und außen von den Feuergasen umspült wird, war der Erfolg günstiger in Bezug auf Circulation. Pécelet hat eine derartige Disposition beschrieben (Tome II, No. 1625). Die viereckige Rohrkammer ist aus gewalztem Blech zusammengenietet. In derselben befindet sich der massive Feuerraum, eng umgeben von einer Anzahl vertikaler Röhren, welche unterhalb mit dem atmosphärischen Luftkanal, oberhalb mit dem Abführungsraum für warme Luft, d. h. mit der Heizkammer, communiciren. Die Feuergase entweichen mit abwärts gekehrter Flamme und die kalte Luft bewegt sich ungehindert nach oben — das Prinzip der Gegenstromheizung ist daher gewahrt: aber zu den früher genannten Mängeln der Circulation in Röhren tritt noch die große Schwierigkeit der Entzückung einer vernieteten Kammer und die Unmöglichkeit der Revision.

Fig. 154.

Fig. 155.

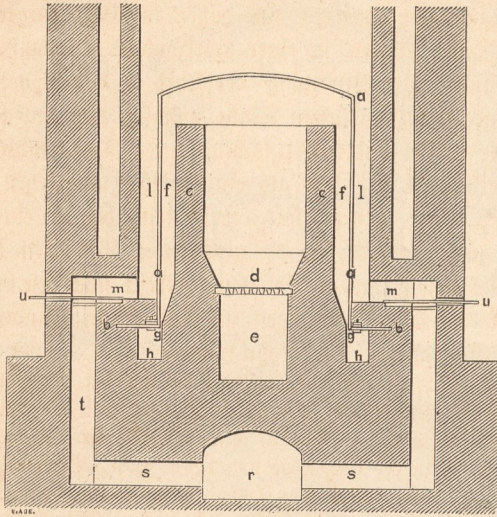


\*) Deutsche Bautechnische Taschenbibliothek. Heft V.

\*\*\*) Letztere absorbiren dann die strahlende Wärme der Röhrenwandung und bilden eine innere Transmissionsfläche, an welcher sich auch der Kern des Luftstromes erwärmt.

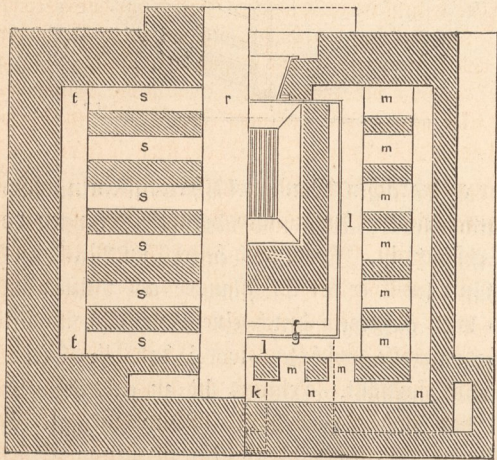
IV. Kastenförmige Apparate mit abwärts ziehender Flamme. Der Luftheizofen von Engel, welcher in den Figuren 158 und 159 dargestellt ist, kommt seiner Entstehungszeit nach demjenigen von Meißner ziemlich

Fig. 158.



gleich; er wurde im Jahre 1830 publicirt und beruht auf dem Prinzip der Gegenstrom-Heizung. Wegen seiner einfachen und kunstlosen Form hat er in jener Periode vielseitige Anwendung gefunden. Die Engel'schen Apparate

Fig. 159.



sind als prismatische Kästen mit gewölbter Decke construirt und aus gewalzten Platten vernietet; die umgelegten Flansche der Kastenränder sind auf der gußeisernen Unterlagsplatte b b verschraubt. In dem Kasten liegt der, aus Chamottsteinen gemauerte, Feuerherd c c mit Rost d und Aschenfall e; das Herdgemäuer ist so angeordnet, daß zwischen ihm und den Kastenwänden nur ein Zwischenraum

von 10 cm verbleibt, welcher sich unterhalb bis auf 5 cm verengt. Durch diesen engen Kanal entweicht der Rauch in die Sammelkanäle h h und demnächst werden diese oberhalb der Heizthür vereinigt und vom Vorgelege aus gereinigt; Heizröhren sind nicht vorhanden. Die Entfernung von Ruß und Flugasche aus den Kanälen h h erfolgt durch Oeffnungen in den Stirnmauern. Die Reinigung des Feuerraums ist dagegen nur vom Aschenfall her, d. h. nach Entfernung der Roststäbe, möglich.

Das Mauerwerk der Heizkammer ist mit Isolirschieben ausgeführt in einem Abstände, der nach neueren Ansichten als unzureichend angesehen werden muß. Das Gewölbe ist ein einhöftiges, unter dessen höchster Stelle der Abzug in die Heizkanäle erfolgt. Die kalte Luft gelangt dagegen durch eine größere Anzahl von Oeffnungen m m in die Kammer, nachdem sie aus der Atmosphäre durch den Kanal r zugeströmt, durch die Vertheilungskanäle s s abgeführt und in den vertikalen Schächten t t aufgestiegen ist. Zur Regulirung der kalten Luftströme dienen die Schieber u, u; auch die Rauchzüge h h können nach beendeter Feuerung durch Schieber geschlossen werden.

Die linke Seite des Grundrisses stellt den Horizontalschnitt durch die Kanäle s s, die rechte Seite einen solchen dicht über dem Rost, im Niveau der Kanäle m m, dar.

Die Oefen mit prismatischem Heizkasten und abwärts ziehender Flamme nach Engels System sind weiter entwickelt und verbessert worden durch F. Staib u. Co. in Genf\*). Von einer Darstellung letztgenannter Apparate dürfen wir an dieser Stelle füglich absehen, da sie neuerdings — nämlich auf der Ausstellung von Heizungs- und Ventilations-Anlagen zu Cassel 1877 — in modificirter und wesentlich vereinfachter Form vorgeführt worden sind durch die jetzige Firma Weibel, Briquet u. Co. in Genf, und als solche im folgenden Paragraphen eingehende Besprechung finden.

IV<sup>a</sup>. Engel hatte seinen Apparat schon vor dem Jahre 1830 auch mit cylindrischem Heizkasten und dergleichen Feuerraum construirt und demgemäß die Heizkammer concentrisch gestaltet, unter voller Beibehaltung seiner früheren Constructions-Prinzipien. Oefen dieser Anordnung mit kreisförmigem (oder ovalem) Grundriß haben seiner Zeit, — wenngleich mit mancherlei Abänderungen, — eine große Verbreitung gefunden. Wir nennen nur die hervorragenden Bauwerke.

1) Der Königsbau zu München. Hier sind 26 Stück Central-Luftheiz-Apparate nach modificirtem „System Engel“ zur Aufstellung gelangt\*\*).

\*) Zuerst vorgeführt auf der internationalen Ausstellung zu Paris 1855 und beschrieben in Pécelet, Traité. Tome II. No. 1626.

\*\*) Ausführliche Mittheilung in Försters Allgemeiner Bauzeitung, Jahrg. 1836 und 1837, auch in Brehmann, IV. Bd. 1. Aufl. Taf. 76.

ovalen Grundriß und — was als Fortschritt bezeichnet werden darf — der Abstand derselben von den Kammerwänden ist in den verschiedenen Kammern auf 40—60 cm erweitert, um Reparatur und Reinigung der Ofentheile und der Kammer vornehmen zu können. Die Verbrennungsprodukte werden nicht in der Stirnmauer, sondern in eisernen Röhren innerhalb der Kammer aufgeführt, um die Heizfläche zu vergrößern. Die Entziehung der Röhren erfolgt von außen.

2) Die königliche Bauakademie zu Berlin\*). Die Ofen gelangten im Jahre 1834 zur Aufstellung, wurden im November 1835 eingehend probirt und sind 30 Jahre lang in Thätigkeit gewesen. Sie unterscheiden sich durch leichtere Handlichkeit des gußeisernen Heizkastens, dessen Decke separat hergestellt ist, und durch Zufügung eines horizontal liegenden, dem Kasten concentrischen Rauchrohrs. Der Ofen hat hierbei die Form eines abgestumpften Kegels mit kuppelförmiger Decke und enthält den massiven, aus feuerfesten Steinen errichteten und mit  $\frac{1}{2}$  Stein starkem Gewölbe überspannten, Feuerraum mit Rost für Torfverbrennung und den Aschenfall. Der Rauch tritt durch Oeffnungen im Gewölbe, umspült den gußeisernen Deckel und zieht abwärts in den concentrischen Rauchkanal; er wird gesammelt in dem erwähnten gußeisernen Rohr am Boden der Kammer, um durch den Fuchs in den Schornstein zu gelangen. Die Kammer ist cylindrisch, nach Engels Vorgang allerdings sehr eng angelegt und massiv ansteigend abgedeckt. Die frische Luft tritt aus einem ringförmigen Kanal durch acht radiale Oeffnungen in die Kammer, und zwar zuerst an das concentrische Rauchrohr, welches eine geringere Temperatur hat als die Kastenwände, so daß der aufsteigende Luftstrom auf seinem Wege stets höher erhitzte Flächen bestreicht. (Gegenstromheizung), wobei bessere Ausnutzung des Brennstoffs stattfindet.

3) Zwanzig Jahre später sind beim Erweiterungsbau des königlichen Stadtgerichts zu Berlin Luftheizöfen zur Anwendung gekommen, welche in der Hauptsache den vorbeschriebenen gleichen, aber einige bemerkenswerthe Verbesserungen in der Konstruktion enthalten. Ihre Beschreibung entnehmen wir der Zeitschrift für Bauwesen. Jahrg. 1859\*\*).

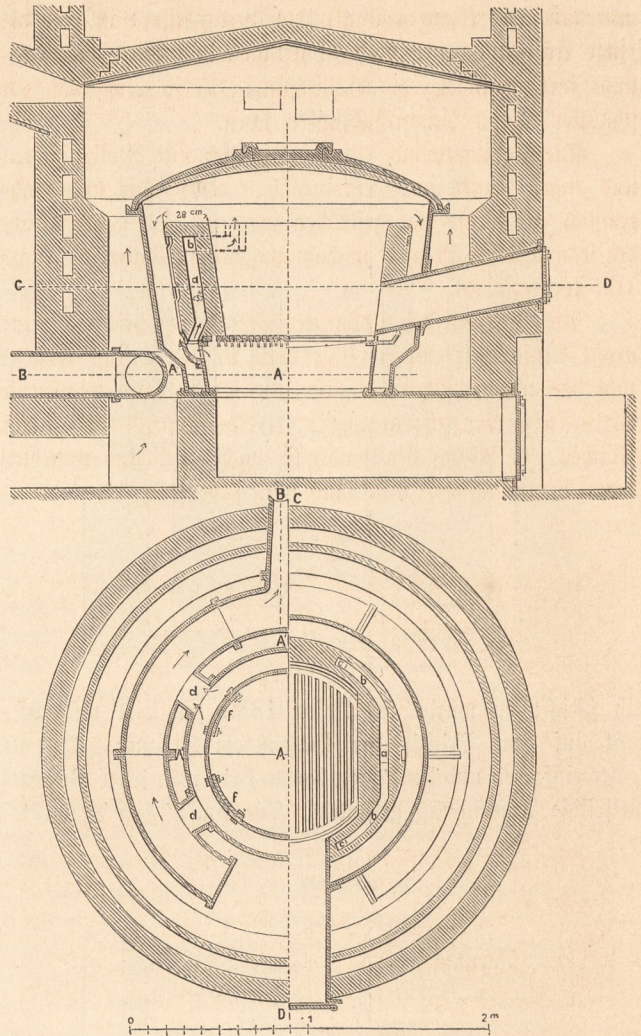
Diese Ofen sind nach unten konisch verengt und ebenfalls aus Gußeisen konstruirt. Die totale Rostfläche beträgt 0,59 qm oder nahezu  $\frac{1}{20}$  der Gesamtheizfläche, welche 11,4 qm Inhalt\*\*\*) ergibt. Der Abstand der Roststäbe ist = 0,015 m. Auch hier wird der Feuerraum

\*) Beschrieben in: Försters Allg. Bauztg. Nr. 29 (Taf. 52) und Breymann's Bauconstr.-Lehre. IV. Bd. 1. Aufl. S. 62.

\*\*) Vergleiche auch Taf. 15 der I. Auflage.

\*\*\*) oder eine Wärmeerzeugung =  $11,4 \times 4000 = 45800$  Cal. (Péclét.)

Fig. 160 und 161.



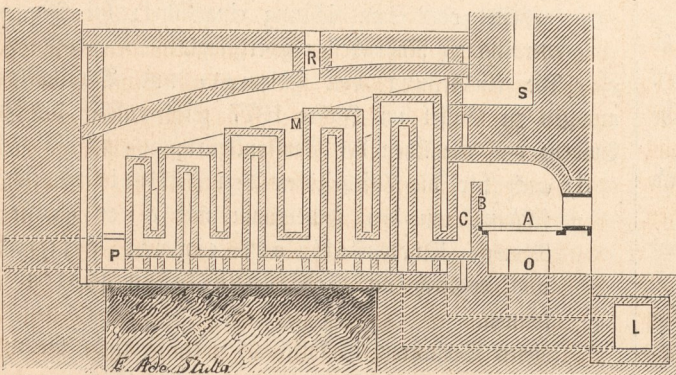
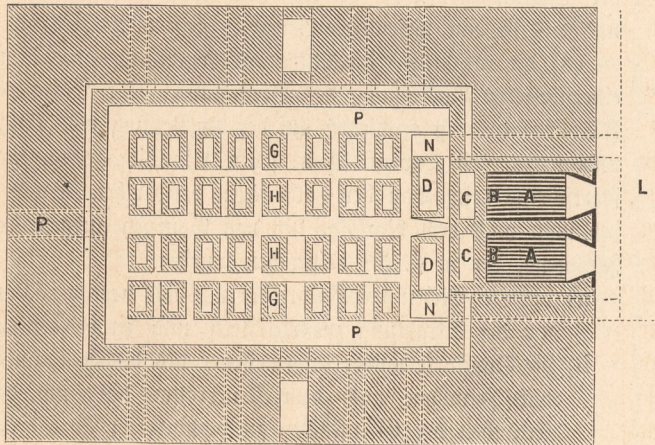
von einer cylindrischen Wand aus Chamottsteinen umschlossen, welche durch eiserne Reifen und vertikale Stangen vor dem Versten geschützt ist. Der Deckel besteht im Mittel aus 3 cm starkem Guß (weil er der Stichflamme am meisten ausgesetzt ist) und wird außerdem durch eine monolithische Ausfütterung von Chamottmasse geschützt, wobei das  $\frac{1}{2}$  Stein starke Herdgewölbe fortfällt. Letzteres ist zu entbehren, da der Abstand des Deckels vom Rost 0,90 m beträgt. In der Chamottwand des Heizraumes ist zu beiden Seiten des Rostes ein Luftkanal angebracht, welcher unter dem Rost beginnt und in der oberen Schicht des Chamottgemäuers an vier Stellen mündet. Hier wird frische, aber erwärmte Luft zugeführt und dadurch Rauchverzehrung beabsichtigt. Im Uebrigen erfolgt die Bewegung der Feuergase nach unten und der Eintritt in das Sammelrohr, wie unter 2) beschrieben wurde. — Das Brennmaterial wird durch einen geneigten Hals (Füllschacht) eingebracht.

Zur Reinigung des Rauchsammlers dienen vier Oeffnungen d d, zu denen man nach Lösung der Platten f f, unterhalb des Kofes gelangt. Um den Feuerraum und die Züge reinigen oder ausbessern zu können, werden die Kofstäbe fortgenommen; die Aschenöffnung ist so groß, daß ein schlanker Mann hindurchschlüpfen kann.

Die Kammerwände sind cylindrisch mit Isolirsichten und engen Fugen in Backsteinrohbau ausgeführt und nachträglich mit Wasserglas gestrichen worden. Die Construction der Kammerdecke ist nicht nachahmungswerth, daher in Figur 160 fortgeblieben.

Als Vortheile des Apparates werden bezeichnet: 1) seine große Einfachheit und Billigkeit; 2) die geringe Fugenanzahl des eisernen Mantels und der Röhren, also verhältnißmäßige Rauchsicherheit; 3) Ausschluß stark erhitzter Flächen. 4) Abzug der Feuergase nach unten und ungehinderte Bewegung der Luft nach oben (Gegenstromheizung).

Fig. 162 und 163.



V. Endlich hat man auch Apparate construirt, bei denen nicht nur der Feuerkasten, sondern auch die Röhren massiv hergestellt sind. Solche Oefen haben folgende Nachteile:

- 1) Man bedarf lange Zeit zu ihrer Anheizung, obwohl sie die Wärme auch lange halten und abgeben können — ähnlich den Massenöfen;

- 2) Schwankungen im Wärmebedarf kann man nur schwer mit ihnen folgen und
- 3) die Heizfläche muß sehr groß gewählt werden, um denselben Effekt hervorzubringen, welchen eiserne Caloriferen liefern; man bedarf also einen verhältnißmäßig großen Raum zu ihrer Aufstellung im Souterrain des Gebäudes.

Der Vortheil massiver Luftheizapparate besteht darin, daß die Luft nie höher als 40—50° mittelst derselben erwärmt wird.

Ein derartiger Ofen im Realschulgebäude zu Greifswald dient zur Erwärmung von 7 Klassenzimmern und einem Zeichenaal mit zusammen 1320 cbm Klassenraum; derselbe ist ausführlich beschrieben in der Zeitschrift für Bauwesen, Jahrg. 1857, und in Figur 162 und 163 mit geringen Modifikationen dargestellt. Der Feuerkasten ist durch eine Wand in zwei gleiche Abtheilungen gebracht und die Feuergase treten von den Kofen

A A über die Feuerbrücke B in den ersten fallenden Zug C, gelangen von hier nach D D und theilen sich dann in die beiden Zweige jeder Gruppe von auf- und absteigenden Kanälen H und G dergestalt, daß jeder Zweig einen Weg von 20 m bis zur Einmündung in den gemeinsamen Sammelkanal zurücklegt. Hier, am hinteren Kammerende, vereinigen sich alle vier Kanäle in einen Kanal M, der über dem Mittelgange liegt und direkt in den 25 cm im Quadrat weiten Schornstein führt. Um an Heizfläche nicht zu verlieren, stehen die Feuerkanäle unterhalb auf Steinunterlagen. Ihr Querschnitt im Lichten ist 0,13 und 0,26 m, hiernach ist der äußere Umfang bei  $\frac{1}{4}$  Stein Wandstärke = 1,25 m. Die gesammte Heizfläche des Oefens und der Kanäle enthält 99,5 qm oder 1 qm Heizfläche liefert 13,3 cbm\*) erwärmten Raum.

\*) Im Königl. Stadtgericht zu Berlin werden mittelst des Apparates Fig. 160 und 161 900 cbm Zimmerraum durch 11,4 qm Heizfläche auf eine ähnliche Mitteltemperatur erwärmt, so daß auf jeden Quadratmeter Ofenfläche rot. 80 cbm Zimmerraum entfallen. — Es muß jedoch bemerkt werden, daß die Heizfläche des eisernen Apparates auch im Verhältniß zur Koffläche jedenfalls zu sparsam bemessen ist. — Dafür spricht die hohe Temperatur, mit welcher die Verbrennungsprodukte in den Schornstein entlassen werden, welche nach angestellten Messungen an der Mündung des Rauchrohrs bei heftigem Feuern 200—260° Celsius betrug. Wenn trotzdem die Temperatur der Zimmer noch erträglich war, so hat dies seinen Grund darin, weil zur Zeit eine wenig thätige Ventilation vorhanden war. (Diese ist nun neuerdings durch die aspirirende Wirkung von Gasflammen verbessert). — Jedenfalls müßte, um gute Resultate zu erlangen, die Heizfläche der Art vergrößert werden: daß auf jeden Quadratmeter derselben durchschnittlich 60 cbm Zimmerraum entfallen. Vergl. im Uebrigen: Salubrité des habitations etc. par A. Morin. Paris.

Die kalte Luft tritt in die Kammer durch einen innerhalb ringsum geführten Kanal P, welcher mit verschiedenen Ausmündungen versehen ist; die erwärmte Luft gelangt durch Einmündungen SS nahe dem Gewölbe in die oberen Etagen.

Will man Circulation der Zimmerluft nach dem Souterrain eintreten lassen, so geschieht dies durch den Kanal L; sie tritt dann entweder durch die Kanäle NN in die Heizkammer, um sich daran zu erwärmen (vor Beginn des Unterrichts), oder sie mündet unter den Kofst O, und wird zur Speisung des Feuers benützt (während der Schulzeit).

Resumé. In vorstehender Uebersicht sind die wichtigsten Typen der älteren Luftheizapparate und einige aus diesen abgeleitete Arten beschrieben worden, wobei die in Deutschland gebräuchlichen Formen besondere Berücksichtigung gefunden haben, weil sie sich durch Einfachheit der Conception und Verbindung, auch durch bequemere Entrüpfung und Reinigung vor den gleichzeitigen französischen Apparaten — mit Ausnahme desjenigen von Talabot — auszeichnen; die vorgeführten Beispiele repräsentiren gleichzeitig den Stand des Apparatenbaues bis zur ersten internationalen Ausstellung in Paris.

Als Ausgangspunkte der Construction haben wir bezeichnet:

- A. Systeme, bei denen der Rauch die Röhren des Apparates durchströmt. Dahin gehören:
- 1) Meißner's Rundöfen mit auf- und niedergehenden Röhren-Zügen;
  - 2) Kastenöfen mit horizontalen Röhren und aufwärts gerichteter Flamme (Systeme v. Meißner, Müller und A.);
  - 3) Centralöfen mit in vertikalen Röhren und abwärts ziehender Flamme (Systeme Chaussenot).
- B. Apparate, bei welchen die Luft die Röhren durchströmt. Hierher gehören:
- 4) Öfen von Talabot mit horizontalen Röhren und abwärts ziehender Flamme.
  - 5) Öfen mit vertikalen Röhren und abwärts ziehender Flamme \*).
- C. Apparate ohne Röhren mit viereckigem oder rundem Heizkasten und abwärts ziehender Flamme. Dahin gehören:
- 6) Engel's System und die abgeleiteten Formen;
  - 7) Apparat der Firma L. F. Staib in Genf.

Außer diesen Hauptformen gibt es noch Uebergänge

\*) Eine neuere Lösung nach diesem Prinzip liefern die Fabrikanten Fischer und Stiehl in Essen. Der Apparat ist mitgetheilt bei Claasen, Handbuch zc. XII. Abschnitt, Fig. 919, 920 und 921.

und Abarten zu A und B, deren auch Pécelet einige erwähnt, die aber für die vergleichende Betrachtung entweder keinen Werth haben oder ohne Einfluß auf die Fortentwicklung unserer modernen Apparate geblieben sind. Für das Verständniß der neueren Leistungen wird das Gegebene ausreichen! —

## §. 55.

### Kurze Uebersicht der neueren Leistungen (1855—1877).

In dem Zeitraum, welcher bis zur zweiten internationalen Ausstellung in Paris im Jahre 1867 verfloß, sind neue typische Formen im Apparatenbau kaum zu verzeichnen, wohl aber Modifikationen der bekannten Systeme, die hier füglich zu übergehen sind. Die Aufmerksamkeit der Heizingenieure richtete sich von nun an besonders auf die Verbesserung des Röhrengusses, auf die sorgfältigere Herrichtung der Dichtungsstellen an den eisernen Apparaten, endlich — und das ist eine wesentliche Errungenschaft dieses Zeitraums — auf die rationelle Einrichtung des Feuerraumes im Sinne einer besseren Ausnutzung des Brennstoffs. Die Öfen mit Füllfeuerung erschienen auf der Ausstellung von 1867, und kurze Zeit darauf schon sehen wir die gewonnenen Fortschritte beim Bau der Calorifären verwerthet. So verfuhr man nach dem Vorbilde des von Gourney ausgestellten Füllofens, der in §. 38 besprochen wurde:

- a) die Heizflächen des Calorifäre mit Rippenansätzen, um die Strahlung zu erleichtern und zu vermehren;
- b) die Gußstärke wurde angemessener als bisher normirt, mit Zunahme nach dem Feuerraume hin, um das Erglühen der Eisenflächen zu verhindern;
- c) die Dichtungsstellen wurden sorgfältig mechanisch gearbeitet oder Sanddichtung eingeführt; bei Muffenverbindung Rohrschellen übergelegt.

Die Ausstellung von Heizungs- und Ventilationsanlagen zu Cassel im Jahre 1877 zeigt endlich bis zur Evidenz das Bemühen der Constructeure:

- d) auch für die Luftheizöfen den Füllbetrieb einzuführen, um den Feuerraum mit einer größern Menge Brennstoff auf einmal beschicken und dadurch an Bedienungskosten sparen zu können.

Dieses Verfahren ist durchaus gerechtfertigt, wenn es gleichzeitig gelingt, die Verbrennung in den Füllfeuerungen ebenso vollständig oder noch vollständiger als auf dem Planrost zu bewirken. Die Entscheidung darüber kann freilich nur durch eine Untersuchung der Rauchgase in Bezug auf ihre Zusammensetzung gewonnen werden. Hierbei kommt dann auch die Natur des Brennmaterials mit in Frage, denn während die Kofe als Brennmaterial dem Durchziehen

der Luft, beziehungsweise der Rauchgase, den geringsten Widerstand entgegensetzt und daher die Verbrennung bei hoher Schichtung begünstigt, pflegen die meisten Steinkohlenarten durch Zusammenbacken an der Oberfläche dieselbe zu erschweren. Um diesen Uebelstand zu umgehen, werden dann folgende Einrichtungen getroffen.

I. Die eigentliche Feuerstelle wird nur mit einer niedrigen Brennstoffschicht bedeckt, nach deren Auflösung erst weiterer Brennstoff aus einem Vorrathsbehälter auf dieselbe gleitet. Solche Anordnung zeigen:

a) der Schachtofen des Eisenwerks Kaiserslautern, Fig. 164—166 (der sich jedoch auch zum Verbrennen von Braunkohle und Coaks eignet);

b) der Strahlenraumofen von D. Wolpert, Fig. 167—168.

Beide Apparate sind im nächsten Paragraphen eingehend besprochen.

II. Ein abweichendes Verfahren bei hoher Brennstoffschichtung wendet die Firma Weibel, Briquet und Co. in Genf an, indem außer dem Planrost ein geneigter Rost eingeführt ist. Der untere Rost liegt verhältnißmäßig tief (vgl. Fig. 170), um eine hohe Brennstoffschicht einführen zu können, was bei guter Bedienung des Herdes auch möglich ist. Sobald nämlich die erste Schüttung von Kohle in Roste verwandelt ist, wird dieselbe auf den hinteren, horizontalen Theil des Rostes geschoben, während der vordere Theil mit frischen Kohlen beschüttet wird. Letztere vergasen allmählig und nachdem die Entzündung bis zur Feuerthür fortgeschritten ist, wird das Zurückstoßen der Kohle wiederholt, ein Verfahren, welches sich übrigens auch für große liegende Roste eignet, wie denselben noch Reinhardt in Würzburg für seinen Apparat beibehalten hat. (Taf. 31, Fig. 1—4 und Taf. 35).

III. Zu den Oefen, welche das ältere Füllverfahren nach Meidingers System\*) ganz oder theilweis zur Anwendung bringen, gehört auch der Apparat von Frigar und Schjss in Hannover\*\*).

Die Feuerung ist — wie bei den Oefen von Geiseler in Berlin — eine sogenannte Halbfüllfeuerung, und wird dieselbe auch bei Lokalheizungen zur Zeit vielfach in Anwendung gebracht. Zur Bedienung sind drei Thüren vorhanden, die Heizthür, eine Schlackenthür, eine Aschenthür.

\*) Die Kohlen werden dabei — wie früher erwähnt — in einen lothrechten Schacht eingeschüttet und von oben angezündet; dabei gelangt das Feuer allmählig im untern Theil des Schachtes an, über sich verkokte Kohle zurücklassend und diese gelangt zur Verbrennung, weil die Hohlräume zwischen den einzelnen Stücken den Rauchgasen genügende Oeffnung zum Entweichen bieten. Eine richtige Wahl der Brennstoffstücke ist hierbei erforderlich (Nußgröße). Vergl. auch S. 38 I.

\*\*) Abgebildet und besprochen in Dinglers Polytechn. Journal Jahrg. 1877. Taf. II. Fig. 19—21.

IV. Um die Unzuträglichkeiten des Backens der Kohlen zu vermeiden, hat Mührlin in Stuttgart eine eigenthümliche Anordnung construirt, welche aus Fig. 173 und 174 ersichtlich ist. Außer einem verschieblichen horizontalen Rost und einem Hängeroft verwendet derselbe einen trommelförmigen Rost. Zwischen diesem und dem Feuerkasten bleibt ein Lustraum K, der mit dem Aschkasten in Verbindung steht und von ihm mit Luft versorgt wird. Die Luft strömt also über die Feuerstelle, nachdem sie vorher in geeigneten Kanälen vorgewärmt worden ist. Der Apparat ist eingehend besprochen im folgenden Paragraphen.

V. Für Braunkohlenfeuerung ist endlich der Ofen von Kelling in Dresden zweckmäßig hergerichtet. Die Braunkohle liefert viel Asche, es ist daher eine Verstopfung der Rostspalten möglich. Kelling hat nun einen liegenden Rost und einen geneigten (Treppenrost) angeordnet. Der letztere, vgl. Taf. 36, ist zum Zweck der Aschenentleerung in einem drehbaren Rahmen beweglich, während die Stäbe des horizontalen Rostes lose in einem gußeisernen Rahmen liegen und mittelst eines Rechens gereinigt werden können.

Hiernach spielt die Anordnung des Brennraumes eine wesentliche Rolle bei den neuesten Luftheizapparaten; aber sie ist keineswegs das einzige Kriterium ihrer Leistungsfähigkeit oder Brauchbarkeit, vielmehr kommt auch das Material und die Form der Heizflächen und deren Lage zu den bewegten Luftschichten in Betracht. Endlich stellen wir die Forderung der Rauchsicherheit, der leichten Entrückung (ohne die Kammer zu betreten) und der zweckmäßigen Form der Flächen des Apparates zur Vermeidung von Staubablagerungen. Wie diese integrierenden Aufgaben an den neuesten Apparaten gelöst sind, wird sich bei deren speciellerer Vorführung im folgenden Paragraphen leicht übersehen lassen.

## §. 56.

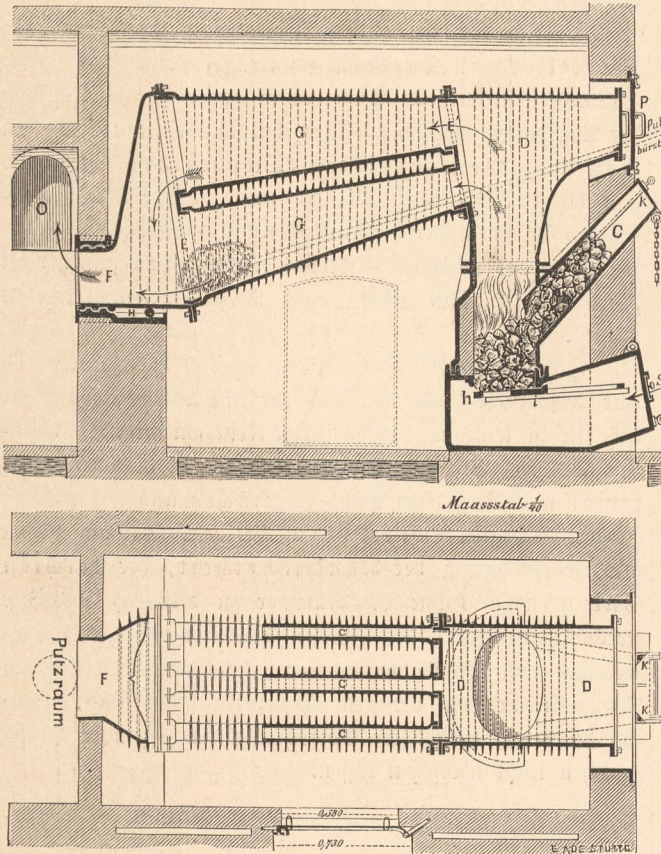
### Die modernen Centralapparate für Luftheizung.

Der Zweck dieses Lehrbuches gebietet uns, aus der Fülle des Stoffes nur die bewährtesten neuen Constructionen von Caloriferen in Zeichnung hier vorzuführen. Einen wünschenswerthen Anhalt bietet dem Verfasser die vergleichende Uebersicht der Centralapparate, welche auf der Specialausstellung von Heizungs- und Ventilationsanlagen zu Cassel im Jahre 1877 vertreten waren; sie repräsentirten die bekanntesten Firmen dieser Branche, obwohl einige ältere Fabrikanten als Aussteller fehlten\*).

\*) So Boyer und Consorten zu Ludwigshafen; Heckmann und Co. in Mainz u. A.

I. Central-Schachtofen des Eisenwerks Kaiserslautern, auch Eulers Central-Schachtofen (Reichspatent Nr. 922 vom 2. Juli 1877) ist in den Figuren 164 und 165 dargestellt. Dieser Central-Luftheizungsapparat ist ein Fülllofen, welcher die im §. 55 unter I. erwähnte Einrichtung zeigt und sich für größere Luftheizanlagen eignet. Zur Aufnahme des Brennstoffvorrathes dient der Schacht C; er mündet in solchem Abstände von

Fig. 164 und 165.



der Kofplatte hi, daß die Brennstoffschicht durch das Nachrutschen in ziemlich constanter Höhe erhalten wird. Der Luftzutritt findet theils durch die Schlitze der Kofplatte hi, theils durch die schlitzenähnliche Oeffnung bei h statt, endlich dienen zu diesem Zweck zwei dreieckige Kanäle k k, welche in den Ecken des geeigneten Schachtes angebracht sind.

Da die Kohle über h weniger hoch geschichtet ist, als über i, so ist an dieser Stelle der Luftzutritt erleichtert und die Verbrennungsgase können die Brennstoffschicht leichter durchströmen; die bei ihrer Verbrennung entwickelte Wärme wirkt aber auflösend auf den über i lagernden Brennstoff und führt dessen Verkokung herbei. Die Destillationsgase endlich werden von der durch die Kanäle k k eingeführten

— auf ihrem Wege erhitzten — frischen Luft getroffen und ebenfalls verbrannt. Ist das über h lagernde Brennmaterial verbraucht, so rutscht anderes, jedenfalls aber verkoktes, an dessen Stelle, d. h. über h befindet sich immer Kofe, wodurch nach dem früher Gesagten die Verbrennung begünstigt und die Rauchentwicklung auf ein bescheidenes Maass herabgedrückt wird. Die Verbrennung ist daher eine ziemlich vollständige und nach angestellten Messungen wird das nutzbare Ergebnis des Apparates auf 0,60—0,64, d. h. auf 64 % des theoretischen Heizeffekts angegeben\*). Die mittlere Temperatur im Schornstein wird nur zwischen 30° und 50° C. angegeben.

Die Bedienung des Apparates ist sehr einfach. Um Schlacken und Asche zu entfernen, rüttelt man am Kofst und schiebt ihn soweit zurück, daß die Schlacke durchfallen kann; nur bei starker Ansammlung zieht man ihn ganz nach vorn. Beim Anzünden des Feuers stellt man den Schlitzenhieber S ganz offen und nach Einbringung des Brennstoffs nach Bedarf, d. h. im Sinne der gewünschten schnelleren oder langsameren Verbrennung. Die Thür des Aschenraumes bleibt übrigens geschlossen; ebenso die des Füllhalses. Die Luftkanäle k sind stets offen zu halten\*\*). Vortheilhaft ist es, des Abends nachzufüllen, das Feuer über Nacht brennen zu lassen und früh den Kofst von Schlacken zu reinigen.

Bei der Aufstellung des Apparates ist darauf zu achten daß der Hals D sich frei um einige Millimeter nach oben und seitlich strecken kann. In Bezug auf die Ausdehnung sind an demselben drei Theile zu unterscheiden: der Feuerschacht D mit Hals, die Heizröhren G, G und der Rauchsammler F. Der Feuerschacht besteht der Höhe nach aus zwei Theilen, welche mit Flanschen verbunden sind. Um

\*) In solchem Apparat wurden mit 16 kg Kohlen 72000 Wärme-Einheiten nutzbar gemacht. Theoretisch würden diese liefern  $7000 \times 16 = 112000$  Wärme-Einheiten.

Dies nutzbare Ergebnis war daher  $\frac{72000}{112000} = 0,64$  der theoretischen Leistung. Hiergegen wird, nach der Zeitschrift für Biologie XIII. Band, der höchste Nutzeffekt der Central-Luftheizungen nur zu 41 %, der der Mantelöfen sogar nur zu 34 % angegeben.

\*\*\*) Die Analyse der Rauchgase ergab, daß bei geöffneten Kanälen die Verbrennung eine fast vollständige war, indem nur Spuren von Kohlenoxydgas im Rauche sich zeigten; man fand nämlich im Mittel:

Kohlenäure . . . . .	3,570.
Kohlenoxyd . . . . .	0,033.
Sauerstoff . . . . .	13,400.
Hierzu Stickstoff . . . . .	53,000.
	<hr/>
	70,603.

Der Rest besteht aus Stickstoff der verbrannten Luft und aus Wasserdampf . . . . . 29,397.  


---

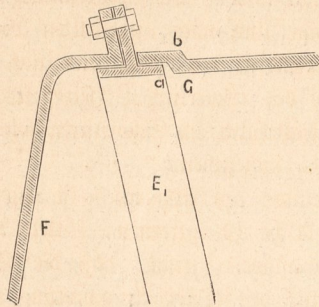
100,000.

Die Temperatur im Schornstein stieg bei offenen Kanälen um 10—11° C, ein Beweis für ihren Werth.



die verschiedene Ausdehnung der Heizrohre zu gestatten, sind an D und F Zwischenstücke E, E' angeschraubt, welche mit ihren Krämpfen in die Muffen der Rohre G G eingreifen (Fig. 166). Der Hals F ruht auf einer Rolle, welche

Fig. 166.



sich auf der Eisenplatte H frei bewegt: es ist daher dem Rohrsystem mit Rauchsammler freie Ausdehnung gestattet. Hierbei schiebt sich der Hals des Rauchsammlers in einem eisernen Futterrahmen, welcher in der entsprechenden Oeffnung der hinteren Abschlußwand eingesetzt ist. Der Reinigungskopf des Halses D bewegt sich frei in der mit Rahmen und Deckel versehenen Maueröffnung.

Um das Erglühn der Eisenflächen des Brennraumes zu vermeiden, ist die Decke desselben möglichst hoch gelegt und die Transmissionsflächen des Schachtes sind nach oben erweitert, um die Wärme schnell übertragen zu können. Da der untere Theil des Brennraumes mit Chamotte ausgefüllt ist, wird ein Erglühn auch hier nicht zu besorgen sein; viel eher an der glatten Fortsetzung oberhalb der Chamottplatte, weil hier die betreffende Wand durch ihre Lage unterhalb der Heizröhren G G etwas behindert ist, die Wärme schnell zu übertragen. Die Reinigung der Röhren von Ruß ist ohne künstliche Mittel nach Fortnahme der Deckel P zu besorgen, wobei mittelst eines in F placirten Lichtes alle Flächen auf Reinheit geprüft werden können. Der mit der Puhbürste hinabgestoßene Ruß fällt in den Puhraum hinab und wird vom Schornsteinfeger entfernt.

Zm Uebrigen ist Lage und Form der Flächen günstig für die Transmission, denn die Bewegung der Rauchgase erfolgt nach unten, diejenige der Luft geht unbehindert nach oben von Statten. Um Staubablagerungen zu verhindern, sind die horizontalen Flächen im Verhältniß klein gewählt, die übrigen sind vertikal und lassen sich bequem reinigen und die Untersichten kommen dabei nicht in Betracht.

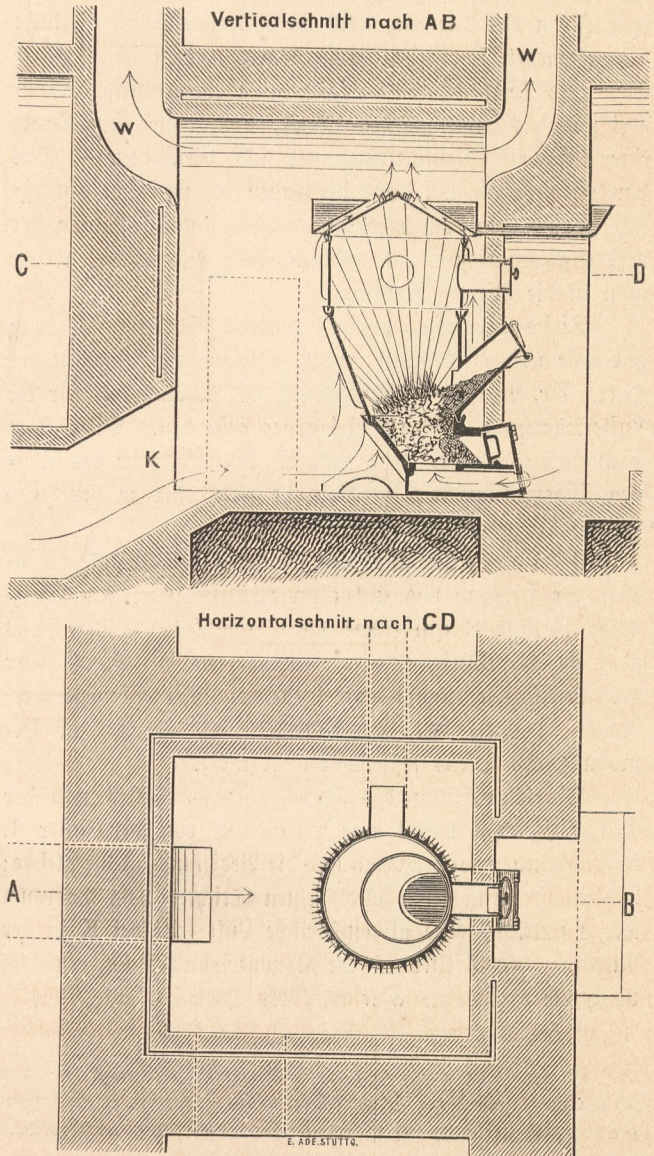
Resumé. Der Central-Schachtofen von Kaiserslautern erfüllt daher in Bezug auf bequeme Bedienung, Entzündung und Reinigung, sowie möglichste Rauchsicherheit und angemessenen Nuzseffekt alle billigen Anforderungen, und wird

nur von wenigen Apparaten ein gleich günstiges Verhältniß nachzuweisen sein.

II. Der Strahlenraum-Ofen von Prof. Dr. Wolpert zu Kaiserslautern. Der Erfinder hat auf diesen Ofen ein Reichspatent (Deutsches Reichspatent Nr. 2242 vom 1. März 1878) erworben und die Ausführung desselben dem Eisenwerk Kaiserslautern übertragen.

Der Strahlenraum-Ofen hat nur direkte Heizflächen (keine Röhren), diese werden jedoch sehr vortheilhaft ausgenutzt, wie aus den beistehenden Figuren 167 und 168 her-

Fig. 167. und 168.



vorgeht. Die am Ofen vertikal aufsteigenden Luftströme werden nämlich gezwungen, den Weg längs der konischen Flächen hin zu nehmen, diesen ihre Wärme möglichst vollständig zu entziehen, an den cylindrischen Flächen weiter

zu strömen, und durch das überstehende Wassergefäß aufzufangen, über den heißen Ofendeckel hinzugleiten.

Da indirekte Heizflächen fehlen, so nimmt der Erfinder an, daß das Rauchrohr mit Vortheil zur Erwärmung eines Ventilations-Schachtes für Zimmerluft benützt werden könne. In diesem Falle sind die Verbrennungsprodukte in ein gußeisernes Schornsteinrohr einzuleiten, welches ähnlich der Wärmekammer der Ventilationskamine in dem Schachte saugende Wirkung hervorruft\*).

Der Ofen ist mit starken Rippen versehen, zwischen welchen noch Strahlbleche angebracht werden. Da nun die Wandungen stark gegossen sind, auch die nach oben erweiterte Form des Brennschachtes die Wärme abgebende Fläche sehr vermehrt, so werden große Wärmemengen schnell abgeführt, die Temperaturen im Feuerraum entsprechend vermindert und das Erglühen des Ofens, auch ohne Anwendung einer Chamotte-Ausfütterung, möglichst vermieden. — Das Austreten von Rauch durch die Fugen ist, wo nicht unmöglich gemacht, so doch erheblich erschwert durch Dichtung der drei Horizontalfugen mit Schlackenwolle und Sand, welche man in die Rippen einbringt.

Dieses Ofensystem eignet sich hauptsächlich für Feuerung mit Koks und wird dabei nach Messungen und Angaben des Herrn Dr. Wolpert durchschnittlich 68 % Nutzeffekt für die Lufsterwärmung in der Heizkammer gefunden. Diese Zahl wird noch vermehrt, wenn man die Wärmeabgabe des eisernen Schornsteinrohres in Betracht zieht oder in der Heizkammer längere Rauchröhren anwendet.

Unter normalen Verhältnissen dient der Strahlenraumofen zur Heizung von 400 cbm Zimmerraum; seine Heizfläche beträgt 8 qm (ohne die Strahlbleche). Der Preis stellt sich pro Quadratmeter Heizfläche auf 50 Mark, oder pro Kubikmeter Raum auf 1 Mark. Der Brennstoffverbrauch ist durch den Patentinhaber nach zweijähriger Erprobung des Ofens festgestellt worden\*\*).

Die Einrichtung des Kofes, des Füllhalses und der Reinigungsdeckel weicht nur unerheblich von der unter I. beschriebenen Anordnung ab und die Bedienung ist die gleiche; das Wassergefäß wird durch einen Trichter vom Vorraum aus gefüllt. — Die atmosphärische Luft tritt bei K in der Richtung des Pfeiles in die Kammer und steigt erwärmt durch die Heizkanäle w w nach den Zimmern auf.

\*) Im Erweiterungsbau des Stadtgerichts zu Berlin wird das 20 cm weite gußeiserne Schornsteinrohr des Calorifere in einer (vergitterten) Mauernische aufgeführt, die zur Erwärmung der Corridore beiträgt.

\*\*) Nach gefälliger Mittheilung des Herrn Prof. Wolpert werden zur Erwärmung seiner Privatwohnung von 7 Zimmern (mit circa 500 cbm Inhalt), von denen fünf beständig ventilirt und alle fast ununterbrochen warm sind, im Durchschnitt täglich 33 kg Gas-koke mittlerer Qualität verwendet.

III. Luftheizofen von Weibel, Briquet u. Co. in Genf. Derselbe wird durch die Figuren 169—172 in Grundriß, Längenschnitt, Querschnitt und Vorderansicht dargestellt. Die Transmissionsflächen des Apparates bestehen aus 6 Stücken, nämlich: einer rechteckigen Bodenplatte i aus einem Stück gegossen, mit umherlaufender Rinne zur Aufnahme der senkrechten Platten; vier gefalteten und gerippten, senkrecht im Falz der Bodenplatte stehenden Platten b, b, welche an den Ecken durch Schrauben zusammengehalten werden und in den Verbindungsflächen gut gerichtet, gehobelt und mit Kitt gedichtet sind. Am oberen Ende tragen die Platten wiederum eine Sandrinne zur Aufnahme des Deckels h, welcher aus einem Stück besteht und ebenfalls gerippt hergestellt ist.

Der massive, von den eisernen Kastenwandungen umschlossene Feuerraum e wird nicht als Heizfläche benützt, hat nicht die Bestimmung Wärme an die Luft abzugeben, sondern dieselbe den abgekühlten Gasen im untern Theil des Feuerraumes zuzuleiten. Ueber die Kofanordnung dieses Ofens wurde bereits im vorhergehenden Paragraphen gesprochen. Dieser Kof liegt tief, um eine hohe Brennstoffschicht anwenden zu können, gleichzeitig soll dadurch der gerippte Deckel vor der heftigen Wirkung der Hitze des Feuerraumes, nämlich der strahlenden Wärme der glühenden Kohlen und der leitenden Wärme der Gase, geschützt werden. Um sein Erglühen zu verhindern, muß für eine schnelle Wärmeabgabe gesorgt sein. Die stark gerippten Wandungen, welche die Heizfläche bedeutend vergrößern, sind allerdings ein geeignetes Mittel zu diesem Zweck. Nachdem die Feuergase sich abwärts über die massiven Wände des Feuerraumes bewegt haben, ziehen sie durch zwei Rohre l, l am Boden der Kammer ab, steigen von hier aus vertikal auf nach dem Sammelrohr m und münden mittelst des Rauchrohrs y in den Schornstein.

Die Zuführung der atmosphärischen Luft in die Kammer erfolgt durch den Kanal a unterhalb der Bodenplatte i, so daß reine Gegenstromheizung stattfindet; die Lage der Transmissionsflächen ist für die aufsteigende Bewegung des Luftstroms eine sehr günstige, mit Ausnahme der unvortheilhaft gewählten Bodenplatte. Ueber der Deckplatte sind symmetrisch zwei Wasser-Verdampfungs-Pfannen v, v angebracht. Der Abzug der erwärmten Luft erfolgt durch die Austrittsöffnung x im Mittel der Deckplatte, welche letztere für hiesige Verhältnisse durch ein doppeltes Gewölbe zu ersetzen wäre; auch ist der Abstand der Kammerwände nicht ausreichend zur Revision des Apparates.

Dimensionen. Der vorgeführte Apparat führt die Fabriknummer 6, seine Koffläche hält 0,16 qm, die Heizfläche 20 qm. Der Preis stellt sich auf 2000 Francs.

Das Ausrußen der inneren Flächen des Apparates erfolgt durch die Rußkapseln s s (in der Vorderansicht)

Fig. 171.  
Querschnitt.

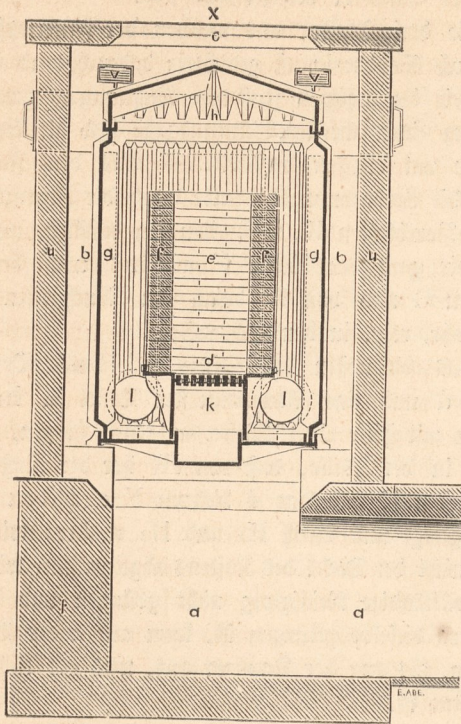


Fig. 170.  
Längenschnitt.

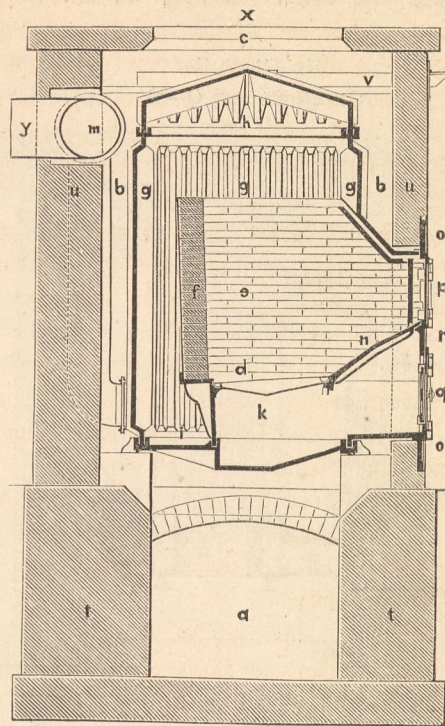
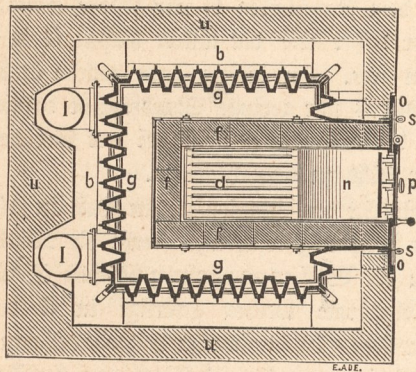
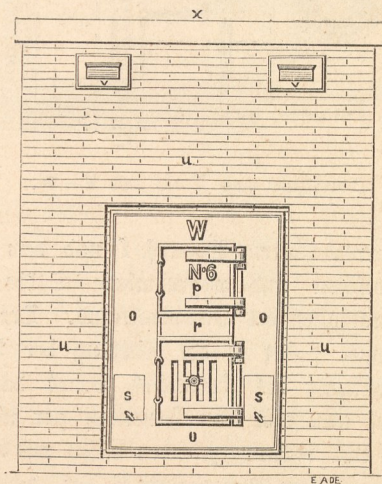


Fig. 169.  
Horizontaler Durchschnitt.



Die äußere Reinigung der senkrechten Seitenwänden des Apparates bietet keine Schwierigkeiten dar, dagegen ist die gefaltete Deckplatte für Staubablagerung in hohem Grade

Fig. 172.  
Vorderansicht.

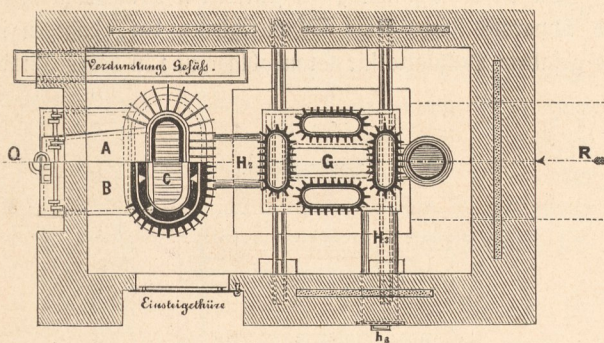
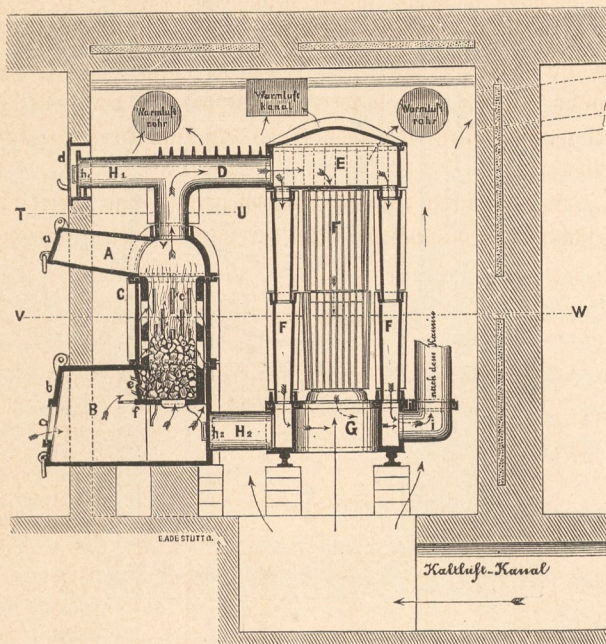


seitlich der Aschkastenthür. An den senkrechten Rippenflächen haftet Ruß und Flugasche schwerer; sofern es aber bei fetten Kohlen doch vorkommt, kann ein schlanker Schornsteinfeger durch die groß angelegten Thüren in das Innere schlüpfen und die inneren Flächen vollkommen mit dem Besen putzen. Es werden alsdann die Roststäbe, die Rostträgerplatte und die bewegliche Traverser r herausgenommen. Schwierig bleibt es, zu den Röhren l, l zu kommen; es wäre nöthig, diese in andrer Art anzubringen, welche ihre Ausrußung besser ermöglicht.

geeignet und hier wird öftere Controle nöthig sein, weil jede Erwärmung Zersetzung der Staubtheile befördert, also Gase erzeugt, welche die Luft verunreinigen.

IV. Central-Heizungsöfen mit Korbrostfeuerung von Möhrlin in Stuttgart. Fig. 173 und 174. Der Apparat besteht aus einem Feuertopf C, mit Füllschacht

Fig. 173 und 174.  
Querschnitt nach Q—R.



Querschnitt nach T—U und V—W.

A, dem herausziehbaren Planrost f und dem Korbrost c. Zwei drehbare und wegnehmbare Stäbe e verhindern das Herabfallen des Brennmaterials. Der Luftzutritt zum Brennraum findet in der Richtung der Pfeile statt. Durch Einschaltung des Korbrostes kommt das glühende Brennmaterial nun mit dem Feuertopf gar nicht in Berührung; es tritt vielmehr zwischen diesen und den Korbrost stets frische Luft vom Aschenraume B her, welche erwärmt den Destillationsgasen in der obern Brennstoffschicht zugeführt wird und deren vollständige Verbrennung bewirkt. Gleichzeitig wird der Feuertopf durch die abkühlende Wirkung des eintretenden Luftstroms auch ohne Ausfütterung vor dem

Erglühen geschützt. Der Zutritt der frischen Luft zum Aschenraum erfolgt durch Öffnungen in der Thür b, welche mittelst eines Schiebers verschließbar sind.

Die drei Theile, aus welchen der Feuertopf besteht, sind durch Sandverschluß gedichtet; dadurch wird ihrer Beweglichkeit im erhitzten Zustande Rechnung getragen. Zur Erzielung einer schnellen Wärmeabgabe sind die Wandungen desselben mit Rippen verstärkt. — Aus dem Feuerraum steigen die Verbrennungsprodukte durch die Bogenröhre D\*) in den Rauchkasten E, verbreiten sich daselbst, treten dann durch die gerippten Röhre F abwärts nach dem Sammelkasten G und von da durch den Rauchstutzen i in das Rauchrohr, resp. in den Schornstein.

Das Ausrücken des Ofens soll durch Öffnen der Klappe d und nach Abnehmen der Deckel h<sub>1</sub> h<sub>2</sub> und h<sub>3</sub> erfolgen mit Hilfe einer Bürste, an einem langen, spanischen Rohr, in der Weise, daß von H<sub>1</sub> her der Ruß aus dem Rauchkasten E und den 4 Röhren F nach dem Sammelkasten gefegt und durch H<sub>2</sub> und H<sub>3</sub> entfernt wird. Aber wenn nicht der Deckel des Kastens abgenommen wird, dürfte eine vollständige Reinigung nicht gelingen und das Nachsehen, ob dieselbe gelungen ist, kann auf andre Weise nicht erfolgen, als von der Kammer aus, was als Uebelstand zu betrachten ist.

Die Lage der Transmissionsflächen ist dagegen durchaus zweckmäßig angeordnet: der Rauch sinkt, seiner Abkühlung entsprechend, in den gerippten Röhren F abwärts, und die Luft macht den entgegengesetzten Weg. Sie kann aber unter dem Rauchkasten E nur schwer entweichen, und müßte dieser daher wie der untere Kasten G in der Mitte durchbrochen sein. In diesem Falle würde auch die Decke des Rauchkastens nur geringe Staubflächen darbieten. Die Reinigung der Staubflächen ist bei der Geräumigkeit der Heizkammer leicht zu bewerkstelligen.

Der Zutritt der atmosphärischen Luft in die Kammer ist aus der Zeichnung ersichtlich, ebenso die Mündungen der Heizkanäle; ein Wasserverdampfungs-Gefäß ist vorhanden.

Die Apparate werden gefertigt in 6 verschiedenen Größen für 300—1500 cbm zu heizenden Raum und stellt sich deren Preis auf etwa 1 Mark pro Cubikmeter Heizraum.

V. Central-Luftheizungsöfen von J. H. Reinhardt in Würzburg. Auf Tafel 31 in Figur 1—4 haben wir einen der beim Neubau des Directorial-Gebäudes des physikalischen Instituts zu Berlin verwendeten Apparate nach dem Reinhardt'schen System dar-

\*) An der stark verengten Haube des Feuerraumes stoßen die heißen Feuergase gegen die vortretenden Flanschen v, wobei eine vermehrte Wärmeabgabe stattfindet. Hier dürfte ein Erglühen der betreffenden Wandung trotz der Strahlrippen schwer zu verhindern sein.

gestellt und zwar gibt Fig. 1 einen Horizontalschnitt in Höhe von EF mit dem Arrangement der Einfuerung und des Kofes, Fig. 2 einen dergleichen in Höhe von CD; Fig. 3 den Querschnitt, Fig. 4 den Längenschnitt durch die Heizkammer. Es bezeichnet: a den aus 20 mm dicken Platten verschraubten Feuerkasten mit Chamotte-Ausfütterung und b den Feuerhut, stärker im Guß, mit Strahlungsrippen versehen. Die Verbrennungsprodukte werden unter der Decke des Hutes durch 4 gußeiserne gerippte Rohre e e von 250 mm Lichtweite abgeführt und bewegen sich von hier aus schlangenförmig zu jeder Seite des Feuerkastens in doppelten Zügen abwärts, um unterhalb der Schnittlinie EF in den gemeinsamen Rauchsammler einzumünden, von wo aus das Sammelrohr f sie vertikal aufwärts in den Schornstein führt. Die unteren horizontalen Heizrohre werden entweder auf Stützen von Eisen oder Stein, oder auf eiserne Träger, welche in der Richtung des Querschnitts G H eingemauert sind, fest verlegt. Ueber dem Apparat, gestützt auf die oberen Rohre, liegen zwei Wasserdampfer i, welche von außen her gefüllt werden. h ist die Inspectionsthür, welche jederzeit eine Besichtigung des Apparates gestattet; der Aschenfall c ist mit zweiflügliger Thür versehen. Bei B in Fig. 1 befindet sich der Raum für den Heizer, wie solches auch aus dem Grundriß des Kellergeschosses auf Taf. 32 hervorgeht; an der entgegengesetzten Seite bei A liegt ein Puzraum. Das Ausrußen der Rohre findet im vorliegenden Falle bei der größeren Heizkammer von den genannten Räumen her statt. Alle Reinigungskapseln sind mit Deckeln d verschlossen.

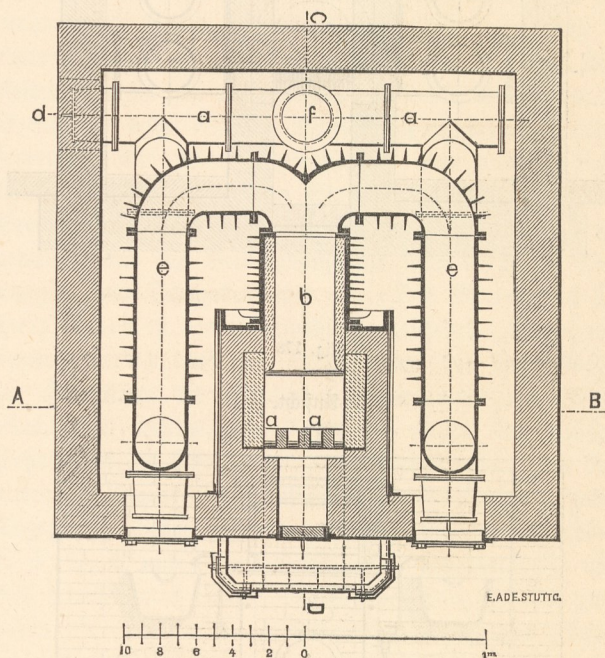
k ist die Austrittsöffnung des Kanals für frische, kalte Luft und w, w sind die Abzugsöffnungen für erwärmte Luft. Circulation der Zimmerluft nach der Kammer hinab findet nicht statt. Der Kanal k tritt, wie Taf. 32 zeigt, unterhalb der Souterrainmauern vom Hofraum her in das Gebäude, nachdem er sich vorher in zwei Nester spaltet, und versorgt beide Heizkammern. Durch eine Drehklappe mit Schlüssel kann der Luftzutritt geregelt oder auch ganz abgeschnitten werden, wenn die Heizung aufhört; ebenso ist das Rauchrohr mit einer Drehklappe versehen.

Die Lage der Heizflächen des Reinhardt'schen Ofens ist eine derartige, daß die Luft ungehindert aufwärts steigen kann, während die Rauchgase sich in horizontalen Zügen nach unten bewegen. Dadurch wird erreicht, daß die Luft bei ihrem Eintritt solche Röhren bestreicht, welche die relativ niedrigste Temperatur haben und im Aufsteigen erst diejenigen trifft, welche Gase von hoher Temperatur führen, so daß an jeder Stelle eine größtmögliche Wärmeabgabe stattfinden kann. In Folge der gerippten Rohre soll auch eine schnelle Transmiffion ermöglicht und das Erglühen der Röhren im oberen Theile der Feuerzüge, welche die heißesten Gase führen, nach Möglichkeit vermieden werden.

Dieser Gedanke hat den Fabrikanten bei der Konstruktion des gerippten Hutes geleitet. Trotz der bedeutenden Gußstärke, des beträchtlichen Abstandes vom Kofst und trotz der angebrachten Strahlungsrippen ist dieser Theil des Apparates indessen nicht immer im Stande gewesen, die strahlende Wärme des glühenden Brennstoffs und die leitende der Verbrennungsgase schnell genug abzuführen; in Folge ungleichmäßiger Spannungen ist dann der Hut bei starker Inanspruchnahme geborsten. Dies hat neuerdings Veranlassung gegeben, den vorderen Theil des Apparates in der Art umzugestalten, wie solches aus den Figuren 175—178 hervorgeht.

Der Planrost für Steinkohlenfeuerung und periodische Beschickung ist beibehalten. Auf der vordern Hälfte desselben

Fig. 175.  
Grundriß E—F.



soll sich stets Brennmaterial befinden, welches in der Verkokung begriffen ist; (an dieser Stelle hat der Feuerraum eine Höhe von 40—50 cm). Ist die Verkokung erfolgt, so wird es nach hinten geschoben, gleichförmig vertheilt und auf der vordern Hälfte werden frische Kohlen aufgelegt. Der Rauch, der sich anfangs bildet und die Destillationsgase streichen dann über die glühende Kofe auf der hintern Kofstfläche und werden vollständig verbrannt, wenn eine hinreichende Menge heißer, atmosphärischer Luft Zutritt. Dafür ist aber gesorgt durch vier Luftkanäle a a, aus welchen die vorgewärmte Luft im obern Theile in den massiven Brennschacht eintritt. Der Brennschacht behält bei 35 cm Tiefe volle Kofstbreite und führt die Feuergase in ein mit

zahlreichen Strahlungsrippen versehenes, gußeisernes Rohr b mit 5 cm starker Chamotte-Ausfütterung; von hier aus in

Der Schwerpunkt der neuen Konstruktion liegt daher in dem Feuerherde. Dieser ist aus gußeisernen, 20 mm dicken

Fig. 177.

Schnitt A B.

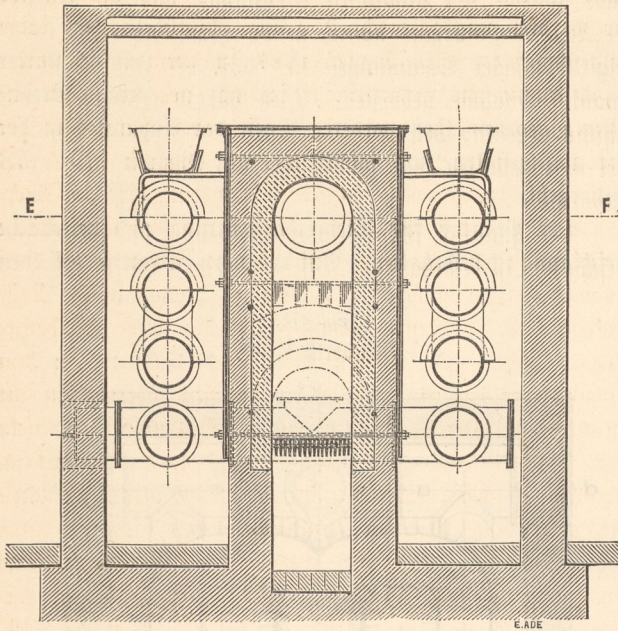


Fig. 176.

Schnitt C D.

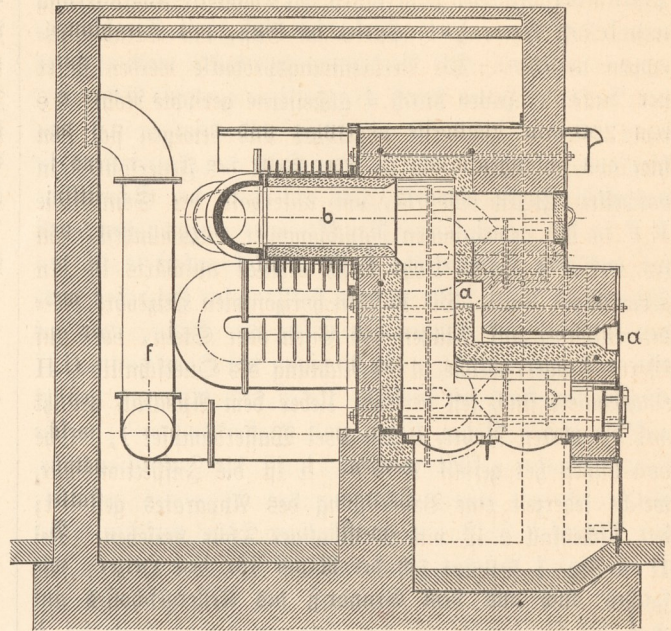
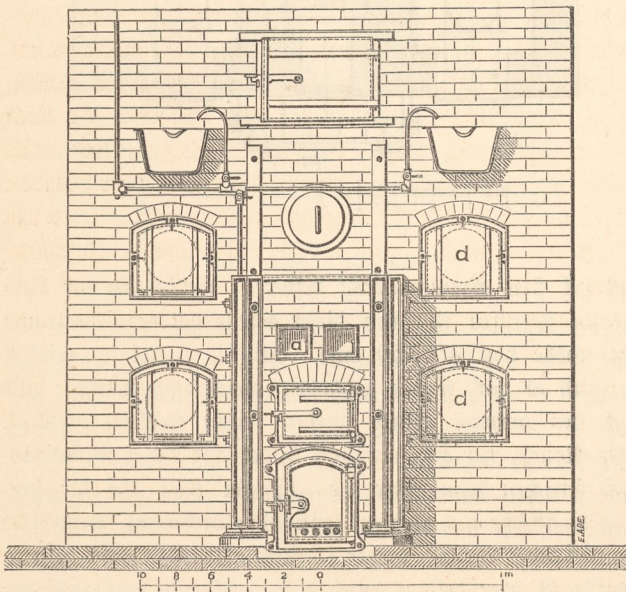


Fig. 178.

Ansicht.



Seiten- und Stirnplatten mit Verstärkungsflanschen verschraubt; außer  $\frac{1}{2}$  Stein starker Ausmauerung wird er nach innen noch  $\frac{1}{2}$  Stein stark mit Chamotte ausgefüttert. Hierdurch wird das Erglühen desselben vermieden, andrerseits ein mächtiges Wärmereservoir geschaffen; Stirn- und Seitenplatten sind seitlich und nach der Länge mit dem Mauerwerk verankert.

Die Heizrohre e, e sind 27 cm weit und nur an der oberen Seite gerippt, weil diese von den heißesten Gasen bestrichen wird, daher schnell die Wärme transmittieren sollen. Ihre Reinigung von Ruß erfolgt durch fünf Reinigungskapseln d mit Doppelverschluß; vier derselben sind in der Stirnmauer zu beiden Seiten der Heizthür sichtbar, eine fünfte Kapsel liegt in der Seitenmauer. Zur Ausrußung des Rohres b ist ein Deckel mit Chamottausfütterung vorhanden. In der Stirnwand des Ofens (Fig. 178) ist ferner ersichtlich: die Anordnung der Heizthür und der Aschenthür. Erstere ist mit innerem Strahlblech versehen; letztere mit Luftregister. Ueber der Heizthür liegen die Luftkanäle für Rauchverbrennung. Endlich sind die Wasserdampfer mit Zuleitungsrohr und Abschlußhahnen ersichtlich und über diesen in der Mitte die Thür zur Revision der Kammer und zur Reinigung des Apparates an seinen Außenflächen. Letztere wird sich im Wesentlichen auf die Entfernung der Staubablagerungen zwischen den Strah-

hergebrachter Weise durch zweifache Schlangenrohre nach dem Sammelrohr a und nach dem 30 cm weiten Schornsteinrohr.

lungsrippen der Heizrohre beziehen, denn die Decke des Feuerherdes ist leicht zu puhen\*).

Alle Verbindungen der Rohre erfolgen bei dem „System Reinhardt“ mittelst Flanschen, welche mechanisch bearbeitet sind. Diese Methode ist für horizontale Rohre nicht als mustergiltig von der Kritik bezeichnet worden (wegen der zu erwartenden höheren Erwärmung der oberen Rohrhälfte); indessen haben sich daraus resultirende Uebelstände in praxi noch nicht herausgestellt\*\*). — Die gesammte Heizfläche des Apparates (welcher die Fabrikmarke HB trägt), berechnet sich auf 38 Quadratmeter.

Angaben über den Nutzeffekt der Reinhardt'schen Apparate geben wir an anderer Stelle, bei Betrachtung der im Jahre 1876 ausgeführten Heizanlage im Direktorial-Wohngebäude des physikalischen Instituts zu Berlin, welche auf den Tafeln 32—34 in vier verschiedenen Grundrissen und einem Durchschnitte auf Taf. 35 dargestellt ist.

VI. Luftheizungs-Apparat von Emil Kelling in Dresden. Der auf Tafel 36 in Figur 1—4 dargestellte Luftheizungs-Ofen ist neuerdings beim Bau der Volksschule am Albani-Thore zu Göttingen zur Anwendung gekommen. Die Apparate nach diesem System werden in etwa 6 verschiedenen Formen konstruirt, um sie der jedesmaligen Form des Heizraumes anpassen zu können; letztere ist in der Regel durch die Vertikalität bedingt.

Der große Apparat besteht aus einem schmiedeeisernen Feuerraum A, schmiedeeisernen vertikalen Brennschacht B und horizontalen Vertheilungskanal C aus demselben Material. Die Kästen A, B und C werden mit Chamotte ausgefüllt. Die an den Vertheilungskästen C sich zunächst anschließenden oberen Heizrohre E sind inwendig mit angegossenen Spizen versehen, welche zur Aufnahme der rohrförmigen Chamotteauskleidung dienen. Nachdem die im Feuerraum entwickelten Rauchgase das Rohr E verlassen haben, gehen sie in den gußeisernen Röhren F, C, H, I hin und her und münden direkt in den schmiedeeisernen Rauchsammler D ein. Die Verbindung der Röhren unter sich, sowie mit dem Vertheilungskasten C und Rauchsammler D geschieht durch mit Sand gefüllte Doppelfalze. Da die vertikalen Rohrstutzen und die Doppelfalze an jedes Rohr angegossen sind, so ist die Anzahl der Fugen auf das geringste Maß beschränkt\*\*\*). Auf den obersten Röhren befinden sich Wasserpfannen, welche das nöthige Wasser verdampfen. — Die

Heizfläche des Apparates enthält 30 qm. Die totale Koffläche für Braunkohlenfeuerung 0,38 qm, die freie 0,2 qm.

Einrichtung des Brennraumes. Der geeignete Kof b besteht aus mehreren Flachstäben, denen eine Zahl rippenartiger Stäbe angegossen sind, so daß dadurch ein Treppenrost gebildet wird. Die Flachstäbe stützen sich oberhalb auf einen festen Rundeisenstab, (welchen ein lagerähnlich geformter Anguß der Stäbe umfaßt) und unterhalb auf einen mit der Achse O drehbaren Rahmen. Sobald O hin und her gedreht wird, schwingen die einzelnen Theile des Kofes, machen also eine schüttelnde Bewegung, die das Nachrutschen der Kohle veranlaßt. Die Stäbe des horizontalen Kofes p liegen lose neben einander in einem gußeisernen Rahmen. Zwei gußeiserne Rechen ee greifen in die Kofspalten, diese reinigend, sobald die Stange hin- und hergeschoben wird. Die Rechen finden ihre Führung in dem Rahmen des Kofes. Solche Rechen sind nothwendig bei einem Brennmaterial, welches, wie die Braunkohle, viel Asche liefert, und sie sind auch möglich, weil die Temperatur im Brennraum dabei erheblich niedriger ist als bei Steinkohlenfeuerung. Die Thür ist zweiflügelig, man kann sie daher öffnen, ohne den Bügel der Stange zu entfernen. — Das Brennmaterial wird durch die Oeffnung der Klappe k eingeworfen und die Verbrennungsluft tritt durch die Oeffnungen einer Schraubenklappe ein. Des Materials der Heizflächen ist bereits Erwähnung geschehen. Hierzu mag bemerkt werden, daß die Verwendung von Schmiedeeisen zur Herstellung des eigentlichen Brennraumes mit Brennschacht und Vertheilungs-Canal — wegen der größern Dehnbarkeit des Eisenblechs — ein Verschrauben und Vernieten der Fugenränder (Flanschen) ohne Bedenken gestattet. Dagegen ist Sorge getragen, daß die gußeisernen Röhren E, F, G, H und I freie Beweglichkeit behalten. Es wird dies erreicht durch kurze, angegossene Stutzen, und zwar haben die nach unten gerichteten Stutzen i glatte Ränder, die nach oben gerichteten angegossene Rinnen, in welche die glatten Ränder eingreifen. Der verbleibende Zwischenraum ist mit Sand gefüllt. Die Heizröhren sind am vorderen Ende eingemauert, die hinteren Enden derselben ruhen auf eingemauerten eisernen Trägern.

Um das Erglühen der Ofentheile zu verhindern, sind nicht allein der Feuerraum und der Brennschacht, sondern auch der horizontale Vertheilungskanal nebst den Röhren EE mit Chamotte ausgefüllt. Strahlungsrippen werden bei den Röhren E, F, G und H nicht verwendet, was deren äußere Reinigung jedenfalls sehr erleichtert und den Nutzeffekt nicht wesentlich verringert\*).

\*) Wegen des starken, nach oben gerichteten Luftstromes ist die Staubablagerung in der Kammer nur eine mäßige.

\*\*) Die Apparate von Kniebandel und Wegner verwenden an dieser Stelle Verbindungs-Muffen mit übergeschobenen und durch Lehm gedichteten Rohrschellen.

\*\*\*) Die zu den Apparaten verwendeten Heizröhren werden in Längen von 1,5—3 m gegossen.

\*) Dem Anbringen von Strahlungsrippen bei Transmissionsröhren wird in der Regel eine zu hohe Bedeutung beigelegt. Prof.

Die Bewegung des Rauches in den Röhren erfolgt im Sinne der Gegenstromheizung, d. h. nach unten, diejenige der Luft ungehindert nach oben. Dies Arrangement ist immerhin günstig zu nennen, weil hierbei eine Steigerung der Lufttemperatur in der Kammer möglich ist, sofern bei ihrem Aufsteigen Röhren von zunehmender Temperatur angetroffen und umspült werden. Trotzdem bleiben — wie schon oben bemerkt wurde — die liegenden Rohre in der Wirkung hinter den vertikalen zurück, weil sie nur theilweis von dem aufsteigenden Luftströme bespült werden können. Die Reinigung derjenigen Flächen des Apparates, auf welchen Staubablagerungen möglich sind, kann jederzeit und ohne alle Schwierigkeit in der Kammer bewirkt werden.

Das Ausrüsten des Vertheilungskanales, der Röhren E, F, G, H und I, sowie des Rauchsammlers D geschieht nach Fortnahme der betreffenden Reinigungsdeckel; schwieriger ist den kurzen Stuken beizukommen, welche sich rechtwinklig zu jenen und vertikal abzweigen, aus diesem Grunde freilich auch weniger zu Rußablagerung Veranlassung geben. Eine Prüfung der Rohre in Bezug auf Reinheit ist mit Hilfe eines Lichtes, das an einen Stock gebunden wird, möglich.

Den Heizapparat umschließt nun die Heizkammer, welche durch eine dichtschließende eiserne Thür betreten werden kann. Soweit das Mauerwerk der Kammer nicht bereits durch die Kellerwände gegeben wurde, ist dasselbe (an der Stirnseite  $\frac{1}{2}$  Stein stark) in Backstein „gefügt“ hergestellt und die Kammer mit doppeltem Gewölbe abgedeckt. Der Druck der Gewölbeträger auf die der Stirnseite eingefügten Apparaththeile wird durch einen Entlastungsträger aufgenommen. Die Höhe der Kammer beträgt im Minimum 2,2 m. Zur Einführung kalter atmosphärischer Luft in die Kammer dient der gewölbte Kanal K mit ein Stein starker Wandung. Seine Ausmündung erfolgt zu beiden Seiten des Heizapparates durch quadratische Oeffnungen (von 66 cm Seite). Die reine Luft steigt sofort in der Richtung der Pfeile aufwärts, erwärmt sich an den Ofen- und Röhrenwandungen und entweicht durch mit Klappen versehene Oeffnungen W W in die Kanäle M M. Die Klappen können angezogen werden, um nach Erforderniß auch die kältere Luft vom Fußboden der Kammer in die Kanäle M eintreten zu lassen und dadurch Mischung der kalten und erhitzten Luft zu

Fischer in Hannover hat darüber Versuche angestellt, wobei sich ergab, daß die Wärmeabgabe eines gerippten vertikalen Rohres von 10,0 cm äußerem Durchmesser mit 8 Stück 4,5 cm breiten, radial gerichteten, an der Wurzel 2 cm dicken Strahlungsrippen sich verhielt zu derjenigen des glatten Rohres = 25,8 : 16,3. Dies Verhältniß wird noch ungünstiger, wenn die Rippen, wie bei horizontalen Röhren, parallel gerichtet sind, so daß sich die Flächen gegenseitig bestrahlen. Prof. Wolpert wendet daher bei seinem Strahlenraum-Ofen sogenannte Strahlbleche an, welche zwischen den Rippen eingehängt werden.

bewirken; man nennt sie daher Mischklappen und die Kanäle M Mischkanäle. Dagegen führen die Kanäle Z, Z kalte Zimmerluft in den atmosphärischen Kanal K zurück und heißen Circulationskanäle. Circulation der Zimmerluft nach der Kammer ist nach §. 52 A nur beim „Anheizen“ zulässig.

Zwischen den Kanälen M und Z liegt das befahrbare Schornsteinrohr; es kann jedoch auch, wenn lokale Verhältnisse solches bedingen, an anderer Stelle Platz finden. Die vollständige Anlage einer Central-Luftheizung mit Ventilation nach dem System Kelling ist auf den Tafeln 37—39 im Zusammenhang dargestellt und in §. 57 ausführlich beschrieben.

Ann. Zu den Apparaten mit horizontaler Rohrführung gehören auch die Defen von Kniebandel und Wegner in Berlin, welche das ältere Müller'sche System mit oblongem, ausgefüttertem Heizkasten und in horizontalen Röhren aufwärts geführter Flamme (Parallelstromheizung) weiter cultiviren. Ueber ihre Muffenverbindung mit Rohrschellen ist a. a. Stelle berichtet worden.

Wir können die Beschreibung moderner Heizapparate nicht beschließen, ohne vorher einen Blick auf die allgemeine örtliche Anlage und Construction der Heizkammer zu werfen.

Der Platz, welcher der Heizkammer im Souterrain des zu beheizenden Gebäudes anzuweisen sei, ist zu sehr durch örtliche Verhältnisse bedingt, als daß allgemeine Regeln für dessen Wahl sich aufstellen ließen: jedenfalls soll seine Lage zu der Gruppe von Räumen, die er beheizt, eine möglichst centrale sein, denn dadurch werden Ungleichmäßigkeiten in den Leitungen vermieden. Anhaltspunkte dafür geben die Beispiele ausgeführter Anlagen auf Taf. 32 und 37.

Der Platz für die Heizkammer soll vollkommen trocken sein. Ist dies nicht der Fall, so muß man die Kammer durch Asphaltschichten und Cementlagen isoliren. Dadurch wird verhindert, daß die Erdfeuchtigkeit in den Mauern constant aufsteigt, das aufgesaugte Wasser von der warmen Luft aufgenommen und in Dunstform in die Zimmer getragen wird.

Die Kammer ist so groß anzulegen, daß Reinigung des Apparates und Ausführung von Reparaturen bequem geschehen können.

Die Wände stellt man gern doppelt, d. h. mit Isolirschichten her; das Mauerwerk wird aus Kalkmörtel mit vollen Fugen hergestellt und bleibt unverputzt.

Auch die Decke der Heizkammer wird durch ein doppeltes Gewölbe gebildet und der verbleibende Zwischenraum vortheilhaft mit Asche ausgefüllt.

Den Fußboden aus gebrannten Steinen doppelt herzustellen, ist ebenfalls realisirbar; zur Ausfüllung des Hohlraumes dienen Schlacken und Coaksasche.



Die Einsteigethür lege man möglichst tief und so klein als möglich an, um Wärmeverluste zu vermeiden; sie soll sehr dicht schließen, doppelt und (mindestens die innere) aus Eisen construirt sein.

## §. 57.

**Bestimmung des Nuzeffekts und der Heizfläche der Luftheiz-Apparate.**

Wie in jedem Zimmerofen, so wird auch in den Caloriferen ein Theil der aus dem Brennmateriale entwickelten Wärme nutzbar gemacht und transmittirt, ein anderer Theil entweicht mit den Rauchgasen in den Schornstein. Bringt man die im Schornstein verlorene Wärmemenge von derjenigen in Abzug, welche das Brennmateriale überhaupt entwickelt hat, so ist der Rest die nutzbar gemachte Wärme. Das einzige sichere Mittel zur Bestimmung des absoluten Nuzeffekts eines Heizapparates besteht nun darin:

- 1) das Volum der Luft zu bestimmen, welches denselben in einer gegebenen Zeit durchströmt, die Verbrennung unterhält und als Rauch in den Schornstein entweicht und
- 2) die Wärmemenge zu bestimmen, welche der Rauch enthält.

Die Experimente werden mittelst eines Anemometers, welches die Abzugsgeschwindigkeit der Luft im Rauchrohre anzeigt, angestellt. Es eignet sich dazu das noch zu besprechende Anemometer von Füß in Berlin. Die Temperatur der ein- und ausströmenden Luft wird durch ein gutes Thermometer gemessen.

Bezeichnet man nun

- mit V das Volum der Luft, welche in einer gegebenen Zeit den Schornstein durchströmt,  
 „ d deren Dichtigkeit, oder das Gewicht eines Kubikmeters Luft an der Stelle, wo das Volum bestimmt wurde,  
 „ T die Temperatur der Luft beim Entweichen aus dem Apparat in den Schornstein,  
 „ t die Temperatur der Luft beim Eintritt in den Herd, so ist die Wärme, welche die Luft aufgenommen und weggeführt hat, gegeben durch die Formel:

$$V \cdot d (T-t) 0,237 \text{ Calorien,}$$

worin 0,237 die Wärmecapacität der Luft bei constantem Drucke bezeichnet.

Zieht man diese verlorene Wärme von der durch das Brennmateriale entwickelten = C ab, so ist die Differenz

$$C - V d (T-t) 0,237$$

das Maximum des calorischen Nuzeffekts, und das Verhältniß

$$\frac{C - V d (T-t) 0,237}{C}$$

der totale calorische Nuzeffekt des betreffenden Heizapparates oder das totale Ergebnis.

Hiermit ist freilich der wahre Nuzeffekt praktisch noch nicht festgestellt; er ist es nur dann, wenn der Apparat — wie bei localer Luftheizung und bei Mantelöfen mit Luftcirculation geschieht — in dem zu erwärmenden Raum Aufstellung findet. Befindet er sich dagegen im Souterrain des Gebäudes, ist er gegen Abkühlung schlecht geschützt, und sind die Abzugskanäle für warme Luft schlecht angelegt, so kann ein namhafter Theil der producirten Wärme verloren gehen. Der Nuzeffekt ist auch im zweiten Falle durch Messung der in gegebener Zeit ausströmenden erwärmten Luft-Volumina (wenngleich nicht im ganzen Umfang) nachzuweisen. Hat man zu dem Ende  $\alpha$ ) die Luftmenge, welche durch die Leitungsröhren abströmt, mit dem Anemometer bestimmt,  $\beta$ ) die Temperatur-Differenz zwischen der erwärmten und der in die Heizkammer eintretenden Luft festgestellt, endlich  $\gamma$ ) die aus dem aufgewendeten Brennmateriale entwickelte Gesamtwärmemenge C berechnet, so erhält man den wirklichen Nuzeffekt in der Anzahl von Calorien, welche die erwärmte Luft absorhirt hat, und das Verhältniß zur Wärmemenge C kann das nutzbare Ergebnis genannt werden. Das nutzbare Ergebnis ist nie so groß als das im ersten Falle gefundene totale Ergebnis.

Die Luft hat nach ihrem Austritt aus der Heizkammer meistens noch mehr oder minder lange Röhren zu passiren, in welchen sie einen weiteren Theil ihrer Wärme verliert. Dasjenige Wärmequantum aber, welches sie in die betreffenden Räume wirklich überträgt, wird der relative Nuzeffekt des Apparates genannt.

Der relative Nuzeffekt, dividirt durch die entwickelte Wärme des Brennmateriales, heißt das End-ergebnis.

Bei Vergleichung von Luftheizapparaten nach ihren Resultaten werden also diese 3 Arten des Effekts, nämlich: das totale Ergebnis, das nutzbare Ergebnis und das End-Ergebnis wohl zu berücksichtigen sein.

Versuche über den Nuzeffekt von Caloriferen sind von Morin im Conservatoire des arts et métiers in Paris angestellt und deren Resultate veröffentlicht worden\*). Wir theilen zwei derselben im Auszuge mit.

I. Versuch. Die untersuchten Apparate heizen das große Amphitheater des Conservatoriums; sie haben ein System horizontaler Röhren mit aufwärts steigender Flamme und sind 1863 erneuert worden.

\*) Salubrité des habitations etc. par A. Morin.

Die erwärmte Luft steigt von der Kammer in einem einzigen vertikalen Kanal nach der über dem Amphitheater angebrachten Mischkammer auf. — Anemometrische Messungen und Temperatur-Beobachtungen waren daher in diesem Kanal leicht anzustellen. Zu der erwärmten Luft läßt man während der Sitzung durch angebrachte Register frische atmosphärische Luft in die Mischkammer eintreten und erzeugt so eine Luftmischung von + 20° C, welche durch mehrere große Deckenrosetten in den Saal hinab gelangt, während die verbrauchte Luft durch Öffnungen in dem terrassirten Podium abgeführt und in den Aspirationschacht gesaugt wird.

Der größere der beiden Apparate — welcher auch das günstigere Verhältniß zwischen Kofffläche und Heizfläche aufweist, hat folgende Abmessungen:

Heizfläche . . . . .	52,00 qm.
Kofffläche $\frac{1}{70}$ der Heizfläche . . . . .	0,74 qm.
Querschnitt des Rauchrohres . . . . .	0,031 qm.

Nach der von Morin veröffentlichten Versuchstabelle wurden entwickelt:

Aus dem Brennmaterial im Mittel	279200 Calorien,
Mit dem Rauche sind entwichen . . . . .	49700 "
Total vom Apparat erzeugt . . . . .	229500 "

$$1) \text{ daher das totale Ergebnis . . . } \frac{229500}{279200} = 0,83.$$

Die durch den Calorifere erzeugte nutzbare Wärme betrug im Mittel	176000 Calorien,
--	------------------

$$2) \text{ das nutzbare Ergebnis daher . . . } \frac{176000}{279000} = 0,63.$$

In die Mischkammer gelangten . . . . .	154299 Calorien.
--	------------------

Anm. Die Luft hatte also auf dem Wege zur Mischkammer (23 m Länge) 0,13 an Wärme verloren.

3) Demnach beträgt das reine Ergebnis 0,57.

Die mittlere Temperatur des Rauches betrug 254,8° Cels., wobei die Luft im Steigekanal 97° C hatte. Beide Werthe sind im Sinne der neuern Hygiene zu hoch und mag nur die Anlage der Mischkammer solch hohe Erhitzung einigermaßen rechtfertigen.

Auf je 1000 aus dem Brennmaterial entwickelte Calorien entfallen hiernach  $\frac{52,0}{279,2} = 0,192$  qm Heizfläche.

Betrachtet man dagegen das Verhältniß der Heizfläche zum kubischen Inhalt, so entfallen auf 1000 cbm Raum des Amphitheaters 20 qm Heizfläche bei einer Temperatur von 18—20° C im Saale auch an den kältesten Tagen und einer energischen Lufterneuerung.

Aus diesen Verhältnissen folgert Morin nach einer achtjährigen Erfahrung folgende Verhältnißzahlen für Calorifere mit horizontaler Rohrführung, wenn mit der Heizung eine reichliche Ventilation verbunden ist und Mischkanäle oder Mischkammern zur Verfügung stehen:

Es soll betragen für je 1000 cbm geheizten und ventilirten Raum:

Die totale Kofffläche . . . . .	0,28—0,30 qm.
Die totale Heizfläche . . . . .	20,0 qm.
Für nicht ventilirte Räume . . . . .	15,0 qm.
Die Geschwindigkeit der Luft in den Heizkanälen soll betragen . . . . .	1,8—2,0 m.

Anm. Treppenhäuser und größere Vestibule sind wegen des ungehinderten Luftzuzugs wie ventilirte Räume zu betrachten, wenn auch für die Ventilation nicht eigens gesorgt ist.

II. Versuch. Apparat von Chaußenot mit vertikalen Röhren Fig. 156 u. 157. Nach Morin's Tabelle betrug das totale Ergebnis 0,93 (der entwickelten Wärme). Das nutzbare Ergebnis, welches aus dem Volum und der Temperatur der aus der Mittelöffnung ausströmenden erwärmten Luft sich ergab, betrug 0,74. Bei diesem Apparat war die Temperatur der Heizgase = 219°, die Temperatur der warmen Luft 134°. Beide Werthe sind zu hoch; die Luft mußte über glühende Wandungen strömen und solche Luft ist ungesund.

Die Heizfläche des Apparates enthielt nur	4,57 qm,
daraus wurden stündlich erzeugt . . . . .	48362 Cal.,
1 qm Heizfläche lieferte daher stündlich	10768 Cal.

Anm. Bei neueren Apparaten pflegt man die Luft nur auf 40—50° und höchstens auf 60° zu erwärmen und rechnet — wie in den Anwendungen gezeigt wird — auf jeden Quadratmeter direkter Heizfläche im Mittel 2000 bis höchstens 3000 Calorien. Nur bei solcher Anordnung kann den im §. 53 aufgestellten Forderungen der modernen Gesundheitslehre genügt werden.

Heizfläche der Luft-Calorifere. Zur Bestimmung der Heizfläche von Apparaten mit gußeisernen Röhren und Gegenstromheizung, wie sie gegenwärtig meistens üblich sind, kann man folgende Regeln von Redtenbacher benützen. Es sei:

W die Wärmemenge, welche stündlich an die zu erwärmende Luft abgegeben werden soll,

T<sub>0</sub> die Temperatur der Verbrennungsgase unmittelbar über dem Koff,

T<sub>1</sub> die Temperatur, mit welcher die Verbrennungsgase den Heizapparat verlassen,

t<sub>0</sub> die Temperatur der reinen kalten Luft, welche in die Heizkammer eingeführt werden soll,

t<sub>1</sub> die Temperatur, bis zu welcher die Luft erwärmt werden soll,

L die Luftmenge in Kilogrammen, welche stündlich erwärmt wird,

K = 14 der Wärmedurchgangs-Coefficient für den Durchgang aus Luft durch eine Wand von Gußeisen in Luft,

F die Oberfläche der sämtlichen Röhrenwandungen, so hat man:

$$F = \frac{W \cdot \log. \text{ nat. } \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0}}{K \cdot T_0 - T_1 - (t_1 - t_0)}$$

$$L = \frac{W}{0,237 (t_1 - t_0)}$$

Nach Untersuchungen an gut construirten Apparaten darf man annehmen:

$$T_0 = 1000, T_1 = 200^\circ.$$

Für Maximalleistung ist zu setzen:

$$t_0 = -20^\circ, t_1 = +40 \text{ bis } 50^\circ.$$

Anm. Durch derartige theoretische Bestimmung wird aber die Heizfläche in der Regel zu klein, daher die Temperatur der Heizluft zu hoch. In der Praxis ist meistens der calorische Nutzeffekt des Apparates durch Versuche vorher bestimmt worden und danach die stündlich von dem Quadratmeter Heizfläche effektiv zu erwartende Menge von Calorien annähernd bekannt. Das nutzbare Ergebnis liegt bei gut construirten Apparaten auf 0,66 der aus dem Brennmaterial entwickelten Wärme. Ein Beispiel, wie aus der Luftmenge, welche stündlich vom Apparat zu erwärmen ist, die Heizfläche gefunden werden kann, unter der Voraussetzung, daß der Quadratmeter Heizfläche von Gußeisen stündlich 2000 Calorien abgibt, ist in §. 60 im Zusammenhang vorgeführt.

§. 58.

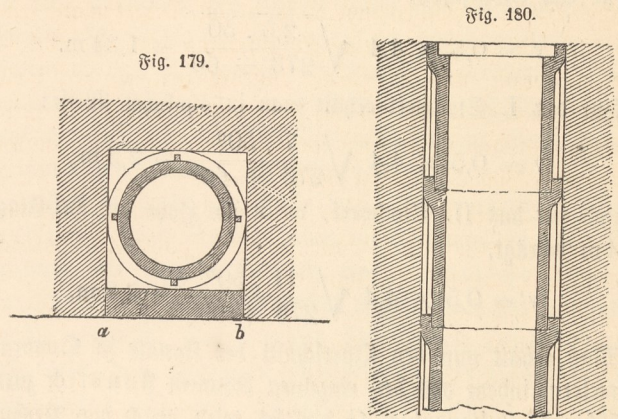
Die Luftleitungs-Vorrichtungen.

Die LuftleitungsKanäle bilden neben dem Calorifere einen integrierenden Theil jeder Luftheizungsanlage, und haben eine dreifache Bestimmung, nämlich:

- I. die erwärmte Luft aus der Heizkammer in die zu beheizenden Räume zu leiten (Heizkanäle);
- II. der Heizkammer als Ersatz der abziehenden Luft andere Luftmassen zuzuführen (kalte Kanäle);
- III. die verdorbene Zimmerluft abzuführen (Ventilationskanäle), und wenn das Anheizen nach §. 53 A erfolgt;
- IV. die kalte Zimmerluft nach der Heizkammer hinabzuführen (Circulationskanäle).

I. Die Heizkanäle. Kanäle für warme Luft müssen aus einem Material hergestellt werden, welches geringes Wärmeleitungsvermögen besitzt, denn die Ueberleitung der Wärme an das die Röhre umgebende Mauerwerk ist offenbar dem Zweck, der verfolgt wird, entgegengesetzt. Metall ist daher nicht geeignet für Warmlufttröhren; Holz ist wegen seiner Brennbarkeit sogar aus der Nähe der Kanäle zu verbannen, Glas ist zu theuer und zu zerbrechlich: es bleibt daher keine andre Wahl als künstlicher Stein und Thon. Man führt nun die Kanäle in massiven Mittelmauern oder in starken Scheidewandern mit eckigem Querschnitt auf und fugt sie gut aus, um die Reibung möglichst zu vermindern und den Wärmeverlust in den Mörtelfugen zu verhüten. Besser noch ist es, innen glasirte Thonröhren gleich-

zeitig mit der Mauer aufzuführen, in solcher Art, daß ein kleiner Luftraum zwischen Röhre und Mauer verbleibt und die Röhren sich nur mit der kurzen Muffe, welche das folgende Rohrstück einfaßt, an das Mauerwerk lehnen, wie die Fig. 179 und 180 veranschaulichen. Die Röhren können



durch ein paar eiserne Ringe mit eingemauerten Dübeln festgehalten, und die Fugen mit Chamottmörtel gedichtet werden; den verbleibenden hohlen Raum füllt man mit Sand oder Asche aus.

Alle Warmluftkanäle werden mit parallelen Wänden aufgeführt. Zur Bestimmung ihres Querschnittes ist zunächst die allgemeine Formel\*) für die theoretische Ausflußgeschwindigkeit wärmerer Luft in kältere in Anwendung zu bringen:

$$v = \sqrt{\frac{2gH(T-t)}{273 + T}} \dots \dots \dots 1.)$$

Darin repräsentirt:

- 2g die Beschleunigung des freien Falles = 9,81 m,
- H die Höhe des Kanales,
- T die Temperatur an dessen unterem Theil in der Heizkammer,
- t die Lufttemperatur an seiner Ausmündung.

Für Metermaaß kann man die Formel auch schreiben:

$$v = 4,4 \sqrt{\frac{H(T-t)}{273 + T}}$$

Demnach hängt die theoretische Ausflußgeschwindigkeit der warmen Luft außer von der Temperaturdifferenz auch von der Höhe und Beschaffenheit der Abzugskanäle ab. Die effektive Abzugsgeschwindigkeit beträgt aber nur 0,5 der theoretischen wegen Reibung in den Kanälen und Stauung der Luft in den Biegungen und an den Verschlußgittern der Ausströmungsöffnungen.

Bei Berechnung der Geschwindigkeit v ist nicht die Maximal-Temperaturdifferenz, sondern eine Heizkammertem-

\*) Wolfpert. Prinzipien der Ventilation und Luftheizung. Braunschweig 1860. (S. 91.)

peratur von  $60^\circ$  und die mittlere Zimmertemperatur von  $10^\circ$  C., also die Differenz  $T-t = 50^\circ$  zu Grunde zu legen.

Für die Kanäle im Erdgeschoß ist zu setzen  $H = 2,5$  m und danach findet man die wirkliche Abzugsgeschwindigkeit für das Erdgeschoß:

$$v = 0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{2,5 \cdot 50}{273 + 60}} = 1,34 \text{ m.}$$

Für das I. Stockwerk erhält man in ähnlicher Weise:

$$v = 0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{7 \cdot 50}{273 + 60}} = 2,2 \text{ m;}$$

und für das II. Stockwerk, wenn die Höhe der Bel-Etage 4 m beträgt,

$$v = 0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{11 \cdot 50}{273 + 60}} = 2,8 \text{ m.}$$

Man erhält nun den Querschnitt der Kanäle in Quadratmetern, indem das den einzelnen Räumen stündlich zuzuführende Luftquantum  $Q$  dividirt wird durch das Produkt aus Zeitdauer und Geschwindigkeit, d. h. es ist

$$F = \frac{Q}{3600 \cdot v} \dots \dots \dots 2.)$$

Für ein Zimmer, welchem stündlich 432 cbm Heizluft zuzuführen sind, beträgt also der Querschnitt des Heizkanals im Erdgeschoß:

$$\frac{432}{3600 \cdot 1,34} = 0,089 \text{ qm,}$$

wobei die vorher ermittelte Abzugsgeschwindigkeit  $v = 1,34$  zu Grunde gelegt ist.

Einmündung der warmen Luft in die Heizkanäle. Da die Geschwindigkeit der Luft in den Kanälen für die oberen Etagen eine bei weitem höhere ist als für das Erdgeschoß, so wird — bei gleichzeitiger Thätigkeit sämtlicher Kanäle — die Luft zunächst in die oberen Geschosse eintreten und diese erwärmen, während das Erdgeschoß relativ kalt bleibt. Diesen Uebelstand kann man zum Theil dadurch ausgleichen, daß die Kanalöffnungen der oberen Etagen etwas tiefer gelegt werden als diejenigen für das Parterregechoß. Andre wirksamere Mittel zur Regelung der Einströmung bestehen in den noch zu besprechenden Regulirungsvorrichtungen durch Schieber und Klappen, welche eine normale und doch gleichzeitige Erwärmung aller Geschosse gestatten. Da nun die heißeste Luft in der Kammer unter dem Gewölbescheitel sich sammelt, so legt man die Einmündungen für das Erdgeschoß der Art an, daß der Luftabzug an den Stirnmauern des Gewölbes dicht unter dem Scheitel erfolgen kann und die übrigen Oeffnungen nur wenig tiefer, um Effectverluste zu vermeiden. In diesem Sinne sind die Anlagen auf Taf. 31 und 36 bewirkt worden. Auf Taf. 36 sind die Mündungen der Heizkanäle  $W W$  mit Regulirungsvorrichtung, d. h.

mit einer, um die vordere horizontale Achse drehbaren Klappe  $C$  versehen, welche durch eine über Rollen laufende Kette stellbar ist.

Die Heizkammer nach Kelling'schem Systeme (Taf. 36) zeigt eine weitere Eigenthümlichkeit darin, daß die Heizkanäle bis zum Fußboden der Kammer hinabgeführt und dort ebenfalls mit Einmündungen versehen sind. Uebersteigt nun die Zimmertemperatur die normale Höhe, so wird die Drehklappe  $C$  etwas angezogen, so daß auch kalte Luft vom Fußboden der Kammer in den Heizkanal eintritt, sich hier mit der warmen Luft mischt und als Mischluft in das Zimmer strömen kann. Diese Kanäle nannten wir Mischkanäle und die Klappe  $C$  die Mischklappe.

Solche Einrichtung empfiehlt sich namentlich für Schulen und Auditorien, in denen die Temperatur während des Unterrichts in Folge der Wärmeproduktion der Schüler leicht  $19-20^\circ$  C. erreicht. Man hat dann nicht nöthig die Luftführung ganz abzustellen, es wird nur an Stelle eines  $40^\circ$  heißen Luftstroms ein Luftgemisch von geringerer Temperatur eingeführt. — Die Anlage besonderer Mischkammern, wie solche für das Amphitheater des Conservatorium zu Paris eingerichtet sind, ist — aus örtlichen oder constructiven Gründen — nur in selteneren Fällen möglich.

Ausmündungen der warmen Luft. Ihre Anzahl und Größe richtet sich nach Anzahl und Querschnitt der betreffenden Heizkanäle und nach den Dimensionen des zu beheizenden Raumes. Für Zimmer wird in der Regel eine Ausmündung genügen; für kleinere Säle (Salons) werden im Sinne einer gleichmäßigen Wärmevertheilung besser zwei und so mit steigenden Dimensionen des Raumes selbst drei und mehr Ausströmungsöffnungen angelegt.

Die Mündungen mit einer Einziehung zu versehen ist unzweckmäßig, weil die Luft an dieser Stelle ohnehin Pressungen erleidet; besser ist es, den Mündungsanfaß mit Rücksicht auf die Maschen des Verschußgitters etwas zu erweitern, damit die ganze Luftmenge ungehindert ausströmen könne.

Die Höhe der Mündung über dem Zimmerfußboden anlangend, müßte dieselbe — zur Erzielung schneller Erwärmung — nahe am Fußbodengetäfel liegen, damit die warme Luft sich schon beim Emporsteigen mit den kältesten Schichten in diesem Horizont mischen könne: wegen besserer Ventilation des Lokales liegt sie vortheilhafter nahe der Decke (und die Ventilationsmündungen am Fußboden). Am liebsten ordnet man die Ausströmung so an, daß eine in der Nähe derselben stehende Person nicht von dem warmen Luftstrom getroffen werden kann, also 2—2,30 m über dem Fußboden.

Um den Luftstrom nach Belieben einlassen, absperrern und reguliren zu können, versieht man die Oeffnungen mit Schiebern (von Gußeisen, Blech oder Holz), mit Drehklappen, oder mit Jalousieklappen, welche in dem entsprechenden metallnen Rahmen der Ausmündungsöffnung befestigt sind. Der

letztere ist außerdem mit separaten, engmaschigem Gitter verschlossen. In §. 59 sind eine Anzahl derartiger Verschlußvorrichtungen erläutert und in den Figuren 182—188 dargestellt.

II. Kanäle für Zuleitung frischer Luft. Der Kanal, welcher der Heizkammer frische, reine Luft zuführt, welche die erwärmte emporheben und verdrängen soll, muß am Fuße der Heizkammer einmünden, vergl. Tafeln 31 und 36: Die Herstellung desselben erfolgt in wasserdichtem Mörtel mit 1 Stein starken Wangen und  $\frac{1}{2}$  Stein starkem Gewölbe. Sein Querschnitt könnte theoretisch etwas kleiner sein als die Summe sämtlicher Ausmündungen für warme Luft, weil die Luft sich durch Erwärmung in der Heizkammer ausdehnt. Nennt man T und t die Temperaturen der aus- und einströmenden Luft der Heizkammer, so verhalten sich die Querschnitte A und B ihrer Mündungen wie die Quadratwurzeln aus den specifischen Gewichten der Luft bei T und t Grad, d. h.

$$A : B = \sqrt{\frac{1}{1 + aT}} : \sqrt{\frac{1}{1 + at}}$$

Im Durchschnitt ist nun anzunehmen:

T = 50°, t = - 20° und der Ausdehnungs-Coefficient der Luft a ist = 0,003665. Durch Einsetzen dieser Werthe findet man

$$A : B = 1 : 1,12.$$

Indessen ist die warme Luft bei gleichem Druck specifisch leichter, also beweglicher, um rasch emporsteigen zu können. Da ferner ein Vorrath frischer Luft nicht nachtheilig ist und bequeme Kanalweite ruhiges Zufließen veranlaßt, Aufwirbelung von Staub und Fortreißen desselben aus dem Kanal in die Heizkammer aber verhindert werden soll: so kann der Querschnitt des Kanals für frische Luft erfahrungsmäßig  $\frac{1}{4}$  größer sein als die Summe aller Warmluftöffnungen in der Heizkammer.

Zur Regulirung der einfließenden Luftmenge bringt man auch in diesem Kanal eine dichtschließende Abschlußklappe an. Diese ist ganz geöffnet, wenn man, wie in Fig. 147, heizen und ventiliren will, ist dagegen geschlossen bei der Anheizung Fig. 146, d. h. wenn man mit Circulation heizen will. Auch bei heftigem, Staub führendem Winde oder starkem Nebel schließt man gern die Klappe. Um bei eintretendem Winde unabhängig von der äußern Luftströmung ventiliren zu können, pflegt man endlich den Luftzuführungs kanal so anzuordnen, daß er zwei Ausmündungen an entgegengesetzten Seiten des Gebäudes hat. Sobald der Wind auf eine der Zuführungsöffnungen drückt — was immer ein stoßweises Ausströmen und schwieriges Ventiliren zur Folge hat —, stellt man diese Oeffnung ab und nimmt die Luft aus der gegenüberliegenden, vom Winde nicht getroffenen Mündung des Kanales. Dieser Fall ist in Tafel 37 ersichtlich und beim Bau der Volksschule zu Göttingen zur Anwendung gebracht. An jedem

Ende des Kanals, der die atmosphärische Luft in die Heizkammer leitet, ist eine Luftkammer mit Filter-Vorrichtung angebracht. Der mitgerissene Staub soll zurückbleiben und die gereinigte Luft erst nach dem Passiren des Filters in den Kanal eintreten.

Wenn Luftkammern nicht angeordnet sind, dann wird die freie Mündung des Kanals durch eine Siebplatte, ein Draht- oder Eisengitter geschlossen, um das Eindringen von Ratten u. dgl. Thieren in den Kanal zu verhüten. Eine vollständige Absperrung durch Schieber oder Thüren während der Zeit, wo nicht ventilirt wird, ist zur Vermeidung eindringenden Staubes jedenfalls geboten.

III. Kanäle zur Ableitung verbrauchter Zimmerluft. Diese Kanäle haben die Aufgabe, in Wechselwirkung mit den Heizkanälen eine natürliche Ventilation hervorzurufen und werden deßhalb auch Ventilationskanäle genannt. Im Uebrigen sind sie wie Heizkanäle zu behandeln, d. h. massiv in den Corridor- oder Mittelwänden aufzuführen und mit Schiebern oder Klappen an ihrer untern Mündung zu versehen. Man führt sie entweder wie Schornsteine über Dachhöhe hinaus und versieht sie dort mit Luftsaugern, oder sie werden nur bis 1 m über den Fußboden des Dachraums heraufgeführt.

Anm. Ein derartiges Arrangement ist in der schon erwähnten Volksschule zu Göttingen zur Anwendung gekommen und auf Taf. 37 dargestellt. Die Ventilationsluft verbreitet sich hier im Dachraume, aus welchem sie durch einzelne Luftsauger, die im Dachfirst aufgesetzt sind, entweicht, und die saugende Wirkung wird hier dadurch unterstützt, daß die atmosphärische Luft durch Oeffnungen im Hauptgestirn in den Bodenraum einströmt und auf ihrem Wege zum First des Daches die verbrauchte Zimmerluft mit fortstreift.

Die Anordnung von separaten Ventilationschornsteinen, welche über dem Dach ausmünden, ist dagegen auf Taf. 36 dargestellt, und bei dem Neubau des physikalischen Instituts in Berlin in Anwendung gekommen.

Für die Bestimmung des Querschnitts der Ventilationskanäle ist das, aus der betreffenden Räumen stündlich zu evacuierende Luftquantum maßgebend. Dasselbe ist abhängig von der Benützungsort des Lokals und wird in jedem einzelnen Falle erfahrungsmäßig pr. Kopf und Stunde festgestellt (vergl. S. 102). Da bei der Winterventilation ein Abfluß wärmerer Luft in kälterer stattfindet, so ist der Querschnitt F der Kanäle zu berechnen nach Formel 2.) dieses Paragraphen

$$F = \frac{Q}{3600v} \dots \dots \dots 2.)$$

Zur Bestimmung von v dient Formel 1.) für die theoretische Abflußgeschwindigkeit wärmerer Luft in kältere,

$$v = 4,4 \sqrt{\frac{H(T-t)}{273 + T}} \dots \dots \dots 1.)$$

jedoch ist die effektive Abzugsgeschwindigkeit nur = 0,5 der theoretischen.

Damit die Kanäle auch bei Temperaturdifferenzen wirk-

sam bleiben, wie solche bei Beginn und am Ende der Heizperiode stattfinden, also bei  $10-12^{\circ}$  äußerer Lufttemperatur und bei der Zimmertemperatur von  $+20^{\circ}$  C., wird in Formel 1.) zu setzen sein  $T-t = +8^{\circ}$  C. Die Höhe  $H$  der Kanäle ist zu rechnen vom Fußboden des Geschosses, welches ventilirt werden soll, bis zu dessen oberer Ausmündung. Für das auf Taf. 32-35 dargestellte Gebäude ist in §. 60 eine derartige Berechnung durchgeführt.

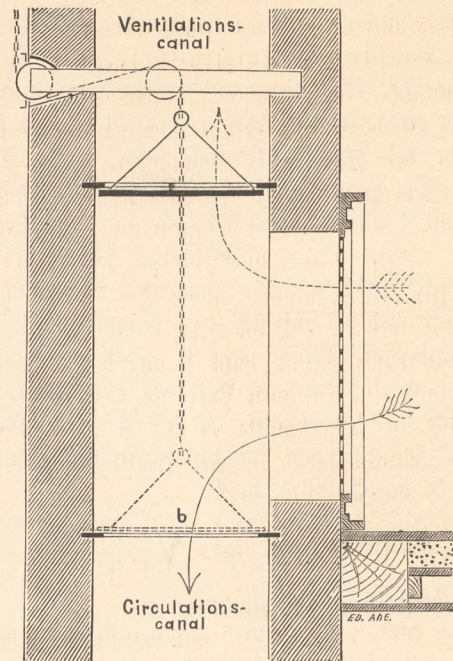
Die Mündungen der Ventilationskanäle werden dicht am Fußboden angelegt und wie die Heizkanäle mit Klappen- oder Schieberverschluß versehen. In gewissen Fällen, nämlich bei Ueberheizung oder Ueberfüllung des Lokals und bei einer aus den Beleuchtungsstoffen resultirenden Wärmeproduktion (welche bei Gasbeleuchtung pro Flamme 909 Calorien beträgt\*) ist es wünschenswerth, die Luftschichten nicht vom Fußboden, sondern da, wo sie am heißesten sind, d. h. dicht unter der Decke abzuleiten. Aus diesem Grunde wird jeder Ventilationskanal auch mit einer oberen Deffnung versehen, die gewöhnlich durch eine stellbare Klappe geschlossen zu halten ist und außer den genannten Fällen nur in den Sommermonaten konstant offen bleibt. (Sommerventilation.)

IV. Kanäle für Rückleitung der abgekühlten Zimmerluft nach der Heizkammer oder Circulationskanäle werden nur selten als besondere Kanäle aufgeführt. Gewöhnlich verlängert man zu diesem Zweck die Ventilationskanäle vom Fußboden des Geschosses abwärts bis zur Heizkammer und benützt den niedersteigenden Theil des Kanals zum Circuliren der Zimmerluft, den aufsteigenden zum Ventiliren. Die Trennung aber wird erreicht durch Anlage einer Doppelklappe  $b$ , welche in Fig. 146 und 147 in ihren beiden entsprechenden Stellungen und in Fig. 181 detaillirt dargestellt ist. Ist die Klappe gehoben, wie in obenstehender Figur, so ist der Weg zum Circulationskanal offen; ist sie dagegen gesenkt, d. h. in der Lage bei  $b$ , so findet Ventilation statt.

Das Reguliren der Klappe erfolgt mittelst einer über Rollen laufenden Kette, wobei das ringförmige Ende an dem, in der Mauer in bemessenem Abstände befestigten Dorn eingehängt wird. Die Kette kann vom Zimmer oder vom Corridor her eingestellt werden; letztere Einrichtung findet statt, wenn man Wandthermometer anbringt, mittelst welcher der Heizer die Zimmertemperaturen vom Corridor aus beobachten kann. Solche Thermometer sind mit Vortheil auch in einer, mit der oberen Luft der Heizkammer communicirenden gebogenen Glasröhre anzubringen, damit die Temperatur der Heizkammer jeder Zeit ungehindert beobachtet werden kann.

\*) vergl. Seite 101 dies. Werkes.

Fig. 181.



Allgemeine Regeln:

- 1) Jeder zu heizende Raum erhält seine eignen Heiz- und Ventilationskanäle, welche, soweit angänglich, auf kürzestem Wege aufsteigen sollen. Die Anlage eines gemeinschaftlichen Kanals für mehrere über einander liegende Räume ist verwerflich.
- 2) Das ganze Leitungssystem, d. h. Heiz-, Ventilations- und Circulationskanäle sind, ähnlich wie Schornsteinröhren, zuweilen mit Besen und Bürste von dem adhärirenden Staube zu reinigen, daher mit einer Anzahl Thüren im Dachboden und an sonst passender Stelle zu versehen. Diese Thüren müssen allerdings fest schließen und sind daher zur Vorsicht gehörig zu verstreichen. Bei dem „System Kelling“ ist die Anlage von Thüren im Dachboden entbehrlich, da die Röhren hier in 1 m Höhe über dem Fußboden ausmünden.

§. 59.

### C. Die Regulirungsvorrichtungen des Leitungssystems.

Sie zerfallen in äußere und innere Regulirungsvorrichtungen. Zu den ersteren gehört der Schieberverschluß;

zu den letzteren

die in §. 58 besprochene Doppelklappe;  
der Drehklappen-Verschluß,  
der Jalousie-Verschluß.

I. Der Schieber-Verschluß. Figur 182 und 183 stellt einen einfachen gußeisernen Schieber in Ansicht

und Grundriß dar. Auch der Futterahmen besteht aus Gußeisen. Vor dem Schieber und hinter demselben an der Mauer sind Schutzplatten angebracht und die Ausströmungsöffnung ist durch ein Drahtgitter gegen das Einwerfen von Gegenständen geschützt. Zum Anfassen des Schiebers, wenn derselbe bewegt werden soll, dient ein Knopf. Die Figur zeigt den Schieber soweit vorgeschoben, daß nur die halbe Ausströmungsöffnung frei ist. Wenn sich Staub in

Fig. 182.

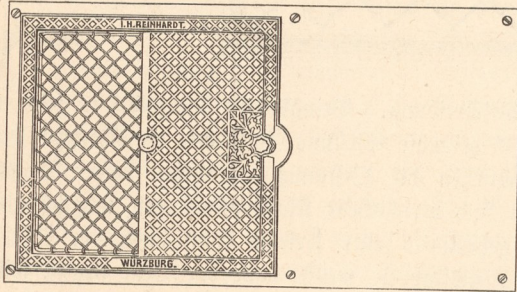
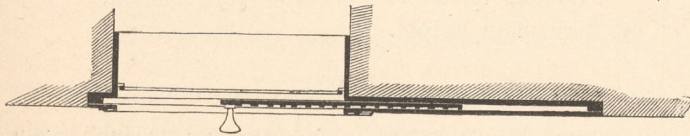


Fig. 183.



der Öffnung sammelt, oder ein Gegenstand die Bewegung des Schiebers hemmt, dann kann das Gitter abgeschraubt, die vordere Schutzplatte entfernt und die Reinigung vorgenommen werden.

Bei einfacherer Anordnung ist der Schieber glatt und besteht aus Eisenblech, ebenso die Schutzplatten, und nur der vordere Gitterrahmen ist aus Gußeisen hergestellt. Auf der glatten Fläche des Schiebers hat Oberingenieur Paul in Wien\*) eine Skala anbringen lassen, welche erlaubt, dem Schieber die Stellung zu geben, welche der herrschenden Temperatur der Luft im Freien entspricht. Die Schieberstellungen werden dann bei den neueren Wiener Schulbauten — welche eine Normaltemperatur von 17–18° C., bei zweimaliger Lüfterneuerung in der Stunde, erhalten — im Laufe der ersten Heizperiode für verschiedene Außentemperaturen ein für allemal mit Hilfe des Anemometers ermittelt und markiert.

Bei ganz einfacher Ausstattung werden die Wand-schieber aus Holz hergestellt und mit zugehörigem Holzrahmen versehen.

Wenn der Schieber zum Verschuß einer, nahe der Decke liegenden Ventilationsmündung verwendet werden soll, so ist der Futterahmen um 90° gedreht, d. h. so einzusetzen, daß der Schieber in Folge seiner eignen Schwere

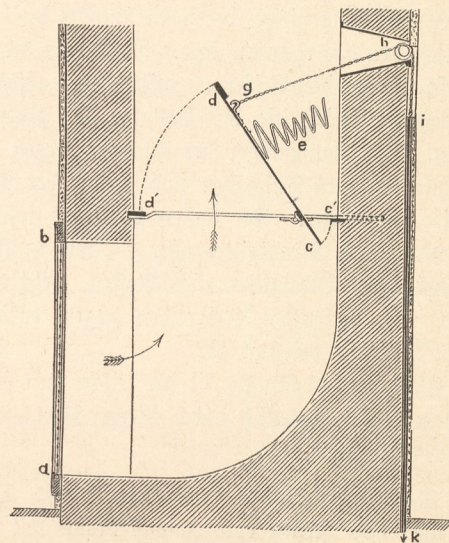
das Bestreben erhält nach unten zu sinken und dadurch die Öffnung zu schließen. An dem Rahmen wird dann eine Rolle angebracht, über welche ein Kettchen läuft, mittelst dessen der Schieber von unten gezogen werden kann. Das untere Kettenende wird durch einen Knopf oder eine Schraube an der Mauer festgehalten. Uebrigens ist dieser Schieber im Sommer ganz geöffnet und im Winter für gewöhnlich geschlossen.

II. Drehklappen-Verschlüsse. Man fertigt sie in verschiedenen Formen, mit horizontaler oder vertikaler Drehachse, mit Zahnstangenbetrieb oder mit feststellbarer Verschuß-Vorrichtung.

Die auf Tafel 36 in Figur 3 angedeutete Mischklappe ist ebenfalls eine Drehklappe, bei welcher die Drehachse am Fußpunkt der Mündung liegt. Die Klappe hat das Bestreben durch ihre Schwere in horizontale Lage zu gelangen und dadurch den Mischkanal zu schließen; daran wird sie gehindert durch das an ihrem oberen Rande befestigte Kettchen, welches vertikal über zwei Rollen im Heizkanal gleitet und über eine dritte Rolle im Corridor hinabhängt. Das Ende der Kette wird an einer in der Mauer befindlichen Eisenplatte mit verstellbarem Dorn befestigt. Wenn diese Drehklappe als Verschuß von Ventilationsöffnungen dient und daher vom Zimmer aus gestellt werden soll, so ist nur eine Leitrolle nöthig.

Oberingenieur Paul in Wien wendet in den städtischen Schulen eine neue Klappenkonstruktion für Regulirung des Abzuges der Ventilationsluft an. Die Drehklappe d c (Fig. 184)

Fig. 184.



ist hier in den Kanal hinein verlegt, daher auch für Ausbesserungen schwerer zugänglich. Das Bestreben der Klappe „zuzufallen“ wird durch eine Spiralfeder unterstützt, welche die senkrechte Stellung der Klappe verhindert. Eine Kette g,

\*) Friedrich Paul. Central- und Ofenheizung. Wien 1878. S. 9. Fig. 2.

über die Leitrolle h laufend, dient zum Ziehen der Klappe und geht in einen Zugdraht über, der bis zum Parterre oder Keller reicht und dort in einem Ringe endet. Um Beschädigungen des Drahtes zu verhindern, wird er in einem dünnen Eisenrohr i placirt. Wenn mit Hilfe des Anemometers die Klappenstellung für 2—2½malige Ueferneuerung in der Stunde ermittelt ist, kann der Heizer die Zimmerventilation vom Parterre oder Keller aus präcis reguliren. Ein äußerer Verschluß des Gitters a b findet nicht statt.

Eine dreitheilige Drehklappe mit feststellbarer Verschlußvorrichtung ist in Fig. 185 und 186 dargestellt.

Fig. 185.

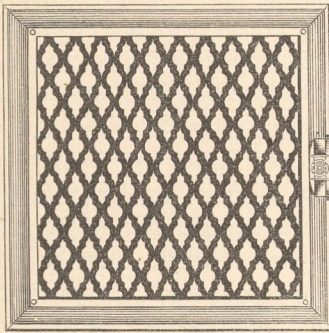
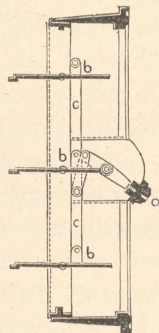


Fig. 186.



Nachdem mittelst des Hebels a den Klappen diejenige Stellung gegeben ist, welche einer normalen Beheizung resp. Ventilation für den herrschenden Temperaturgrad entspricht, wird der Hebel mit einem Schlüssel unverrückbar fest gestellt\*). Um die Drehung der Klappen zu bewirken, sind an ihnen Zapfen festgenietet, deren Drehpunkte b, b mit den beiden Leitbahnen c verbunden sind. Wird nun der Hebel a gehoben, so gleiten die Schienen entsprechend abwärts und bewirken dadurch gleichzeitig die Drehung der Klappen um ihre Achsen. Die Zapfenlager der Klappen liegen in dem inneren schmiedeeisernen Rahmen und sind in der Zeichnung durch Kreise angedeutet. Die äußere Oeffnung wird endlich durch ein Gußgitter, Drahtgitter oder — wie in Fig. 185 — ein durchlochstes Blechgitter abgeschlossen, welches an den vier Ecken mit versenkten Schrauben gegen entsprechende Winkel am Rahmen befestigt ist.

Der Abschluß des Kanals VI für frische Luft (Fig. 146 und 147) erfolgt gewöhnlich durch eiserne Drehklappen mit vertikaler Drehachse.

III. De Jalousieklappen=Verschluß. Die Figuren 187 und 188 stellen eine Jalousieklappe mit gußeisernem Futterrahmen dar. Die Bewegung wird durch den Hebel a vermittelt, und bedarf der Mechanismus keiner wei-

Fig. 188.

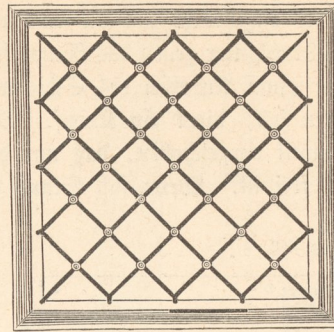
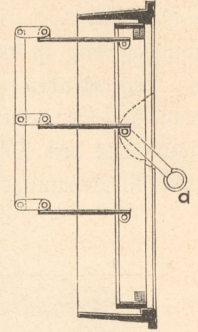


Fig. 187.



teren Beschreibung. Bringt man den Hebel in seine obere, um 90° gedrehte Stellung, so stehen die Klappen senkrecht und schließen die Oeffnung. Zwischen beiden Lagen des Hebels sind verschiedene Klappenstellungen möglich und dadurch gehemmtes oder freieres Einströmen der Luft. Bei Ventilationsklappen, welche nahe der Decke liegen, wird die Bewegung des Hebels durch eine Stellstange bewirkt.

Andere, complicirtere Konstruktionen können hier füglich übergangen werden.

Nachdem im Vorhergehenden die integrirenden Theile jeder Luftheizungsanlage, nämlich die Heizkammer mit Luftheizofen, die Luftleitungs- und Regulirungsvorrichtungen eingehend erörtert worden sind, geben wir nachstehend die Gesamtanlage der Beheizung eines ganzen Gebäudes mit erwärmter Luft und lassen als Beispiel die Berechnung dieser Heizung folgen.

### §. 60.

Luftheizungsanlage im Direktorialgebäude des physiologischen Instituts zu Berlin, dargestellt auf Taf. 32—35.

Zur Beheizung des Gebäudes sind, wie nachstehende Berechnung ergibt, zwei Apparate erforderlich geworden, daher zwei Heizkammern. Die dafür disponirten Räume haben, ihren Dimensionen entsprechend, zu einer verschiedenen Röhrenanordnung für den Calorifere Anlaß gegeben. Zu jeder Heizkammer gehört ein separater Einfeuerungsraum und bei der längeren Kammer ein Raum zum Ausrußen der Röhren. Der Keller für Brennmaterial liegt zu beiden Kammern hinreichend bequem.

Jeder der Kammern wird die frische Luft durch einen unterirdischen gewölbten Kanal zugeleitet, der etwa in Mitten der Kammer ausmündet. Die Heizluft strömt aus der oblongen Kammer durch 11 Oeffnungen verschiedener Größe um ebensoviele Räume mit 1598 cbm Inhalt in drei Ge-

\*) Diese Anordnung ist für Schulräume besonders empfehlenswerth.



schossen zu versorgen. Die bei C gelegene Heizkammer beheizt 11 Räume verschiedener Größe mit 1252 cbm Inhalt. — Die entfernteren Heizrohrmündungen werden durch gezogene Kanäle über dem Gewölbe auf kurzem Wege erreicht.

Die Richtung des warmen Luftstromes w w ist durch Pfeile im Grundriß des Kellergeschoßes angedeutet.

Alle Ausmündungen der Heizluft in den Zimmern der drei Geschoße, ebenso die Einmündungen der Ventilationsluft sind durch verschieden gerichtete Pfeile in den Grundrissen und durch eingesezte Zahlen markirt. Im Durchschnitt Taf. 35 sind dagegen die verschiedenen Luftleitungen durch Pfeile anschaulich gemacht, auch die Mündungen der Kanäle angedeutet und durch Buchstabenbezeichnung erläutert. Alle Ventilationskanäle münden erst über Dachhöhe aus und sind mit Deflektoren versehen. Die Regulirung der Luftströmungen wird durch Drosselklappen bewirkt. Weitere Beschreibungen sind durch die Zeichnungen entbehrlich gemacht.

**Berechnung des Wärmebedarfs \*).**

Um den stündlichen Wärmebedarf ausreichend feststellen zu können, ist für sämtliche Wohnräume eine Maximalleistung, d. h. Erwärmung auf + 20° C. bei einer Minimaltemperatur im Freien von — 20° vorausgesetzt. Für das geheizte Treppenhaus genügt eine Erwärmung bis 10° C. Die Corridore sind nicht geheizt, nehmen aber wegen der außerordentlich geschützten Lage zwischen geheizten Räumen, und wegen der zahlreichen Heizkanäle, die in den Corridormauern angebracht sind, leicht eine Temperatur von 10—12° C. dauernd an. Hiernach ergeben sich die Temperaturdifferenzen der Wärme transmittirenden Flächen wie folgt:

\*) Hierzu die Beilagen auf Seite 152—155.

Für Außenwände zu . . . . .	40° Cels.
„ Wände nach dem Treppenhause zu . . . . .	10° „
„ „ „ „ ungeheizten Vestibül zu . . . . .	20° „
„ „ „ „ ungeheizten Innenräumen zu . . . . .	15° „
„ die Fußböden des Erdgeschosses zu . . . . .	15° „
„ „ Decken des II. Stockwerkes zu . . . . .	35° „

Diese Temperaturdifferenzen sind bei nachfolgender Transmissionsberechnung zu Grunde gelegt und in Tab. I Columne 6 verzeichnet. Die Transmissions-Coefficienten der Columne 7 sind für Backsteinmauern nach der Schlußformel des §. 49 . .  $k = \frac{16,8}{4,9 + 24 e}$  und die Coefficienten der Glasflächen ebenfalls nach Ferrini bestimmt worden.

Das Produkt aus dem Flächenmaß, der Temperaturdifferenz und dem zugehörigen Transmissions-Coefficienten gibt den stündlichen Wärmeverlust dieser Fläche für Maximalleistung. Diese Wärmeverluste nach Calorien sind in der letzten Columne zusammengestellt.

Zu dem Gesamtwärmeverluste gehört auch diejenige Wärmemenge, welche in der Ventilationsluft enthalten ist und mit dieser stündlich entweicht. Die Wärmemenge eines Kubikmeter Ventilationsluft von + 20° drückt sich aus durch das Produkt aus ihrem absoluten Gewicht bei dieser Temperatur, ihrer specifischen Wärme bei konstantem Druck und ihrer Temperatur. Nun ist:

die specifische Wärme der Luft. . . = 0,2375,  
das absolute Gewicht \*) bei + 20° = 1,209,  
in einem Kubikmeter Ventilationsluft von + 20° sind daher enthalten:

$$1,209 \times 0,2375 \times 20 = 5,74 \text{ Calorien.}$$

In Columne 2, Tab. II sind die stündlich für jeden Raum abzuführenden Luftmengen in Kubikmetern angegeben, unter Annahme einer 1½—2maligen Lüfterneuerung in der

\*) Vergl. nachstehende Tabelle.

**Tabelle der Dichtigkeit der Luft bei verschiedenen Temperaturen.**

Temp.	Dichtig-keit.	Temp.	Dichtig-keit.	Temp.	Dichtig-keit.	Temp.	Dichtig-keit.	Temp.	Dichtig-keit.	Temp.	Dichtig-keit.
— 20°	1,400 Kg.	0°	1,289 Kg.	+ 20°	1,209 Kg.	+ 40°	1,132 Kg.	+ 60°	1,064 Kg.	+ 80°	1,004 Kg.
18	1,389	+ 2	1,285	22	1,201	42	1,124	62	1,058	82	0,998
16	1,378	4	1,279	24	1,197	44	1,118	64	1,051	84	0,992
14	1,368	6	1,270	26	1,185	46	1,111	66	1,045	86	0,986
12	1,358	8	1,261	28	1,177	48	1,104	68	1,039	88	0,981
10	1,347	10	1,252	30	1,169	50	1,097	70	1,033	90	0,976
8	1,337	12	1,243	32	1,161	52	1,090	72	1,027	92	0,970
6	1,327	14	1,234	34	1,154	54	1,083	74	1,021	94	0,965
4	1,318	16	1,226	36	1,146	56	1,077	76	1,015	96	0,960
2	1,311	18	1,217	38	1,139	58	1,070	78	1,009	98	0,950

Stunde — was für Wohnräume in gewöhnlichen Fällen genügt. Für den Gesellschaftssaal ist dagegen dreimalige Lufterneuerung pro Stunde zu Grunde gelegt.

Anm. Dieses Luftquantum wird schon bei der geringsten Temperatur-Differenz — wie solche zu Anfang und am Ende der Heizperiode zu herrschen pflegt — d. h. bei 10–12° Außentemperatur und + 20° C. Zimmertemperatur, abgeführt: Bei hohen Kältegraden fällt es daher viel bedeutender aus.

Multipliziert man die Zahlen der Columnne 2 Tab. II mit 5,7, so erhält man die Wärmeverluste durch Ventilation; diese Resultate sind in Columnne 4 zusammengestellt.

Von dem Wärmeverluste durch Ventilation ist nur für den Gesellschaftssaal die stündlich producirte Wärmemenge mit 120 Calorien pro Kopf in Abzug zu bringen, also für 20 Personen mit 2400 Calorien\*).

In Tab. II, Spalte 5 sind endlich die Gesamtwärmeverluste für sämtliche zu heizenden Räume des Gebäudes enthalten.

### Größe der Heizfläche.

Die Größe der Heizfläche bestimmt sich aus der Summe der Gesamtwärmeverluste eines Systemes, d. h. aus der Luftmenge, welche der betreffende Heizapparat in der Stunde zu erwärmen hat. Die durchschnittliche Temperatur der den Räumen zugeführten Heizluft soll + 40° C. betragen, bei welcher Temperatur ein Kubikmeter Luft

$$1,132 \times 0,237 \times 40 = 10,7 \text{ Calorien}$$

enthält. Dividirt man den Gesamtwärmeverlust eines jeden Raumes durch die Zahl 10,7, so erhält man als Resultat die Kubikmeter Heizluft, welche demselben zugeführt werden müssen. Diese Luftmengen sind in Columnne 6 der genannten Tabelle zusammengestellt und betragen

$$\text{für Gruppe I} \quad . \quad . \quad . \quad 3433,5 \text{ cbm.}$$

$$\text{„ „ II} \quad . \quad . \quad . \quad 3089 \quad \text{„}$$

Beide Luftvolumina müssen sich erwärmen im Maximum von – 20° auf + 40° und demgemäß ausdehnen. Das Volumen bei + 40° ist bekannt und sei bezeichnet durch  $V_{40}$ , dasjenige bei – 20° kann man ableiten aus der Formel:

$$V_{(-20)} = \frac{V_{40}}{1 + at}$$

worin  $t$  die Temperatur-Erhöhung und  $a$  den Ausdehnungs-Coefficienten der Luft = 0,003665 bezeichnet. Hiernach ist:

$$V_{(-20)} = \frac{3433,5 \text{ cbm}}{1 + 0,003665 \cdot 60} = 2814 \text{ cbm für Gruppe I,}$$

\*) Wärmeerzeugung durch Gasflammen soll hierbei nicht in Betracht gezogen werden.

$$V_{(-20)} = \frac{3089 \text{ cbm}}{1 + 0,003665 \cdot 60} = 2532 \text{ cbm für Gruppe II.}$$

Zur Erwärmung eines Kubikmeter Luft von – 20° auf + 40° C. sind erforderlich:

$$1,400 \times 0,237 \times 60 = 19,9 \text{ Calorien.}$$

Hiernach berechnet sich die Gesamtwärmeproduktion für Gruppe I zu  $2814 \times 19,9 = 55999$  Calorien,

$$\text{„ „ II „ } 2532 \times 19,9 = 50386 \text{ Calorien.}$$

Für kontinuierliche Heizung bei Tage und Unterbrechung bei Nacht sind diese Zahlen (nach §. 51) zu multipliciren mit dem empirischen Coefficienten 1,2, so daß die voraussichtlich höchste Gesamtwärme-Produktion betragen dürfte:

$$\text{für den Calorifère der Gruppe I} = 67200 \text{ Calorien,}$$

$$\text{„ „ „ „ „ II} = 60463 \text{ Calorien.}$$

Die von einem Quadratmeter direkter gußeiserner Heizfläche stündlich entwickelte Wärmemenge beträgt nach Pécelet bis 4000 Calorien. Ein größerer Theil der Flächen des Apparates besteht jedoch aus gerippten Strahlungsflächen, welche vom Feuer nicht direkt berührt werden, auch sind horizontale Heizröhren nur mit einem Theil ihres Umfanges in Rechnung zu stellen: wir wollen daher im Durchschnitt die Wärmeproduktion eines Quadratmeter Heizfläche annehmen zu 2000 Calorien. Darnach sind erforderlich rot.:

$$\text{für den Calorifère I} \quad \frac{67200}{2000} \text{ rot.} = 34 \text{ qm Heizfläche rot.}$$

$$\text{für den Calorifère II} \quad \frac{60463}{2000} \text{ rot.} = 30 \text{ qm Heizfläche rot.}$$

### Querschnitt der Heizkanäle.

Hierbei ist nur eine Ausströmungs-Geschwindigkeit zu Grunde gelegt, wie sie etwa der mittleren Temperatur des Januar in Berlin (+ 1 bis 2° C.) bei einer Heizkammer-Temperatur von 60° Celsius entsprechen würde.

Nach den im Gymnasium zu Rendsburg\*) vorgenommenen anemometrischen Versuchen (welche mit den in §. 58 durch Rechnung ermittelten Geschwindigkeiten nahezu übereinstimmen) beträgt die Ausströmungs-Geschwindigkeit:

Für das Erdgeschöß im Mittel . 1,2–1,5 m in der Sekunde,

„ „ I. Stockwerk im Mittel 2,0–2,38m „ „ „

„ „ II. „ „ „ 2,2–2,6m „ „ „

Man erhält nun die Querschnitte der Heizkanäle in Quadratmetern, indem man das, den Räumen zuzuführende Luftquantum dividirt durch das Produkt aus Geschwindigkeit und Zeitdauer. Danach sind die in Columnne 7 ent-

\*) Diese Messungen sind im März 1877 bei + 2° äußerer Temperatur und für ähnliche Etagenhöhen vorgenommen worden. D. Verf.

haltenen Querschnitte berechnet, unter Zugrundlegung folgender Ausströmungs-Geschwindigkeiten:

Im Erdgeschoß . . . . .	1,2 m,
„ I. Stockwerk . . . . .	2,0 m,
„ II. Stockwerk . . . . .	2,5 m.

Für Zimmer Nr. 1 ergibt sich demnach ein Querschnitt des Heizkanals von:

$$\frac{387}{3600 \cdot 1,2} = 0,089 \text{ qm.}$$

In der Ausführung sind die Querschnitte vergrößert worden.

### Querschnitt der Ventilationskanäle.

Dieselben sind für die Minimal-Temperatur-Differenz von 8° C., wie solche zu Anfang und am Ende der Heizperiode stattfindet, nämlich bei + 10—12° Lufttemperatur im Freien und + 20° C. Zimmertemperatur zu berechnen. Schon bei dieser Differenz von 8° C. soll ein 1—2maliger Luftwechsel für die Wohn- und Schlafzimmer, und eine 3malige Lufterneuerung für den Salon stattfinden. Da die theoretische Abzugsgeschwindigkeit der Ventilationsluft außer von der Temperaturdifferenz auch von der Höhe und Beschaffenheit der Abzugskanäle abhängt, so berechnet sie sich nach der Formel I des §. 58

$$v = 4,4 \sqrt{\frac{H(T-t)}{273+t}}$$

Die effektive Abzugsgeschwindigkeit ist nur 1/2 der theoretischen.

Die Höhe der Kanäle beträgt vom Fußboden des Geschoßes ab gerechnet:

für die Räume im Erdgeschoß . . . . .	16,16 m,
„ „ „ „ I. Stock . . . . .	12,26 m,
„ „ „ „ II. „ . . . . .	7,39 m.

Die wirklichen Abzugsgeschwindigkeiten bei T—t = 8° betragen demnach:

für das Erdgeschoß  $0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{16,16 \times 8}{293}} = 1,487 \text{ m,}$

„ „ I. Stockw.  $0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{12,26 \times 8}{293}} = 1,279 \text{ m,}$

„ „ II. Stockw.  $0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{7,39 \times 8}{293}} = 0,981 \text{ m.}$

Hiernach erhält man unter Annahme eines 1—2maligen Luftwechsels in den Wohnräumen und einer 3maligen Lufterneuerung im Salon folgende Querschnitte für die Räume von Gruppe I, wie sie in Columne 8 zusammengestellt sind.

E	{	Für das Zimmer des Direktors . . . . .	$\frac{300}{1,49 \cdot 3600} = 0,056 \text{ qm,}$
		„ „ Vorzimmer . . . . .	$73 : (1,49 \times 3600) = 0,014 \text{ „}$
		„ „ Privatlaboratorium . . . . .	$300 : (1,49 \times 3600) = 0,056 \text{ „}$
I	{	„ „ Treppenhaus . . . . .	$263 : (1,49 \times 3600) = 0,049 \text{ „}$
		„ „ Arbeitszimmer . . . . .	$325 : (1,28 \times 3600) = 0,070 \text{ „}$
		„ „ Vorzimmer . . . . .	$100 : (1,28 \times 3600) = 0,021 \text{ „}$
		„ „ Zimmer d. Töchter . . . . .	$250 : (1,28 \times 3600) = 0,054 \text{ „}$
		„ „ Salon (zur Hälfte) . . . . .	$426 : (1,28 \times 3600) = 0,092 \text{ „}$
II	{	„ „ Schlafzimmer . . . . .	$154 : (0,98 \times 3600) = 0,043 \text{ „}$
		„ „ „ . . . . .	$250 : (0,98 \times 3600) = 0,070 \text{ „}$
		„ „ „ . . . . .	$160 : (0,98 \times 3600) = 0,045 \text{ „}$
		„ „ den dispon. Raum . . . . .	$79 : (0,96 \times 3600) = 0,022 \text{ „}$

In der Ausführung sind diese Querschnittsdimensionen — zum Theil des Mauerverbandes wegen — auf die Zahlen der Spalte 9 vergrößert worden.

Die Querschnitte für Gruppe II wurden in derselben Weise bestimmt.

### Bestimmung des Kohlenverbrauches.

Bei einer Außentemperatur von — 1° C., welche 4° niedriger bleibt als die mittlere Wintertemperatur von Berlin, beträgt der stündliche Wärmeverlust nur  $\frac{21}{40}$  des oben berechneten Maximalbedarfs, also

für Gruppe I  $\frac{67200 \times 21}{40} = 35280 \text{ Calorien,}$

„ „ II  $\frac{60463 \times 21}{40} = 31743 \text{ „}$

zusammen 67023 Calorien.

Bei täglich 10stündiger Heizung folgt daraus ein täglicher mittlerer Wärmebedarf von zusammen

$$10 \times 67023 = 670000 \text{ Calorien rot.}$$

Nun beträgt der theoretische Heizeffekt mittelguter Steinkohlen pro Kilogramm 6000 Calorien, wovon in Wirklichkeit nur nutzbar gemacht werden 67% oder rot. 4000 Calorien: der gesammte Kohlenverbrauch für 6 Heizmonate oder 180 Heizztage (Mitte October bis Mitte April) berechnet sich daher pro Heizperiode auf

$$\frac{670000 \times 180}{4000} = 30150 \text{ Kg} = \frac{30150}{75} = 400 \text{ hl.}$$

In Prag hat sich der tägliche Kohlenverbrauch nach 7tägiger Beobachtung\*) bei im Mittel 2,5° äußerer Temperatur für beide Calorifere = 3 hl ergeben.

Die Gesamtkosten der Heizungsanlage sind in der umstehenden Aufstellung unter A enthalten.

Der Kubikinhalte sämtlicher zu erwärmenden Räume beträgt nach Tab. II, Col. 1 rot. 1598 + 1252 = 2850 cbm. Hiernach erforderten je 100 cbm zu heizender Raum einschließlich der Ventilationseinrichtungen

$$\frac{8730}{28,50} = 306 \text{ Mark Anlagekosten.}$$

\*) Vom 7.—13. Novbr. 1878. Der Kohlenverbrauch dürfte sich, wenn erst für dies Mauerwerk der Beharrungszustand erreicht ist, geringer herausstellen. Der Verf.



(Fortsetzung von Tab. I.)

Stoß	No.	Benennung der Räume.	Transmittirende Flächen.	Dimensionen.			Flächeninhalt	Temp.-Differenz	Transmittions-Coeff.	Anzahl der Calorien	
				Wandfläche	Länge	Höhe				im Einzelnen	im Ganzen
E.	2	Vorzimmer	Frontwand abg. 2 Fenster . . . . .	0,64	2,70	4,15	7,07	40°	0,82	Uebertrag: . . . . . 2427,52	
			2 Doppelfenster . . . . .	—	1,80	2,30	4,14	40	1,54	231,90	
			Corridorwand . . . . .	0,25	2,70	4,15	8,68	8	1,55	255,02	
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	107,63	
			Fußboden . . . . .	—	4,40	2,70	11,88	15	0,39	52,62	
			Decke gestaakt . . . . .	—	4,40	2,70	11,88	5	0,54	69,50	
										32,08	748,75
E.	3	Privat-Laboratorium	2 Frontwände abg. 3 Fenster . . . . .	0,64	6,37	4,15	41,50	40	0,82	1361,20	
			3 Fenster . . . . .	—	3,90	2,50	9,75	40	1,54	600,60	
			Wand an der Garderobe . . . . .	0,51	6,37	4,15	26,44	15	0,96	380,74	
			Wand am Corridor . . . . .	0,64	2,00	4,15	8,30	8	0,82	54,45	
			Fußboden . . . . .	—	6,37	5,98	38,09	15	0,39	222,83	
			Decke gestaakt . . . . .	—	6,37	5,98	38,09	5	0,54	102,84	2722,66
E.	4	Treppenhaus	Frontwand abg. 2 Fenster . . . . .	0,51	3,10	13,20	28,68	30	0,82	705,53	
			2 einfache Fenster . . . . .	—	3,60	3,40	12,24	30	3,00	1101,60	
			2 Wangenmauern . . . . .	0,38	14,00	13,20	184,80	5	1,12	1034,88	
			kalter Fußboden . . . . .	—	3,10	7,00	21,70	15	0,39	126,95	
			kalte Decke . . . . .	—	3,10	7,00	21,70	25	0,54	292,95	3261,91
I.	5	Arbeitszimmer	Frontwand abg. 2 Fenster . . . . .	0,64	6,37	4,60	20,02	40	0,82	656,66	
			2 Doppelfenster . . . . .	—	2,90	3,20	9,28	40	1,54	571,65	
			Wand angebaut . . . . .	0,64	7,41	4,60	31,56	15	0,82	388,19	
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	15	2,60	98,67	
			Wand am Closet . . . . .	0,51	6,37	4,60	29,30	15	0,96	421,92	
			Wand am Corridor . . . . .	0,64	3,00	4,60	11,27	8	0,82	73,93	
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden . . . . .	—	6,37	7,41	47,20	4	0,39	73,63	
			Decke gestaakt . . . . .	—	6,37	7,41	47,20	5	0,54	127,44	2464,71
I.	6	Vorzimmer	Erkerwand abg. 2 Fenster . . . . .	0,51	3,70	4,60	9,06	40	0,96	347,90	
			2 Fenster . . . . .	—	1,80	3,20	7,96	40	1,54	490,34	
			2 desgl. . . . .	—	1,00	2,20	10,26	8	3,00	246,24	
			Einfache Glaswand . . . . .	—	2,70	3,80	2,16	8	2,60	44,93	
			Fußboden . . . . .	—	5,20	2,70	14,04	4	0,39	21,90	
			Decke gestaakt . . . . .	—	5,20	2,70	14,04	5	0,54	37,91	1189,22
I.	7	Zimmer der Töchter	2 Frontwände abg. 2 Fenster . . . . .	0,64	6,37	4,60	42,89	40	0,82	1406,79	
			3 Doppelfenster . . . . .	—	4,35	3,20	13,92	40	1,54	857,47	
			Wandtheil am Corridor . . . . .	0,64	2,20	4,60	7,59	8	0,82	49,79	
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden . . . . .	—	6,37	5,98	38,09	4	0,39	59,42	
			Decke gestaakt . . . . .	—	6,37	5,98	38,09	5	0,54	102,84	2528,93
I.	8	Salon	Frontwand abg. 4 Fenster . . . . .	0,64	7,20	4,60	23,84	40	0,82	781,95	
			4 Fenster . . . . .	—	3,54	4,60	8,32	40	0,96	319,49	
			2 Fenster . . . . .	—	4,70	3,20	17,24	40	1,54	1061,98	
			Corridorwand . . . . .	0,64	1,00	2,20	35,50	8	0,82	232,88	
			2 Thüren darin . . . . .	—	3,10	3,00	9,30	8	2,60	193,44	
			Fußboden . . . . .	—	9,74	6,37	62,04	4	0,39	96,78	
			Decke gestaakt . . . . .	—	9,74	6,37	62,04	5	0,54	167,51	
										2854,03	
											hievon 1/2 für Gruppe I = . . . . . 1427,01
											Seitenbetrag 16770,71

(Fortsetzung von Tab. I.)

Stoß	Nro.	Benennung der Räume.	Transmittierende Flächen.	Dimensionen.			Flächeninhalt	Temp.-Differenz	Transmittions-Coeff.	Anzahl der Calorien		
				Wandfläche	Länge	Höhe				im Einzelnen	im Ganzen	
										Uebertrag: . . 16770,71		
II.	9	Schlafzimmer	2 Frontwände abz. 4 Fenster . . . . .	0,51	6,43	3,65	35,52	40°	0,96	1363,97		
			4 Fenster . . . . .	—	4,00	2,50	10,00	40	1,54	616,00		
			Corridorwand . . . . .	0,64	2,00	3,65	4,77	8	0,82	31,29		
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62		
			Fußboden . . . . .	—	6,43	6,04	38,84	4	0,39	60,59		
			Decke gestaakt . . . . .	—	6,43	6,04	38,84	35	0,54	734,08		
										2858,55		
II.	10 n. 11	Schlafzimmer	Frontwand abz. 3 Fenster . . . . .	0,51	3,08	3,65	15,93	40	0,96	611,71		
			3 Fenster . . . . .	—	3,34	2,50	7,50	40	1,54	462,00		
			Corridorwand . . . . .	0,64	6,42	3,65	18,37	8	0,82	120,51		
			2 Thüren darin . . . . .	—	2,20	2,30	5,06	8	2,60	105,25		
			Fußboden . . . . .	—	6,42	6,43	41,28	4	0,39	64,40		
			Decke gestaakt . . . . .	—	6,42	6,43	41,28	35	0,54	780,19		
										2144,06		
II.	12	Disponibler Raum	. . . . .	—	—	—	—	—	—	—	1035,00	
<b>Gruppe II.</b>										Summa: Gruppe I 22808,32		
E.	13	Dienerzimmer	Wie Gruppe I Nro. 3.	—	—	—	—	—	—	—	2722,66	
E.	14	dto.	Frontwand abz. Fenster . . . . .	0,64	2,81	4,15	8,41	40	0,82	275,85		
			1 Fenster . . . . .	—	1,30	2,50	3,25	40	1,54	200,20		
			Wand am Vestibul. . . . .	0,38	6,37	4,15	23,91	20	1,12	535,58		
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	20	2,60	131,56		
			Wand am Corridor . . . . .	0,64	2,81	4,15	9,13	10	0,82	74,87		
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	10	2,60	65,78		
			Fußboden . . . . .	—	6,37	2,81	17,90	15	0,39	104,72		
			Decke gestaakt . . . . .	—	6,37	2,81	17,90	5	0,54	48,33		
										1436,89		
I.	15	Salon	Wie in Gruppe I Nro. 8.	—	—	—	—	—	—	—	1427,01	
I.	16	Zimmer der Frau	Wie Gruppe I Nro. 7.	—	—	—	—	—	—	—		
I.	17	Blumenzimmer	Wie Gruppe I Nro. 6.	—	—	—	—	—	—	—		
I.	18	Speisezimmer	2 Frontwände abz. 2 Fenster . . . . .	0,64	6,37	4,60	36,58	40	0,82	1199,82	3805,43	
			2 Fenster . . . . .	—	2,90	3,20	9,28	40	1,54	571,65		
			Erkerwand abz. 3 Fenster . . . . .	0,51	5,50	4,60	15,70	40	0,96	602,88		
			3 Fenster . . . . .	—	3,00	3,20	9,60	40	1,54	591,36		
			Wand an der Treppe . . . . .	—	6,37	4,60	27,00	10	1,12	302,40		
			1 Thür darin . . . . .	—	1,00	2,30	2,30	10	2,60	59,80		
			Wand am Corridor . . . . .	0,64	2,75	4,60	8,15	8	0,82	53,46		
			1 Thür darin . . . . .	—	1,50	3,00	4,50	8	2,60	93,60		
			Fußboden . . . . .	—	6,37	6,85	43,63	4	0,39	68,06		
			Decke . . . . .	—	6,37	6,85	43,63	5	0,54	117,80		
			Fußboden im Erker . . . . .	—	—	—	7,07	4	0,39	11,03		
			kalte Decke daselbst . . . . .	—	—	—	7,07	35	0,54	133,62		
										1004,49		
II.	19	Schlafzimmer	Frontwand abz. Fenster . . . . .	0,51	3,08	3,65	8,74	40	0,96	335,62		
			1 Fenster . . . . .	—	1,00	2,50	2,50	40	1,54	154,00		
			Corridorwand . . . . .	—	3,08	3,65	8,71	8	0,82	57,14		
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62		
			Fußboden . . . . .	—	3,08	6,43	19,80	4	0,39	30,89		
			Decke . . . . .	—	3,08	6,43	19,80	35	0,54	374,22		
										2858,55		
II.	20	Schlafzimmer	Wie Gruppe I Nro. 9.	—	—	—	—	—	—	—	2858,55	
II.	21	Schlafzimmer	Frontwände abz. 5 Fenster . . . . .	0,51	6,93	3,65	36,26	40	0,96	1392,38		
			5 Fenster . . . . .	—	5,00	2,50	12,50	40	1,54	770,00		
			Wand am Badezimmer . . . . .	—	6,43	3,65	21,27	10	1,12	238,22		
			1 Thür darin . . . . .	—	1,00	2,20	2,20	10	2,60	57,20		
			Corridorwand . . . . .	—	2,75	3,65	10,04	8	0,82	65,86		
			Fußboden . . . . .	—	6,93	6,43	44,56	4	0,39	69,51		
			Decke . . . . .	—	6,93	6,43	44,56	35	0,54	842,18		
										3435,35		
										Gruppe II Seitenbetrag 20408,53		

(Fortsetzung von Tab. I.)

Stoß	No.	Benennung der Räume.	Transmittirende Flächen.	Dimensionen.			Flächeninhalt	Temp. Differenz	Transmittions-Coeff.	Anzahl der Calorien	
				Wandfläche	Länge	Höhe				im Einzelnen	im Ganzen
II.	21	Ankleidezimmer	Frontwand abg. 2 Fenster . . . . .	0,51	2,70	3,65	4,86	40°	0,96	186,62	20408,53
			2 Fenster . . . . .	—	2,00	2,50	5,00	40	1,54	308,00	
			Corridorwand. . . . .	0,25	2,70	3,65	7,33	8	1,54	90,31	
			1 Thür darin . . . . .	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden . . . . .	—	2,70	3,97	10,72	4	0,39	16,72	
			Decke . . . . .	—	2,70	3,97	10,72	35	0,54	202,61	
										856,88	
Summa: Gruppe II										21265,41	

Uebersicht des Gesamt-Wärme-Verlustes.

Tabelle II.

Stoß	No.	Benennung der Räume.	Rauminhalt.	Evacuirte Luftmenge.	Wärme-Verlust durch		Gesamt-Wärme-Verlust.	cbm Heizluft	Querschnitt der Heizkanäle	Querschnitt der Ventilationskanäle	
					Transmission in der Stunde	Ventilation in der Stunde				berechnet	ausgeführt
<b>Gruppe I.</b>											
E.	1	Direktorzimmer . . . . .	196	300	2428	1710	4138	386,7	0,089	0,056	0,16
E.	2	Vorzimmer . . . . .	49	73	749	279	1028	96,0	0,02	0,014	0,04
E.	3	Privat-Laboratorium . . . . .	158	300	2723	1710	4433	414,3	0,095	0,056	0,21
E.	4	Treppenhans . . . . .	263	263	3262	1499	4761	444,9	0,127	0,049	0,076
I.	5	Arbeitszimmer . . . . .	217	325	2465	1852	4317	403,4	0,056	0,070	0,15
I.	6	Vorzimmer . . . . .	64	100	1189	570	1759	164,3	0,023	0,021	0,04
I.	7	Zimmer der Töchter . . . . .	175	250	2529	1425	3954	369,5	0,051	0,054	0,18
I.	8	Salon 1/2 . . . . .	142	426	1427	2428—1200	2655	248,1	0,034	0,093	0,14
II.	9	Schlafzimmer . . . . .	142	250	2859	1425	4284	400,2	0,044	0,070	0,13
II.	10	" . . . . .	73	154	1004	878	1882	175,8	0,018	0,043	0,05
II.	11	" . . . . .	79	160	1140	912	2051	191,6	0,021	0,045	0,05
II.	12	Disponibler Raum . . . . .	40	79	1035	450	1485	138,7	0,015	0,022	0,06
			1598				36747	3433,5			
<b>Gruppe II.</b>											
E.	13	Dienerzimmer . . . . .	158	300	2723	1710	4433	414,3	0,095	0,056	0,19
E.	14	Vorzimmer . . . . .	74	154	1437	878	2315	216,3	0,050	0,043	0,13
I.	15	Salon 1/2 . . . . .	142	426	1427	2428—1200	2655	248,1	0,034	0,093	0,14
I.	16	Zimmer der Frau . . . . .	175	250	2529	1425	3954	369,5	0,051	0,054	0,18
I.	17	Blumenzimmer . . . . .	64	100	1189	570	1759	164,3	0,023	0,021	0,04
I.	18	Speisezimmer . . . . .	223	450	3805	2565—1200	5170	483,1	0,067	0,097	0,16
II.	19	Schlafzimmer . . . . .	72	154	1004	878	1882	175,8	0,018	0,043	0,055
II.	20	" . . . . .	142	250	2859	1425	4284	400,2	0,044	0,070	0,13
II.	21	" . . . . .	163	328	3435	1870	5305	495,8	0,055	0,061	0,098
II.	22	Ankleidezimmer . . . . .	39	78	857	445	1302	121,7	0,013	0,022	0,060
			1252				33059	3089,1			

§. 61.

Heizungs- und Ventilations-Anlage der neu erbauten Volksschule am Albanithor in Göttingen.

Auf Taf. 37 und 38 sind die Grundrisse des Kellers und der drei zu heizenden Geschosse dargestellt. Die Schulanstalt ist für Knaben und Mädchen bestimmt, daher die Grundrißanlage eine nahezu symmetrische. Zum Verständnis derselben wird je eine Etagenhälfte genügen.

Jede Hälfte des Gebäudes wird durch einen Apparat beheizt, und für jede der beiden Heizkammern ist ein besonderer Luftzuführungs kanal angeordnet. Er steht mit zwei, an entgegengesetzten Seiten liegenden, Luftkammern in Verbindung, in denen Filtervorrichtungen angebracht sind; bei eintretendem Winde kann dann unabhängig von der äußeren Luftströmung ventilirt werden.

Taf. 39 stellt den Durchschnitt des Schulgebäudes nach der Linie A—B im Grundriß dar. Die Bewegung und

Verteilung der verschiedenen Luftströme in den Leitungskanälen ist durch Farben charakterisirt, welche mit den Farben der Grundrisse correspondiren. In Taf. 39 bedeutet nun:

a die Heizklappe, b die Doppelklappe, c die Ventilationsklappe und d die Mischklappe.

Der Circulationskanal wird vom Ventilationskanal durch die früher beschriebene Doppelklappe (Fig. 181) geschlossen. Ist sie gehoben, so ist der Weg zum Circulationskanal offen; ist sie gesenkt, so tritt der Ventilationskanal in Funktion.

I. Anheizung der Zimmer. Die Klappen stehen folgendermaßen:

Die Klappe des Zuführungskanals im Keller ist geschlossen,

Die Heizklappe a geöffnet,

Die Doppelklappe b gehoben,

Die Ventilationsklappen c und c' geschlossen.

Vorstehende Klappenstellung bewirkt, daß die in der Heizkammer erwärmte Luft durch die Heizkanäle nach den Zimmern geführt wird. Die in den Zimmern befindliche kalte Luft geht dagegen im Circulationskanal abwärts nach der Heizkammer, erwärmt sich an den Apparaten und steigt wiederum durch den Heizkanal nach den Zimmern auf.

Anm. Bei dieser Klappenstellung sind die Zimmer leicht und mit Brennmaterial-Ersparniß auf 18—20° zu bringen.

II. Heizung mit Ventilation. Die Klappen stehen wie folgt:

Klappe im kalten Luftkanal geöffnet,

Heizklappe a geöffnet,

Doppelklappe b gesenkt,

Ventilationsklappe c und c' geschlossen.

Bei dieser Stellung wird der Heizkammer frische Luft von außen durch den Luftkanal zugeführt, sie erwärmt sich am Apparat, steigt in den Heizkanälen aufwärts nach den Zimmern und verdrängt die verdorbene Zimmerluft durch den Ventilationskanal in den Dachraum und durch die Ventilationsöffnen im First ins Freie.

Uebersteigt während des Unterrichts die Temperatur 20—21° C., so tritt die Mischklappe in Thätigkeit (vgl. S. 58), d. h. es steigt kalte Luft aus dem Mischkanal in den Heizkanal und mindert die Temperatur der Heizluft entsprechend herab.

III. Frühjahrs und Herbstventilation (ohne Heizung).

Bei 14—15° äußerer Lufttemperatur wird folgende Klappenstellung angewendet:

Die Klappe im Keller ist geöffnet,

„ Klappe a geöffnet,

„ Klappe c und c' geschlossen,

„ Doppelklappe b gesenkt.

Bei solcher Stellung tritt frische atmosphärische Luft

von der Kammer in die Zimmer empor, und die verbrauchte Luft entweicht durch den Ventilationskanal.

IV. An heißen Sommertagen endlich wird die Doppelklappe b gehoben,

Klappe a geöffnet, auch c und c' geöffnet;

nunmehr tritt die frische Luft durch die Oeffnung bei a und unterhalb b ein, während die verbrauchte Luft durch c und c' entweicht.

Um die Heizfläche des Apparates festzustellen, würde wie bei dem vorhergehenden Beispiel zu bestimmen sein:

$W_a$  der Maximal-Wärmeverlust durch Transmission,

$W_v$  der Wärmeverlust durch Ventilation.

Von dem Konstrukteur Herrn Kelling wird für vorliegenden Fall nach Grundlage analoger Ausführungen angenommen  $W_v = 1,6 W_a$ , demnach der Gesamtverlust

$$\Sigma W_a + W_v = 2,6 W_a \text{ Calorien.}$$

Nach Erfahrung liefert ein Quadratmeter Heizfläche des Kelling'schen Apparates stündlich bis 3000 Calorien, die Gesamtheizfläche findet man daher empirisch durch die Formel

$$F = \frac{2,6 W_a}{3000}$$

Der auf Taf. 36 dargestellte Apparat wird vom Fabrikanten zu 30 qm Heizfläche angegeben, wobei die mit Chamotte-Ausfütterung versehenen Heizflächen und der Rauchkasten nur mit der halben äußern Fläche berechnet sind.

Querschnitt der Heizkanäle. Dieselben sind normirt:

für das Erdgeschoß zu  $0,38 \times 0,60 =$

„ „ I. Stockwerk „  $0,38 \times 0,40 =$

„ „ II. „ „  $0,38 \times 0,40.$  \*)

Beheizungskosten. Für Massengrößen von 8,5 m Länge, 6,25 m Tiefe und 4 m Höhe werden täglich bei 8stündigem Betriebe der Ventilation  $\frac{1}{3}$  hl Mischkohle (halb Braun-, halb Steinkohle) verbraucht. Die Zeit zum Anheizen beträgt bei 0° C. zwei Stunden, und nach Unterbrechungen — also Montags — mehr.

§. 62.

### Kanalheizung.

Diese Heizmethode war schon bei den Römern der Kaiserzeit, namentlich zur Erwärmung in den Thermen sehr gebräuchlich und die Chinesen verwenden sie noch heut mit Vorliebe, da sie meist Räume zu ebener Erde bewohnen. Für unsre Verhältnisse findet die Kanalheizung da Anwen-

\*) Wegen der kalten Decken sind die Kanal-Querschnitte im II. Stockwerk = denjenigen des I. Stockwerks ausgeführt, obwohl sie theoretisch kleinere Abmessungen erfordern.



bung, wo man die Verbrennungsgase in Kanälen oder Röhren unter oder über dem Fußboden circuliren lassen kann, so daß sich an dem einen Ende der Kanäle der Feuerherd, an dem anderen der Schornstein befindet. Hierbei wird das Brennmaterial in einem Ofen verbrannt, dessen Kofst in angemessener Tiefe unter dem Fußboden des zu heizenden Raumes sich befindet; ersterer wird von einem, zu diesem Zweck angelegten, überwölbten Heizraum aus bedient. Die Verbrennungsprodukte strömen nun vom Feuerraum aus in den sogenannten Feuergängen mit geringer Steigung nach dem Schornstein, wobei die aus dem Brennmaterial aufgenommene Wärme durch die erhitzten Wandungen der Feuergänge an die Luft des zu heizenden Lokals direkt übertragen wird.

Hiernach kann die Kanalheizung wegen der Art der Wärmeübertragung zu den Lokalheizungen, wegen Anlage und Konstruktion des Feuerherdes zu den Central-Heizungen gerechnet werden. Bei neueren Anlagen ist eine Luftkammer zugefügt, welche den Feuerraum eng umschließt und vor Abkühlung schützt. Indem man die kalte Luft vom Fußboden des Lokales in Kanälen abwärts zur Heizkammer führt und erwärmt in den Raum zurückleitet, wird eine Circulation hervorgerufen, wie wir solche bei der Luftheizung kennen gelernt haben. Dieser Umstand rechtfertigt die Besprechung der hierher gehörigen Heizungen an dieser Stelle, d. h. nach den Luftheizungs-Anlagen.

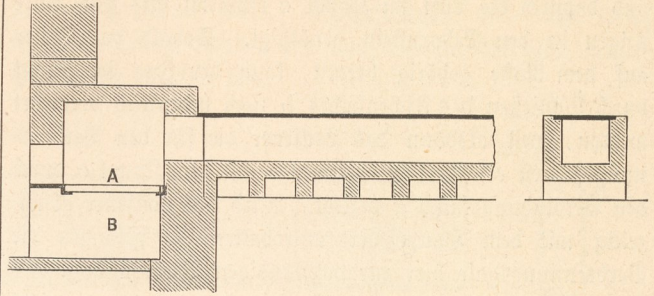
Aus Rücksicht der Feuergefährdung sind Fußböden von Holz hierbei ganz ausgeschlossen und deshalb findet in unseren Wohnhäusern die Kanalheizung nicht leicht Anwendung. Dagegen wird sie mit Vortheil zur Erwärmung von Treibhäusern, Orangeriegebäuden, Trockenräumen, Werkstätten und neuerdings häufiger zur Heizung von Kirchen gebraucht. Auch vorhandene Kirchengebäude lassen sich ohne nennenswerthe Schwierigkeiten mit derartiger Heiz-einrichtung versehen, wie das auf Taf. 40 und 41 dargestellte Beispiel zeigt.

Bei kleineren und einfacheren Anlagen, namentlich in Gewächshäusern, bildet man die Feuergänge oder Kanäle aus Mauersteinen oder Kacheln. Im ersteren Falle macht man die Höhe des Feuerganges nicht unter der Höhe des Steines (26 cm) und die Weite gleich der Höhe. Die Sohle des Kanals wird aus flachen Mauersteinen hergestellt; sie ruht auf Steinunterlagen, so daß dadurch möglichst viel Heizfläche gewonnen wird. Die Seiten des Kanals werden aus hochkantig gestellten Mauersteinen, die Decke aus doppelten Dachsteinen in Lehmörtel hergestellt.

Sollen die Kanäle aus Kacheln gefertigt werden, so erhalten sie eine Höhe im Lichten gleich der Kachelhöhe (23 Centimeter). Die Kacheln werden mit Dachsteinen ausgefüllert und mit Klammern geankert. Zur Abdeckung verwendet man die Spiegel der Kacheln oder geformte

Thonplatten, auch wohl gußeiserne Falzplatten (Fig. 189).

Fig. 189.

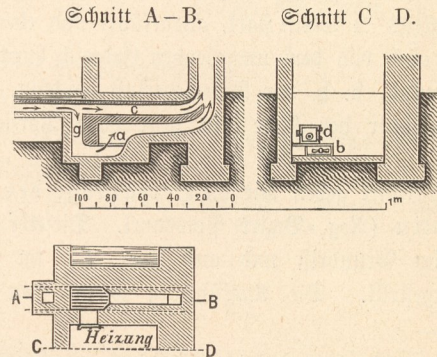


Ein besondres Grundmauerwerk ist für die Feuergänge nicht nöthig, vielmehr genügt ein Pflaster von Ziegeln über einer gut gestampften Bettung.

Die Länge der Feuergänge darf, wenn ihr Querschnitt nicht unter 450—500 Quadrat-Centimeter beträgt, bis zu 36 und 40 Meter ausgedehnt werden, wobei man ihnen zur Erzielung eines guten Zuges eine Steigung von mindestens 1 : 50 geben soll. Die Höhe des Schornsteins macht man erfahrungsmäßig nicht unter  $\frac{1}{3}$  der Länge der Züge. Müssen die Feuerzüge größere Länge erhalten, oder kann man ihnen nicht genügende Steigung geben, so ist es angemessen, ein sogenanntes Lockfeuer anzubringen, d. h. man legt nahe an der Einmündung des Kanals in den Schornstein einen Kofst an und entzündet auf diesem ein Feuer, wodurch Luftverdünnung im Schornstein, also eine aufwärts gehende Luftströmung hervorgerufen und in diese die kalte, stagnirende Kanalluft hineingezogen wird.

Eine derartige Aspirationsfeuerung wurde im Orangerieschloß zu Kassel durch den Rektor W. Meyer ausgeführt. \*) Diese Einrichtung ist in Fig. 190 im Grundriß und in

Fig. 190.



zwei Durchschnitten dargestellt. Wegen des hohen Grundwasserstandes konnten die Kanäle jedes Systems von 38 m Länge nur 8 mm Steigung pro 1 qd. Meter erhalten. Um

\*) Catalog der Special-Ausstellung zu Cassel. 1877.

nun den erforderlichen Zug hervorzubringen, ist umstehende Einrichtung getroffen. Sobald das Lockfeuer auf dem Roste a entzündet ist, wird die Kanalzunge oberhalb des Rostes und dadurch die Luft im Kanal c erwärmt und zum Aufsteigen in den Schornstein genöthigt. Sobald das Feuer auf dem Roste gehörig brennt, kann der Zug im Kanal durch Schließen des Aschenloches b noch bedeutend vermehrt werden, weil alsdann das Lockfeuer die für den Verbrennungsproceß erforderliche Luftmenge aus dem Kanal c durch den Verbindungskanal g bezieht. Wird das Lockfeuer gleichzeitig mit dem Hauptfeuer unterhalten, so gelangen die Verbrennungsgase hier zur vollständigen Verbrennung.

Statt der gemauerten Kanäle verwendet man jetzt häufig runde oder ovale Röhren von gebranntem Thon oder Eisen. Diese sind mit Muffenverbindung versehen und die Dichtung der Muffe wird durch eine Mischung von gleichen Theilen Thon und Chamottmehl bewirkt. Dabei erhalten die Rohre eine geringe Steigung nach dem Schornstein hin und werden auf massive Unterlagen so verlegt, daß die Längenausdehnung des Röhrenzuges frei erfolgen kann. Zum Zweck der Reinigung versieht man sie mit Deckeln, welche für gewöhnlich in Lehm gedichtet werden.

Der Feuerraum. Derselbe ist bei einfacheren Anlagen, von Ziegeln in Lehmmörtel aufgeführt, wie Fig. 189, mit Rost A und Aschenfall B versehen und dann entweder  $\frac{1}{2}$  Stein stark mit feuerfesten Steinen überwölbt oder zwischen Eisenschienen mit Chamottplatten abgedeckt. In anderen Fällen ist der Feuerraum aus eisernen Platten verschraubt und mit feuerfesten Steinen ausgefüttert; seine Länge schwankt zwischen 0,75 und 1 m bei 0,5—0,6 m Breite und 0,70—0,75 m Höhe. — Ist die Anlage der Heizung von größerer Ausdehnung, so erhalten Feuerraum und Kanäle dem entsprechend größere Dimensionen. Den Heizröhren gibt man dann häufig bedeutenden Durchmesser bei großer Länge\*) des Feuerganges. Die Kanäle werden stärker in den Wandungen, mindestens  $\frac{1}{2}$  Stein stark, ausgeführt und ebenso stark überwölbt, auch von dem umgebenden Erdreich durch Isolirwände getrennt, d. h. vor Wärmeverlust geschützt. Liegen die Kanäle über der Erde, so fällt diese Vorsichtsmaßregel fort.

Als Beispiel geben wir die Heizanlage der Kirche zu Templin (Reg.-Bezirk Potsdam). Dieselbe ist auf Taf. 40 im Grundriß und auf Taf. 41 im Längenschnitt dargestellt. Die Ausführung wurde den Herren

Remy und Reiserath zu Herborn in Hessen-Nassau nach deren Plänen übertragen und hat sich die Anlage während des Ausbaues der Kirche in der Heizperiode vom Oktober 1877 bis April 1878 durchaus bewährt.

Der zu erwärmende Innenraum hat eine Lichtweite von 22,2 m bei 36,6 m Länge bis zum Schluß des Chorpolygon. Bis zur Balkenunterkante ist das Mittelschiff 17 m hoch; die Decke des Seitenschiffes liegt circa 0,30 m tiefer als diejenige des Mittelschiffes. Zur Herrichtung eines angemessenen Heizraumes wurde der nördliche Chorumgang unterkellert und mit einer äußeren Eingangsthür versehen. Dieser Vorraum ist im Lichten 2,5 m hoch. Der eigentliche Heizraum liegt noch 5 Stufen tiefer, so daß die ganze Höhe vom Pflaster des Heizraumes bis zum Kirchenpflaster 4 m absorbirt.

Der Heizapparat ist für Koksfeuerung hergerichtet und zu dem Zwecke mit doppelten, ovalen Fülltrichtern v, v versehen, welche die gußeiserne Stirnwand durchdringen. In dieser Wand befindet sich auch eine Reinigungskapsel mit Thürverschluß, eine drehbare Schlackenthür und die zweiflüglige Aschenfallthür. Mit der gußeisernen 2 cm dicken Stirnwand ist ein 80 cm über dem Pflaster liegender gußeiserner Rahmen, welcher die Sohlplatte vertritt und zur Aufnahme der Roststäbe dient, verschraubt; sein hinteres Ende ruht auf der massiven Stützwand der Feuerbrücke. Rechtwinklig zur Stirnwand setzen die gußeisernen Seitenplatten an, sind mit derselben fest verschraubt und falzähnlich verbunden. Endlich schließt die schräg ansteigende eiserne Rückwand den Feuerraum ab.

Um das Erglühen der Eisenplatten zu vermeiden, ist der Feuerraum 12 cm stark mit Chamottesteinen ausgefüttert und mit einem dergleichen Gewölbe nach der Korblinie überdeckt. Für gehörige Verankerung der Seitenplatten und der Stirnwand ist Sorge getragen.

In Folge der hohen Anordnung des Feuerraumes — der Scheitel des Gewölbes liegt 1,78 m über dem Rost — wird hohe Schichtung des Brennmaterials ermöglicht und das Versten des Gewölbes vermieden. Dicht unter seinem Scheitel spalten sich die Feuergase und treten bei z im Grundriß in einen mittleren und zwei seitliche massive Feuergänge von je 1500 qcm Querschnitt ein. Die 12 cm starken Wandungen dieser Kanäle sind auf 5 m Länge in Chamotte hergestellt, doch dürften (wegen der starken Wirkung der Stichtlamme) ein Stein starke Wandungen hier nicht unpassend sein. Der übrige Theil des gemauerten Kanals ist in gewöhnlichen Ziegeln hergestellt und erst in 10 m Abstand vom Feuerraum beginnt der eiserne Röhrenstrang.

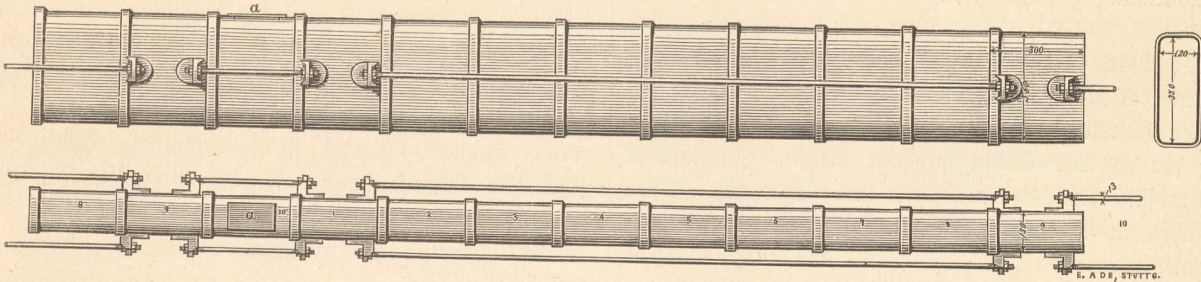
Diese Rohre sind oblong im Querschnitt, ungewöhnlich schwach in den Wandungen und werden deshalb nur in Längen von 28 cm gegossen. Jedes zehnte Rohr ist ein

\*) In dem Werkstattgebäude für Holzarbeit zu Berlin ist von dem Heizofen aus ein 0,60 m weites gußeisernes Rohr in einem Kanal unter dem Fußboden gerade durch die Werkstatt in den Schornstein geführt und hat hier eine Länge von circa 70 Meter erhalten. Die vom Brennmaterial entwickelte Wärme steigt von dem im Kanal frei hängenden Rohre durch die gußeiserne, gitterartige Kanalbedeckung in die Werkstatt ein.

Reinigungsrohr, d. h. nach Fig. 191 mit Öffnung und Reinigungsbedel versehen. Jedes System von neun Rohren wird in nebenstehender Art in der Längsrichtung durch Schraubenbolzen zusammengehalten, um die Rohrstränge gegen die deformirende Wirkung einer starken und andauernden Erhitzung zu sichern.

Temperatur von + 10° R. selbst bei starker Kälte herzustellen, wurde mit verhältnißmäßig nicht zu hohem Brennmaterialverbrauch erreicht. Es wurden gebraucht für jede Heizung 1,5—2 Hektoliter Koks. Mittheilungen über den Heizeffekt der Anlage werden erst nach Verlauf der diesjährigen Heizperiode möglich sein.

Fig. 191.



Auf Taf. 41 in den Figuren 2—6 ist die Konstruktion der Feuergänge detaillirt dargestellt.

Die größte Länge der seitlichen Feuergänge beträgt 40 Meter bis zur Einmündung in den Schornstein. Letzterer ist an der Nordostecke des Thurmes ausgestemmt worden; er hat 38/40 cm Lichtweite und 29 m Höhe, d. h. etwa 3/4 der Länge der Feuerkanäle zur Höhe erhalten. Zur Anwärmung desselben bei Beginn der Heizung dient ein neben dem Schornstein errichteter Lochherd.

Die Erwärmung der Kirche geschieht nun in folgender Weise:

1) Unterhalb der Sitzbänke sind alternirend zu beiden Seiten der Feuergänge quadratische Öffnungen a, a von 0,25 m Lichtweite im Fußboden angelegt. Durch diese sinkt die kalte Luft abwärts (Taf. 40 und Taf. 41, Fig. 2), gelangt in das Bereich der eisernen Heizröhren, und — nachdem sie sich an deren Wandungen erwärmt hat — strömt sie durch die Gitterplatten, mit denen die Kanalsoffnung überdeckt ist, aus. In ähnlicher Weise werden die beiden Luftschächte c, c an der Nord- und Südfront benützt.

2) Die vergitterten Öffnungen b, b im Chor führen die kalte Luft vom Fußboden abwärts in den Hofraum des Kanals (Taf. 40 und Taf. 41, Fig. 6); erwärmt strömt sie dann durch die Gitter HH wieder nach oben.

3) Endlich gelangt durch die Fallschächte d d ein Theil der Luft abwärts, strömt bei C D (Fig. 1, Taf. 41) in der Richtung des Pfeiles zur Heizkammer, nimmt dort Wärme auf und tritt — in der Richtung des oberen Pfeiles aufsteigend — durch 2 große Gitter bei E und F erwärmt in den Kirchenraum zurück. Die Sakristei an der Nordseite wird auf ähnliche Weise erwärmt. Uebrigens ist die Richtung der ab- und zufließenden Luft durch Pfeile angedeutet.

Der garantirte Effect nämlich: in der Kirche eine

Ein anschauliches Bild der Temperaturverhältnisse gibt der Verlauf einer nach diesem System hergerichteten Kirchenbeheizung.

Beim Beginn der Heizung Sonntag früh 4 Uhr war die äußere Temperatur — 5° R., die innere Temperatur + 3° R. Schluß der Heizung: 9 Uhr Morgens.

Früh 4 Uhr	5 Uhr	6 Uhr	7 Uhr	8 Uhr	9 Uhr	Zeitaufwand
Temp. der Kirche 3° R.	4 3/4°	7 3/4°	9 1/4°	10 1/2°	12° R.	5 Stunden
Temp.-Zunahme	1 3/4°	3°	1 1/2°	1 1/4°	1 1/2° R.	

Temperatur der Luftschichten (früh 9 Uhr).

1,55 Meter über dem Fußboden der Kirche + 12° R.  
 1,25 " " " " " " + 11 1/2° R.  
 Am Podium der Kirchenstühle . . . . . 11 1/4° R.  
 Zweite Empore . . . . . 10 3/4° R.

Ueber Nachhaltigkeit der Wärme geben folgende

Zahlen Aufschluß:

Sonntag 9 Uhr früh + 12° R.      4 Uhr Nachmittag. + 10° R.      Montag 9 Uhr Vormittag. + 7° R.

§. 63.

Bestimmung der Heizfläche bei Kanalheizungen.

Bisher sind von den Constructeuren 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 Maaßgabe ihrer Dimensionen durch ein oder zwei

Systeme geheizt werden soll, d. h. ob ein oder zwei Öfen nötig werden, welche dann zu entgegengesetzten Seiten der Kirchen anzubringen sind.

Da die eisernen Heizröhren nur in die Gänge der Kirche gelegt werden können, muß man dahin streben, einen Ueber- schuß an Heizfläche zu erhalten, schon deshalb, weil diese Heizungen nur mit wöchentlicher Intermission erfolgen und die Erwärmung gewöhnlich in 6—8 Stunden bewirkt werden soll.

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

auf 100 cbm Raum 0,20—0,37 qm Fläche des Heizofens,  
 " " " " 0,66—0,93 " " der gußeis. Röhren,  
 Die niedrigeren Zahlen stellen Resultate aus den größten Kirchen dar. — Ein lauf. 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 Einfluß 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 vorgetragenen Grundsätzen ermittelt und daraus die Heizfläche theoretisch abgeleitet werden, wobei wegen der wöchentlichen Intermission der Erfahrungs-Coefficient  $\varphi = 2,0$  in Anwendung zu bringen ist.

**Heizkosten.** Sie belaufen sich für wöchentlich einmalige Heizung im Durchschnitt auf 10 Pfennige für 100 Kubikmeter zu heizenden Raum, womit man auch bei kleineren Kirchen auskommt.

**Anlagekosten.** Die Firma Remy und Reifensrath liefert Heizöfen in zwei Größen, nämlich zu 750 und 1000 Mark.

Der Preis der Heizröhren incl. Fracht, Aufstellung, Verschraubung zc. stellt sich pro lfd. Meter auf 12—15 Mark, der Preis der Gitterplatten pro Meter " 9—11 "

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

Auf den Quadratmeter der inneren Grundfläche reduziert betragen die Anlagekosten zwischen 3,0—3,5 Mark, wobei auch die Maurerarbeiten mit eingeschlossen sind. Im Uebrigen lassen sich die Kanalheizungen den kleinsten wie den größten Lokalitäten anpassen. Als Beispiele dafür nen-

nen wir einige mit Kanalheizung versehene neuere Kirchen Leipzigs.

Die Nicolai-Kirche (1867 angelegt)	mit 18200 cbm Raum,
" Thomas= " (1868 " ) "	22800 " "
" Johannis= " (1868 " ) "	3500 " "
" Neue " (1869 " ) "	11400 " "

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

1) Die vorzugsweise Erwärmung der Luftschichten dicht über dem Fußboden in Folge Einleitung einer Luftcirculation im unteren Raume.

2) Geringes Erforderniß an Brennstoff, wegen hoher Ausnutzung des Brennmaterials in langgestreckten Feuerzügen.

3) Nachhaltigkeit der Wärme in der Ziegelmasse (Reservationsvermögen).

4) Dauerhaftigkeit, — denn die Anlage liegt geschützt im Boden.

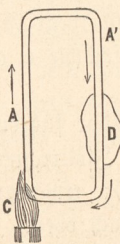
5) Verhältnißmäßig geringer Kostenaufwand für die erste Anlage und wenig Reparaturen.

## B. Die Wasserheizung.

### §. 64.

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

Fig. 192.



kälteres Wasser in dem Schenkel A' abwärts fällt, d. h. es entsteht Circulation in der Richtung der Pfeile. Die Circulation hört allmählig 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 niedergeht, 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 das Wasser in einem spiralförmig gebogenen Rohre, welches in einen Ofen eingesetzt ist, erwärmt, und wenn der übrige Theil der Rohrleitung in Räume gelegt ist, die eine niedrigere Temperatur haben und durch die Röhren erwärmt werden sollen. Auch hier entsteht eine 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 Schlangenröhre, von deren höchstem Punkt ausgehend mit hoher Temperatur, circulirt durch die außerhalb des Ofens liegende Rohrleitung, wird hier durch Wärmeabgabe an die umgebenden Mauern abgekühlt und kehrt zum tiefsten Punkt der Spirale zurück, um neuerdings erwärmt zu werden und eine weitere Circulation zu beginnen.

Auf diesem Princip beruhen die Wasser-Circulations-Heizungen, welche gegenwärtig nach drei bis vier verschiedenen Systemen ausgeführt werden, deren wesentlichstes Unterscheidungsmerkmal der in den Leitungen herrschende Druck, resp. die dem Druck entsprechende Temperatur des Wassers ist.

Ursprünglich existirten nur die Niederdruck- und die Hochdruckheizung als Extreme. Bei ersterer wird das Wasser bis höchstens zum Siedepunkt erwärmt; bei letzterer fand ursprünglich eine Erwärmung weit über 200° C. hinaus statt. Um aber die Vortheile beider Systeme möglichst zu verbinden und die Nachtheile, welche aus der hohen Erwärmung resultiren, zu beseitigen, entstanden dann in neuerer Zeit die sogenannten Mitteldruckheizungen, bei welchen der Siedepunkt des Wassers zwar überschritten, aber höchstens eine Temperatur von 125—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 Siedepunkt.
		mit Mitteldruck. Erwärmung über dem Siedepunkt aber höchstens bis 130° C.
Heißwasser- Heizung.	}	mit Mitteldruck. Erwärmung bis 150° C.
		mit Hochdruck. Erwärmung über 150° aber höchstens bis 200° C.

### Geschichtliches.

Der Gebrauch, mittelst des heißen Wassers eine künstliche Wärme zu verbreiten, war schon den Römern des Alterthums bekannt, denn sie machten davon Anwendung bei ihren Warm- und Schwitzbädern. Die Bäder des Caracalla, Titus, Diocletian besaßen nach Vitruv's Zeugniß eigne Vorrichtungen zur Heizung und zur Leitung heißen Wassers in die Reservoirs. Aber höchst wahrscheinlich wendeten sie zu letztgenanntem Zweck nur mechanische Mittel an, weil ihnen die Circulation des erwärmten Wassers keinesfalls bekannt war. Erst im letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts erhielt dieses Heizmittel seine 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 constanter Temperaturen in einem künstlichen Brütherde und ist derselbe für die Zeit seines Entstehens höchst bemerkenswerth\*), denn er enthält bereits alle Prinzipien unseres modernen Apparates. Seine Bemühungen um Vervollkommnung des Systemes und um Regulirung des Temperaturgrades kamen indessen weniger ihm als seinen Nachfolgern zu statten.

Die Methode wurde erweitert und auf die Beheizung von Gebäuden angewendet durch den Marquis v. Chabannes, und diesem im Jahre 1818 in England patentirt\*\*). Sie basirte im Wesentlichen auf Bonnemains Ideen, welche theils durch diesen, theils durch andere Gelehrte vervollkommenet worden waren.

Auch der von Baco und Atkinson in England um 1822 angegebene Wasser-Heizapparat war eine Modifikation des Verfahrens von Bonnemain, und der einzige Unterschied bestand darin, daß Bonnemain sehr enge Röhren, der Architekt Atkinson dagegen solche von 0,12—0,15 m Durchmesser verwendete und daß dieser eine zweite Röhre hinzufügte: dadurch erhielt der Apparat im Allgemeinen die Form, welche er bis auf unsre Tage beibehalten hat. Alle neueren Fortschritte beruhen demnach im Wesentlichen auf Vervollkommnung der Details und der veränderten Anordnung der Circulation des Wassers in den zu heizenden Räumen.

Ein zeitgenössisches Werk, welches die einschlägigen Fragen im Zusammenhang behandelt, war das Werk von Tredgold\*\*\*) „Grundsätze der Kunst, Gebäude zu heizen und zu lüften“ (in der französischen Uebersetzung 1825). Ihm folgte Charles Hood in London 1855 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 detaillirt beschriebenen Dispositionen sind in Frankreich durch Leon Duvoir †) — der eine Anzahl Patente auf Einrichtungen an den Warmwasserheizungen genommen hat — und durch d'Hamelincourt zur Ausführung gebracht worden und zwar nach Pécelet's Ausspruch „ohne irgend welche wesentliche Verbesserung am System oder an den Apparaten.“

\*) Abgebildet bei: Pécelet, Traité de la chaleur. Tome II. Fig. 447.

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

\*\*\*) Th. Tredgold. The principles of warming and ventilating buildings. London 1825 und 1836.

†) Seine Einrichtung für das Hospital Lariboisière ist weiter unten zu besprechen. Siehe: „Ventilation“.

Eine wirkliche Vervollkommnung und Ausbildung des Systems der Hochdruckheizung ist dagegen dem Ingenieur **Perkins** in London zuzuschreiben. Er erhielt darauf ein Patent\*) „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 ausgebreitetste Anwendung gefunden. — In Deutschland ist die Hochdruckheizung erst seit circa 20 Jahren allgemeiner eingeführt. Hier haben sich die Firmen **J. L. Bacon** und **J. Haag** in Augsburg nicht unbedeutende Verdienste um Verbreitung und Verbesserung des Systems erworben.

Auch die neueste Zeit hat nicht eben andere Systeme gezeitigt, aber das Vorhandene ist wissenschaftlicher durchgebildet und dadurch der Vollendung näher geführt worden. Die gegenwärtig gebräuchlichen Methoden sind in der nachstehenden Uebersicht zusammengestellt.

### Allgemeine Uebersicht 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.\*\*\*) erhitzt werden: das System ist daher ein offenes. Vom höchsten Punkte des Heizapparates geht ein vertikales Rohr, das Steigerohr ab, das hoch über dem ganzen übrigen Apparat in einem offenen cylindrischen Gefäß endigt. Letzteres wird Expansionsgefäß genannt, weil es dazu dient die Ausdehnung der Flüssigkeit und die Entwicklung von Dampfblasen zu gestatten. Vom Steigerohr zweigt sich nach allen denjenigen Punkten, wo Wärme abgegeben werden soll, ein Vertheilungrohr ab, welches die Wasserzufuhr vermittelt. In den zu heizenden Lokalen stellt man gewöhnlich hohle Körper (sogenannte Wasseröfen) mit möglichst großer Oberfläche auf, welche von dem warmen Wasser durchströmt werden. Die Abzweigungen für den Zufluß münden am obern Ende der Heizkörper ein und das abgekühlte Wasser sinkt nach unten, wo am tiefsten Punkt des Heizkörpers die Rückflußstränge anschließen. — Diese Rohre bilden in ihrer Vereinigung die Rückflußleitung, welche das abgekühlte Wasser in den untern Theil des Kessels zurückführt und die Circulation findet hiernach so lange statt, als im Steige-

rohr und Rücklaufrohr noch eine Temperaturdifferenz stattfindet. Nun kehrt das Wasser mit etwa 40° zum Kessel zurück; die Temperaturdifferenz beträgt hiernach 55°. Da das System erhebliche Wassermengen mit bedeutendem Wärmeverrath enthält, so bleibt es auch dann noch 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 seine Leistungsfähigkeit. Eine Steigerung der Wassertemperatur bei starker Kälte ist also nicht angänglich; es würde Dampfbildung und Ueberlaufen des Wassers im Reservoir stattfinden: es muß eben anhaltender als gewöhnlich geheizt werden. — 2) Zur Erzielung eines Maximaleffektes sind große Heizflächen erforderlich und die vollständige Erwärmung tritt erst nach 4 Stunden ein.

**II. Die Warmwasserheizung mit Mitteldruck.** Sie arbeitet nicht mit offenem Reservoir, sondern das Steigerohr ist am höchsten Punkte durch ein Ventil geschlossen. Hierdurch ist man im Stande, den in den Leitungen herrschenden Druck auf 3—4 Atmosphären zu steigern. Die höhere Temperatur der Heizkörper gestattet nun bei gleicher Wärmeabgabe kleinere Transmissionsflächen als bei dem System der Niederdruckheizung, wodurch die Anlage einfacher und billiger sich gestaltet. — Freilich wird das Wärmereservationsvermögen ein geringeres als im ersten Fall, 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 Expansions-Ventils; sie können daher zusammen besprochen werden.

Hier liegt kein Kessel im Ofen, sondern eine aus 34 mm starkem, schmiedeeisernem, gezogenem Rohre gebogene Spirale. Diese Rohre werden vor dem Gebrauch auf einen Druck von 140 Atmosphären mittelst einer hydraulischen Vorrichtung geprüft. Vom obern Ende der Spirale führt das Rohr bei constantem Durchmesser nach den zu heizenden Räumen, in denen so viele Meter Rohr angebracht werden, als zur Ausgleichung des Wärmeverlustes nöthig sind, sei es in Form einer geraden Leitung, sei es in Form einer Spirale. Die Leitung kehrt dann nach dem Fußpunkt der Ofenspirale zurück, bildet demnach ein Rohr ohne Ende. Am höchsten Punkte des Systems ist die Vorrichtung zum Reguliren des Druckes angebracht; diese besteht entweder aus einem Expansions-Ventil, das in einem Reservoir eingeschlossen ist, oder aus einem schmiedeeisernen Windkessel, d. h. einem Rohr von circa 8 cm Weite und entsprechen-

\*) Nach dem Repertory of Patent-Inventions, März 1832, datirt sein Patent vom 30. Juli 1831.

\*\*) In Gebäuden von drei oder mehr Geschossen, wo die auf dem Kessel lastende Wassersäule von 12—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.

der Länge, welches mit Schraubstößelverschluß versehen ist und „Expansionsrohr“ genannt wird.

Folgerungen. Der geringe Wasserinhalt des Systems gestattet ein schnelles Anheizen (in 2—2½ Stunden) und das hoch erhitzte Wasser erzeugt eine intensive Wirkung. Dagegen ist die Reservationskraft äußerst gering: ähnlich den eisernen Defen hört 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 Uebersicht, welche dem gegenwärtigen Stand der modernen Heiztechnik entspricht, wollen wir uns der speciellen Betrachtung der einzelnen Systeme zuwenden.

### A. Die Warmwasserheizung.

#### §. 65.

Aus den Erläuterungen des vorigen Paragraphen geht hervor, daß als integrierende Theile jeder Niederdruckheizung unterschieden werden:

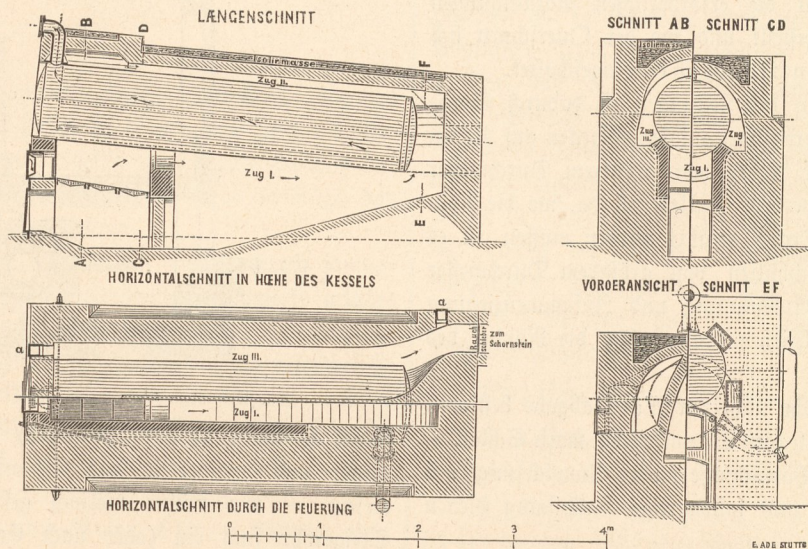
- a) der Wärmerecipient oder der Kessel;
- b) die Leitungsröhren;

licht wird. — Bei größeren Anlagen kann man — unter gleichzeitiger Verminderung des bedeutenden Wasservolumens — die Heizfläche dadurch vergrößern, daß man den Kessel mit einem durchgehenden Flammrohr versehen. In allen Fällen erhält derselbe am höchsten Punkt des Vordertheils und am tiefsten Punkt des Hinterhauptes Stutzen angeordnet, an welche sich die Zufluß- und Rückflußleitung anschließt. Die Feuerung ist bei Flammrohrkesseln, wo es der Raum gestattet, eine „vorgelegte“, bei den Walzenkesseln gewöhnlich eine „untergelegte“.

Andre Kesselkonstruktionen eignen sich weniger für Niederdruckheizung. Die Wasserrohrkessel, welche in §. 23 besprochen wurden, enthalten ein zu geringes Wasservolumen, die Kofferkessel mit inliegender Feuerung sind schwierig in der Herstellung und für größere Anlagen überhaupt nicht verwendbar.

Die Figuren 193—196 stellen einen cylindrischen Kessel mit untergelegter Feuerung dar, konstruirt durch den Ingenieur Köfide in Berlin. Die Bewegung der Feuergase geht zunächst über die Feuerbrücke, bespült in Zug I den Kessel unterhalb, tritt am Hinterboden nach oben, bewegt sich in Zug II am Kessel entlang und kehrt endlich in Zug III an der linken Seite zurück, von wo die Verbrennungsprodukte durch den Fuchs zum Schornstein gelangen. Zwischen diesen beiden ist der Rauchschieber eingeschaltet. Zur Reinigung der Züge dienen die Kapseln a, a Fig. 195. Das Rohr der Rückflußleitung mündet bei b wieder in den Kessel ein; durch einen an seiner tiefsten

Fig. 193—196.



- c) das Expansionsgefäß;
- d) die Heizkörper (Defen, Register).

a) Der Kessel enthält am zweckmäßigsten die Walzen- oder Cylinderform, wobei ein günstiges Verhältniß zwischen dem Wasservolumen und der feuerberührten Fläche ermög-

Stelle angebrachten Hahn kann das ganze System entleert werden. Zum Anschluß der Zuflußleitung ist dagegen der gußeiserne Rohrflutzen c angebracht. — Starke Wärmeverluste des Kessels werden durch die, über der Decke der Züge II und III angebrachte Le roy'sche Patent-Isolirmasse verhindert.

Auf Taf. 42 ist ein Doppelkessel für Wasserheizung dargestellt, welcher sich für größere Anlagen eignet. Die Kessel sind in 20—30 cm Abstand so gelagert, daß der hintere Theil 30—50 mm höher liegt und die Luft bequem durch das Steigerohr d entweichen kann. Das Rückflußrohr h am Vorderboden vermittelt aber in Gemeinschaft mit dem vorgenannten a die Circulation des Wassers mit dem Rohrsystem und den Defen. Die Feuerthüren sind mit e, der Aschenfall mit f, die Reinigungskapseln für die Züge mit g und die Verankerung des Kessels mit h bezeichnet. Der Kofst ist zweitheilig und zum Zweck wechselseitiger Beschickung durch die Zunge c aus Chamotte-Mauerwerk getrennt. Die Feuerbrücke aus demselben Material schließt den Feuerraum ab, der zum großen Theil durch die Kesselwandung mit großer direkter Feuerfläche gebildet wird. Der Gang der Feuergase ist durch Pfeile markirt, die Züge durch römische Zahlen, VI ist der Fuchs zum Schornstein. Dieser Kessel kann da mit Vortheil angewandt werden, wo es sich um eine große direkte Heizfläche mit bedeutendem Wasserinhalt handelt. Die Circulation des Wassers erfolgt um die Längsachse des Kessels.

b) Die Zufluß- und Rückfluß-Leitungen der Warmwasserheizungen werden gegenwärtig vielfach aus Schmiedeeisenrohr hergestellt und zwar geschieht die Verbindung der Rohre bis zu 5 cm aufwärts mit Gewindemuffen und Contremuttern; die 6—15 cm weiten Leitungen werden dagegen aus patentgeschweißtem Rohre mit angelötheten Flanschen hergestellt und verbunden. Die weiteren Rohre fertigt man aus Gußeisen mit Flanschenverschraubung. Bei weiteren Rohren werden die erforderlichen Abzweigungen stets aus Gußeisen hergestellt und wo der Querschnitt sich ändert, eben solche Reduktionsrohre eingeschaltet.

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. — Ueberall da, wo die Rohren durch Wände oder Decken geführt werden müssen, ist es vortheilhaft, sie in Blechhüllen von größerem Durchmesser einzusetzen, damit die Ausdehnung und Zusammenziehung der Rohre sich frei vollziehen kann, ohne die Ränder des Putzes zu berühren.

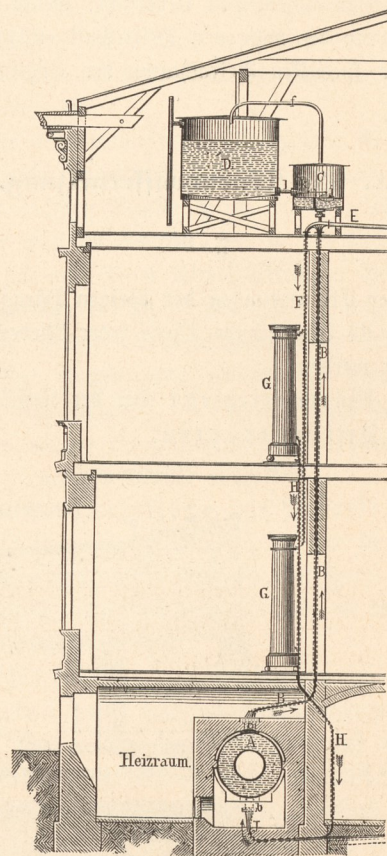
Leitungsrohre, welche nicht zur Wärmeabgabe bestimmt sind, umgibt man mit schlechten Wärmeleitern, wozu Schlackenwolle, die Leroy'sche Patentmasse, oder Umwicklung mit Stroh, Lehm, Häfsel und kastenartige Bekleidung dienen können.

Die Zuführung des Wassers und die daraus resultirende Lage der Zuflußrohre und des Vertheilungsrohres kann zwar in verschiedener Weise erfolgen, im Allgemeinen lassen sich aber zwei Systeme dabei unterscheiden. In dem einen Falle wird das Vertheilungsrohr vom höchsten

Punkte des Steigerohrs (dicht unter dem Expansionsgefäß) abgezweigt und über dem Fußboden des Dachgeschosses mit geringem Fall verlegt, und fallen dann die Zuflußrohre vertikal abwärts nach den einzelnen Heizkörpern oder Defen. Im zweiten Falle findet die Placirung des Vertheilungsrohres unter der Kellerdecke statt und die Zuflußrohre steigen vertikal aufwärts. Die letztere Einrichtung ist ökonomischer, weil die Wärmeausstrahlung des Vertheilungsrohres den Etagen zu Statten kommt, die erstere ist dagegen zuverlässiger.

Ein Beispiel der erstgenannten Anordnung ist in Fig. 197 dargestellt. Von dem mit Flammrohr versehenen

Fig. 197.



Kessel A aus geht das Steigerohr B bis zum Dachboden empor und mündet in das Expansionsgefäß. Nicht von diesem — wie früher vielfach geschah — sondern vom Steigerohr sind ein (oder nach Erfordern mehrere) Vertheilungsrohre E abgezweigt, welche durch Zuflußrohre F das Wasser den Zimmeröfen zuführen, wobei für jede Partie über einander stehender Defen ein solches Rohr angeordnet ist. In Folge der durch das Kesselfeuer eingeleiteten Circulation verdrängt das zuströmende warme Wasser das



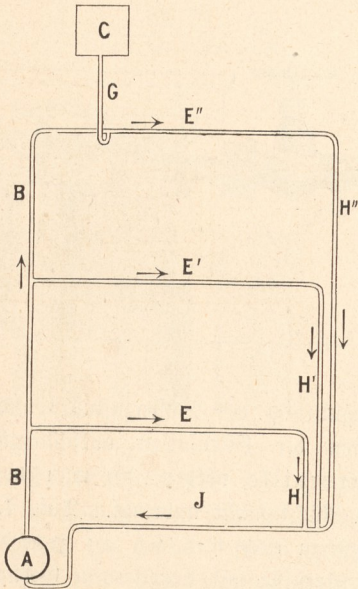
kältere und dieses kehrt durch die Röhre H in das Rücklaufrohr J zurück. Die Verbindung mit dem Kessel wird durch den Stutzen b bewirkt.

Die Wasservertheilung vom Souterrain her ist dagegen durch Fig. 203 deutlich gemacht.

In anderen Fällen werden die Abzweigungen auch direkt von einem (oder mehreren) Steigerohren aus gemacht, welche gleichzeitig Zuflußrohre sind und die Rückflußrohre vereinigen sich in einem Fallrohre, welches das Wasser nach dem Kessel zurückführt.

Eine dritte Anordnung ist die in Fig. 198 gezeichnete. Es ist nur ein Steigerohr B vorhanden, von welchem sich

Fig. 198.



die Röhre E für jede einzelne Etage abzweigen. An das obere Rohr schließt das Heberohr G an, und stellt die Verbindung mit dem Expansionsgefäß her. Jedes Geschloß hat auch sein besondres Rücklaufrohr H, die in J vereinigt, das Wasser zum Kessel A zurückführen.

Die Rohrleitungen E, E', E'' werden durch sämtliche zu heizende Räume des betreffenden Stockwerks geführt und dann in den Zimmern Batterien, Register oder Schlangengeröhre in die Leitungen eingeschaltet, um die erforderliche stündliche Wärmeproduktion erreichen zu können. Diese Anordnung ist für Mitteldrucksysteme sehr angebracht, sofern „Batterien“ dabei Anwendung finden, weil die Aufstellung von Defen etwa unthunlich erscheint.

c) Die Expansions-Vorrichtung befindet sich, wie schon erwähnt, am höchsten Punkte des Systemes, und besteht aus einem schmiedeeisernen Reservoir, in welches bei Niederdruckanlagen das Steigerohr B Fig. 197 frei ausmündet\*); es wird auf einem hölzernen Boock aufgestellt.

Der Wasserstand im Expansionsgefäß muß auf constanter Höhe gehalten werden, wozu eine selbstthätige Schwimmhebel-Vorrichtung dient. Wo eine Hauswasserleitung nicht vorhanden ist, da muß, wie in Fig. 197, mit dem Ausdehnungsreservoir C noch ein Kaltwasserreservoir D verbunden werden.

Zur Beobachtung des Niveaus wird am Expansionsgefäß ein „Wasserstands-Anzeiger“ angebracht, wobei freilich ein zuverlässiger Heizer vorausgesetzt wird, der auch wirklich zur Controle 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 Heizraum 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 Kesselraum so lange in Thätigkeit zu setzen, bis wieder Wasser aus dem Signalrohr ausfließt. Gegen Ueberfüllung ist das Reservoir C geschützt durch ein, nahe dem Deckel angebrachtes, Ueberlaufrohr, dieses führt ins Freie, gewöhnlich in das nächstliegende Regenabfallrohr.

Damit bei Füllung des Systemes die Luft am höchsten Punkte entweichen könne, pflegt man am Deckel des Gefäßes ein Luftrohr anzubringen. — Liegt endlich das Vertheilungsrohr im Keller und werden die Defen von unten her gespeist\*), so ist jeder Heizkörper, mindestens aber jeder Zuflußstrang an höchster Stelle mit einem „Luft-hahn“ zu versehen.

d) Die Heizkörper sind bestimmt, die Wärme da abzugeben, wo sie erfordert wird, und bilden den bei Weitem wichtigsten Theil der Heizanlage. Ihre Form ist so zu wählen, daß sie eine leichte Ueberführung der Wärme an die umgebende Luft gestatten; im Uebrigen ist dabei dem Architekten, namentlich in Bezug auf Reichthum der Decoration, mannigfacher Spielraum gelassen. — Ein Haupterforderniß ist: absolutes Dichthalten, weil die Heizkörper im Innern der Räume Verwendung finden. Dichtungsmaterialien, wie Hans und Kitt sind weniger empfehlenswerth als Gummi, und dieser wird von der metallischen Dichtung übertroffen.

Nach ihrer Form unterscheidet man folgende Heizkörper:

I. Defen, und zwar:

a) Säulen- oder Cylinderöfen und β) Röhrenöfen;

II. Register, und zwar:

liegende und stehende Register;

III. Röhren, und zwar:

glatte und armirte.

\*) Dieses Arrangement findet z. B. in Fig. 203 bei Mitteldruckheizung statt.

\*) Nur bei Mitteldruck ist dasselbe entsprechend belastet (vgl. S. 64).

a) Die Säulenöfen sind frei vor der Wand, gewöhnlich im Winkel des Zimmers stehende Heizkörper von cylindrischer Form, jedoch mannigfach wechselnder Dekoration, zuweilen etwas konisch verjüngt. Der Durchmesser 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 Verhältniß zum Durchmesser\*).

Der cylindrische, schmiedeeiserne, 3 mm dicke Blechmantel des Ofens ist oberhalb und unterhalb durch Böden von Gußeisen oder von Kupferblech geschlossen. Den Ofen durchdringen eine Anzahl (5—14) durchgehender Röhren, welche in den kupfernen Böden festgelöthet sind. Wenn die Böden, wie auf Taf. 43 Fig. 1 aus Eisen gegossen sind, so erfolgt die Dichtung in der Nut durch eingelegte Gummiringe Fig. 200. Mittelfst der eingelassenen Schraubenbolzen S werden die Rohre fest gegen den Boden geschraubt und mit Gewalt in die Dichtungsfuge eingepreßt.

Die Wasser-Zuführung findet an der höchsten Stelle bei b, die Abführung an der tiefsten Stelle des Schaftes bei d statt, wie Fig. 1 auf Taf. 43 und Fig. 200 im größern Maasstabe erkennen lassen. Der untere Boden des Ofens wird durch 3 eiserne Stützen c, c getragen, welche am Fußboden mittelst Verschraubung befestigt sind. Sockel und Krönung des Ofens sind unabhängige Theile, die Krönung insbesondere ist nur dekorativ und besteht aus Zinkguß, Eisenblech oder Gußeisen.

Soll nun 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 und in der Richtung der Pfeile erwärmt in das Zimmer gelangt. Wenn auch Circulation der Zimmerluft beabsichtigt wird, dann muß der Sockel durchbrochen oder ganz frei, d. h. auf Füße, Kugeln oder sonstige Unterlagen gestellt werden.

Fig. 199 gibt die Ansicht eines vom Professor Lucae für die Villa „Heckmann“ in Berlin entworfenen Säulenofens.

Fig. 199.

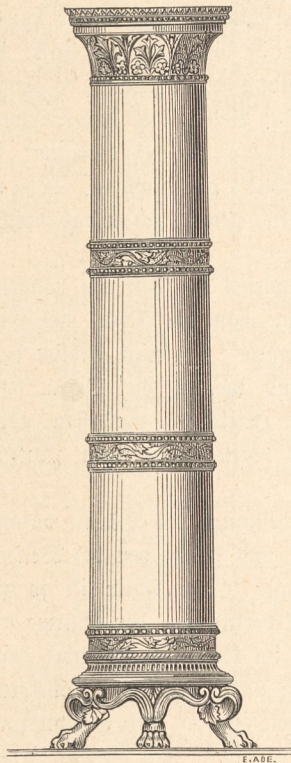
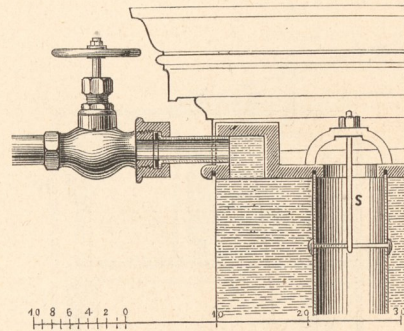


Fig. 200.



Zur Regulirung des Wasserzuflusses und um einzelne Heizkörper von der Circulation ausschließen zu können, sind Absperrventile nöthig, die man vortheilhaft am Zufluß- und Rückflußrohr anbringt. Taf. 43 Fig. 1 und Fig. 200. Hierzu empfehlen sich als zweckmäßig die Kugel- oder Regelventile mit gußeisernem Gehäuse und Messingsitz.

β) Der Röhrenofen (Taf. 43 Fig. 2) besteht aus einem mittelst Sockel und Kapital zusammengefaßten Bündel vertikaler, patentgeschweißter Rohre. Hier dienen die Rohre jedoch zur Circulation des erwärmten Wassers, welches in den oberen gußeisernen 7 cm hohen Sammelkasten bei entsprechender Drehung des Ventiles aus dem Zuflußrohr b einströmt. In Fig. 2 ist dies Ventil seitwärts vom Ofen angebracht; bei dem Kasten Fig. 3 findet die Einmündung in den

\*) Maaße und Heizflächen von einigen gangbaren Cylinderöfen.

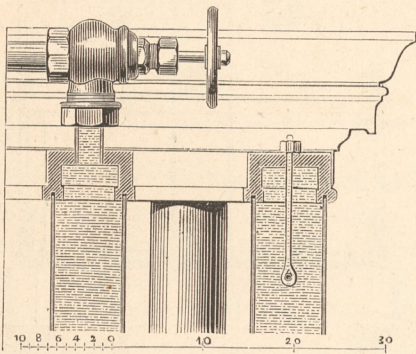
Unterer Durchmesser. Meter	Oberer Durchmesser. Meter	Zahl der Röhren.	Heizfläche in Quadratmetern bei einer Cylinderhöhe von				Unterer Durchmesser. Meter	Oberer Durchmesser. Meter	Zahl der Röhren.	Heizfläche in Quadratmetern bei einer Cylinderhöhe von			
			1,56 m	1,88 m	2,19 m	2,51 m				1,56 m	1,88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

Kasten von obenher statt (vergl. Fig. 199). Das durch Wärmeabgabe gekühlte, spezifisch schwerere Wasser sinkt nun bald nach dem unteren Doppelboden und wird in derselben Weise nach der Rückflußleitung abgeführt wie bei den Säulenöfen.

Auch bei diesen Öfen kann Ventilation oder Circulation der Zimmerluft stattfinden, zu welchem Zweck die beiden Kästen mit einer oder mehreren Durchbrechungen 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 wie bei *a*) mit Gummidichtung (Fig. 201). Die Krönung ist aus getriebnem Blech hergestellt\*).

Fig. 201.

Detail des Eckventils.



II. Unter Registern 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. 43 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 wie früher von oben her bei *b* statt, die Abführung durch das untere Ventil *d*; Regulierung und Absperrung werden gewöhnlich durch Schraubenschlüssel bei *r* bewirkt.

Dem Auge pflegt man die Register durch eine mit Gitterwerk versehene hölzerne Bekleidung zu entziehen, wobei dem Geschmack beliebig Rechnung getragen werden kann. Für den Austritt der Circulationsluft ist das Fensterbrett mit Durchbrechungen versehen und die Wirkung der strahlenden Wärme des Registers wird durch das Gitterwerk nicht gehemmt.

In ähnlicher Weise können auch stehende Register in nischenähnlichen Vertiefungen der Zimmerwände aufge-

\*) Die Heizfläche ergibt bei 1,56—2,51 m Röhrenlänge 9,4 bis 14 qm.

stellt, durch ein Gitterwerk verdeckt und zur Zimmer-Erwärmung benützt werden; in allen Fällen sind die Register oben mit der Zufluß- und unten mit der Rückflußleitung zu verbinden.

Bei flachen Brüstungen, wo eine doppelte Rohrlage nicht angebracht werden kann, empfiehlt sich — zur Vergrößerung der Heizfläche — die Anwendung der noch näher zu besprechenden, mit Strahlungsrippen versehenen Rohre (Taf. 43 Fig. 5). Die Zusammensetzung weicht nur dadurch von derjenigen der liegenden Röhrenöfen ab, daß der Anschluß der gegossenen Rippenrohre an den Sammelkästen bequemer mittelst Flanschen bewirkt werden kann\*).

III. Rohrförmige Heizkörper endlich werden überall da angewendet, wo die Aufstellung von Öfen entweder inopportun oder zu theuer erscheint. So werden in Treibhäusern und Trockenkammern gewöhnlich lange Leitungen in Rohrform hergerichtet, durch welche das Wasser circulirt und seine Wärme an die umgebende Luft transmittirt. Wenn aber aus lokalen Gründen die zur Erwärmung erforderliche Rohrlänge nicht angebracht werden kann, so sind die Leitungen zur Vergrößerung der Heizfläche mit aufgedrückten oder angegossenen Scheiben oder Rippen von runder oder quadratischer Form zu versehen. Solche Rippenrohre werden gewöhnlich in die Leitung eingeschaltet und heißen „Batterien“\*\*). Fig. 202 stellt eine derartige Batterie in Grundriß und Längenschnitt dar.

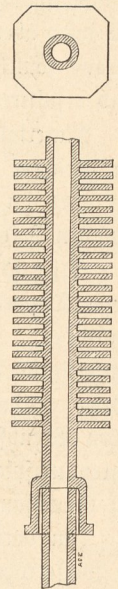
An Stellen, wo die horizontale Lage der Rohre in die vertikale übergeht, sind Verbindungen einzuschalten, welche die Ausdehnung der Röhren unschädlich machen. Man bedient sich dazu biegsamer Compensationsstücke von Kupfer. In langgestreckten Lokalen, wo zuweilen die Ausdehnung der Rohre ein beträchtliches Maaß erreicht, pflegt man sogar in Abständen von 15 m Stopfbüchsen anzubringen. Daß auch die Transmissionsrohre zur Verminderung der Reibung auf Rollen gelegt werden können, ist nach dem Früheren klar.

## B. Warmwasserheizung mit Mitteldruck.

Die Temperatur, bis zu welcher man die Erwärmung im System steigert, beträgt im Maximum 130° C.

\*) Der Heizfläche des Registers mit 4 Stück 1,50 m langen Rippenrohren beträgt 4 qm.

\*\*) Gourney'sche Batterien.

Fig. 202.  
Batterie.

Das Wasser kehrt mit  $65^{\circ}$  nach dem Wärmerecipienten zurück; die Temperatur-Differenz  $130 - 65 = 65^{\circ}$  ist daher nur  $10^{\circ}$  größer als bei dem System der Niederdruckheizung: der Effektunterschied beruht also auf der absolut höheren Rohrtemperatur, welche eine Spannung von 2–3 Atmosphären hervorruft. Vor der Benützung ist daher eine entsprechende Druckprobe auf 8–10fache Sicherheit vorzunehmen.

Der Wärmerecipient des Mitteldrucksystems wird nicht als Walzenkessel konstruirt, sondern er wird gebildet durch ein System von 9–11 patentgeschweißten Röhren von 0,10 m äußerem Diameter. (Taf. 44 d. d.) Diese vereinigen sich durch vertikale Abzweigungen in einem größeren Sammelrohr *g* Fig. 2 und 4, welches den Anschlußstutzen als Beginn der Hauptzuflußleitung enthält. Ähnlich ist die Anordnung der Sammelkästen *h h* (Fig. 2 und 4), welchen das kältere Wasser des Rücklaufrohres *l m* zugeführt wird, um sich im Aufsteigen in den Röhren *d d* wieder zu erwärmen und seinen Lauf durch *g* nach den Transmissionsgefäßen zu nehmen. Durch die Siederöhren *d d* wird aber die Wassermasse auf ein Minimum beschränkt, woraus schnellere Erwärmung und ein höherer Temperaturgrad resultiren.

Material, Verbindung und Dichtung der Leitungsröhren weichen nicht von dem System des Niederdrucks ab, nur wird im Verhältniß zu dem vermehrten Atmosphärendruck den Verbindungen eine höhere Sorgfalt zuzuwenden sein.

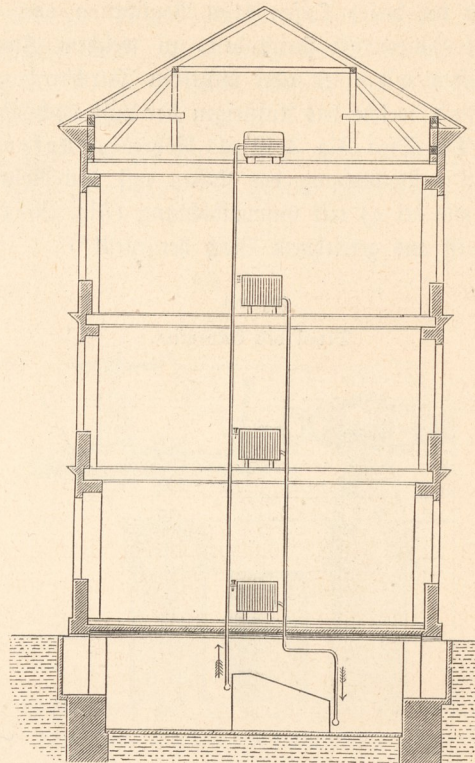
Der Herd *a* der Feuerungsanlage ist mit einem Doppelrost versehen und für Füllbetrieb hergerichtet. Zu dem Ende sind zwei Einschüttzargen mit zugehörigem Deckel und außerdem Regulir- und Aschenfallthüren vorhanden. Die Gase steigen vom Rost in den hohen Brennschacht *c* und bewegen sich dann, die Wasserrohren umspielend, abwärts (Gegenstromheizung), um durch den Rauchsammler *m* in den Schornstein zu entweichen.

Im vorliegenden Falle ist der Feuerkanal, in welchem die Wasserröhren *d, d* untergebracht sind, mit 16 mm dicken eisernen Rippenplatten abgedeckt: die darüber verbleibende Luftkammer *f* wird demnach erwärmt, und wenn derselben durch den Kanal *i* frische Luft zugeführt wird, so wird diese erhitzt nach *k* steigen und zur Erwärmung der Stagen benutzbar sein, wobei der qm der gerippten Fläche mit 2000 Calorien in Anschlag zu bringen ist.

Eine sehr ähnliche Anordnung ist von der Wiener Firma **Helldorf und Brückner** für die städtische Mädchenschule am Carolinenplatz daselbst ausgeführt und durch den Oberingenieur **F. Paul** beschrieben\*). — Das System der Anlage ist in Fig. 203 dargestellt. Die Heizkörper werden direkt vom Steigerohr gespeist und die Vertheilungsröhre liegen nicht im Dachboden, sondern im Keller, vom Steige-

rohr abzweigend — eine Disposition, welche Ersparung an Rohrlängen bezweckt und dadurch die Anlage billiger gestaltet.

Fig. 203.

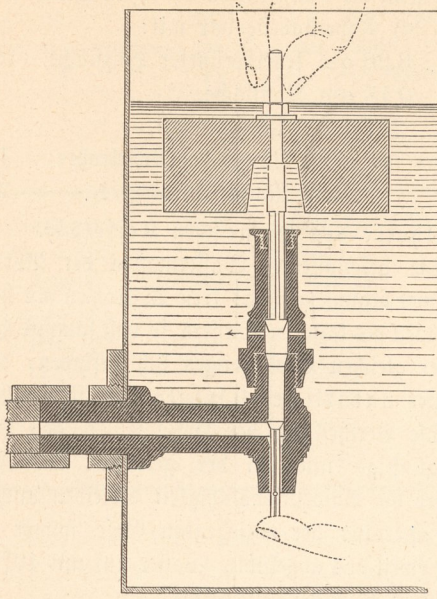


Das Expansionsreservoir (Fig. 204) für Mitteldruck besteht aus einem Wasserbehälter am höchsten Punkte des Systems; mit dieser mißt die Rohrleitung fest verschraubt, der Art, daß sie in einen senkrechten Cylinder mit Doppelventil mündet, der am Reservoir durch Verschraubung festgehalten wird. Der untere Ventilkegel wird durch die Spannung des heißen Wassers, der obere durch das Belastungsgewicht festgehalten. Tritt nun Ueberhitzung des Wassers und demzufolge vermehrter Druck und vermehrte Ausdehnung ein, so wird in Folge der Volumveränderung das Sicherheitsventil gehoben und das heiße Wasser fließt so lange durch die seitlichen Bohrungen aus, als der Ueberdruck andauert. Beim Fallen der Temperatur vermindert sich dagegen das Volum, 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.

Die Aktiengesellschaft für Central-Heizungs-, Gas- und Wasseranlagen in Berlin benützt als Heizkörper für Mitteldrucksystem Röhrenöfen, Register und Transmissionsröhren mit eingeschalteten Batterien, wie solche auf Taf. 43 dargestellt sind.

\*) Vergl. **F. Paul**, Central- und Ofenheizung. Wien 1877.

Fig. 204.



Neuerdings hat die Konstruktion röhrenförmiger Wärmerecipienten für Warmwasser-Mitteldruckheizung eine wesentliche Ausbildung erfahren durch den Civilingenieur **H. Heine in Berlin**. Seinem patentirten Wasserrohrkessel (deutsches Reichspatent Nr. 751 und 2258) dürfte voraussichtlich eine bedeutende Verbreitung für Heizungszwecke gesichert sein.

Die Anfertigung dieser Kessel für Warmwasser-Niederdruck und Mitteldruckheizung ist der bekannten Firma **Rietschel & Henneberg** übertragen\*) und von derselben mit Erfolg u. A. auch für das neue Realschulgebäude zu Darmstadt zur Anwendung gebracht. (Vergl. Anwendungen S. 182.)

Heine's patentirter Röhrenkessel ist auf Taf. 44<sup>a</sup> in den Fig. 1—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 Unterkessels, welche symmetrisch als Wasserrohrkessel ausgeführt sind. Das centrale Rohr A derselben wird von einer concentrischen Reihe von 8 Wasserrohren B umgeben. Sämmtliche Rohre communiciren 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 sämmtlichen Rohre mittelst mechanischer Vorrichtung gedichtet (eingewalzt) sind. Die Kammern werden durch gußeiserne Kästen von recht-

\*) Die Ausführung der patentirten Konstruktion als stationäre Dampfkessel haben die Fabriken von A. Vorsig und J. Piedboen in Aachen kontraktlich übernommen.

Breyman, Bau-Constructionslehre. IV. Zweite Auflage.

eckiger Grundform gebildet und mittelst gehobelter Flanschen an jene Blechplatten verschraubt. Die äußere Wand der Kästen ist nach innen durch Stehbolzen D mit der schmiedeeisernen Rohrwand verbunden.

In der Außenwand ist in der Achse der beiden Rohre A eine Oeffnung angebracht und durch 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 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<sub>1</sub> am oberen Deckel des vorderen Kesselendes aus, das zurückkommende kalte durch G<sub>2</sub> am untern Deckel des hinteren Kesselendes ein. Beide Stutzen G<sub>1</sub> und G<sub>2</sub> haben reichlich bemessene Durchgangsquerchnitte für die anschließende Rohrleitung von 4" englischen Patentrohren\*) (101 mm). An dem Stutzen G<sub>1</sub> befindet sich das Thermometer H, um die Temperatur des Wassers im Steigerrohr zu messen.

Der Kessel ruht am Vorder- und Hinterhaupt auf den beiden Platten J<sup>1</sup> und J<sup>2</sup>, von denen die erstere zur Anbringung der Ofenarmatur dient. Die Platten J<sup>1</sup> und J<sup>2</sup> werden nur durch die Längsanker K gehalten: da sich jedoch die unteren Enden der Rohrplatten in die Ruthen a der erstgenannten Platten setzen, so ist auch am oberen Ende derselben eine Längenverankerung 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 Fugenbau. Die obere Fuge der Reihenschicht läuft parallel der Neigung des Kessels.

Von dem Roste L, welcher unter dem Kessel liegt und am vorderen Ende durch die Feuerthür L<sup>1</sup> bedient wird, steigen die Gase direkt aufwärts; sie sollen sich gleichmäßig an der ganzen Länge der Wasserrohre verbreiten. Da nun die Gase — in Folge der Anordnung von Circulationsplatten M M — contrahirte 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 zusammengenieteten schmiedeeisernen Lamellen von 7 mm Dicke, bei 5 mm Abstand derselben, konstruirt. Sein vorderes Ende ruht auf einer gußeisernen Rostplatte N, welche ihrerseits von der Vorplatte N<sup>1</sup> N<sup>1</sup> getragen wird. Bei Wegnahme letzterer wird also der ganze

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

Raum unterhalb des Kessels frei. O ist die Aschentür, welche für den Eintritt der Luft durch einen Grabbogen eingestellt wird. O<sup>1</sup> dient zur Regulirung des Luftzutritts bei geschlossener Aschentür.

Um die Gase möglichst gleichmäßig auf die ganze Länge der Wasserrohre zu vertheilen, sind zwei Abzugsquerschnitte durch die Rahmen P gebildet und in diese die Drosselklappen P<sup>1</sup> zur Zugregulirung gelegt; durch die Oeffnungen P entweichen die Gase in den Fuchs.

Die Rohrplatten der Kammern C reichen bis zur Abgleichungsschicht des Kesselmauerwerks; daselbst sind an ihnen Winkelleisen R<sup>1</sup> befestigt und auf diese Längsträger R von  $\perp$ förmigem Querschnitt gelagert. Die Abdeckung dazwischen besteht aus gußeisernen Platten, welche auf den Steg der  $\perp$ Eisen gelagert und mit einer Backstein- oder Lehmsschicht überdeckt sind.

An dem einen jener  $\perp$ Eisen sind die Rahmen der Drosselklappen P<sup>1</sup> P<sup>1</sup> verschraubt, und ferner zwei Lager für die Regulirungsrolle 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 Fuchs führt. Die Sohle des Seitenkanals wird ebenfalls durch  $\perp$ Eisen getragen. Wegen des seitlichen Abzugs der Feuergase 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 geschieht für den Unterkessel durch vier Reinigungsthüren V in jeder Seitenwand und für den Oberkessel durch Fortnahme der Abdeckung Q. Sie erfolgt mittelst Drahtbürsten und ist zu diesem Behuf an jeder Längswand mindestens ein freier Raum von 1,45 m Breite erforderlich. Hinter dem Kessel ist derselbe Raum nothwendig.

Anm. Um große Heizflächen zu bilden, werden in der Regel gekuppelte Kessel, deren Anordnung Taf. 44<sup>a</sup> in Fig. 3 zeigt, aufgestellt. Letztere bieten dieselben Vortheile wie die Einzelkessel. Für das aufsteigende Wasser werden die beiden Deckelstützen G<sup>1</sup> durch das gemeinsame Façonrohr W, W Fig. 3 mit einander verbunden und der Anschluß des Steigerohres kann entweder in der Verlängerung von W oder mittelst des punktirten Stützens W<sup>1</sup> direkt nach oben erfolgen. In derselben Weise sind die Stützen G<sup>2</sup> für den Rücklauf durch ein Rohr X gekuppelt. Durch Einschaltung von Absperrventilen zwischen den betreffenden Stützen 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 Fuchs eingeleitet.

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

Die Kessel werden von der Firma Rietschel & Henne-

berg in 2 Modellen von je 5 Nummern gefertigt. Taf. 44<sup>a</sup> Fig. 1—3 stellt die Konstruktion des ersten Modells und zwar die Nr. 3 der Fabriktablelle dar mit:

8,26 qm feuerberührter Heizfläche,

0,18 qm Kofffläche,

207 Liter Wasserinhalt.

Ferner ist: a die Länge der Kesselrohre = 1,5 m;  
totale Länge des Kessels = 2 m.

Vortheile des Heine'schen Kessels\*).

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

2) Die Vertheilung 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°—50° C. in die hintere Kammer zurückkehrt).

3) Das Verhältniß zwischen Wasserinhalt und Heizfläche ist nach den angestellten ausführlichen Versuchen und Resultaten ein für Wasserheizungs-zwecke sehr 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 probirt.

## Heißwasserheizung.

§. 66.

Im Gegensatz zur Niederdruckheizung ist das Hochdrucksystem ein hermetisch geschlossenes. Der Charakter der Anlage als Heißwasser-Mitteldruck- oder Hochdruck-Heizung wird lediglich durch die Temperatur der zur Wärmeaufnahme, resp. Wärmeabgabe bestimmten Rohre und durch die Art der Expansions-Vorrichtung bedingt.

Perkins, der Erfinder des Systems, verwendete schmiedeeiserne gezogene Rohre von  $\frac{1}{2}$  Zoll 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's eigenen Beobachtungen betragen die Initialtemperaturen des Wassers im System 450—560° Fahr-

\*) Dieselben sind ausführlich erörtert in Nr. 27 der „Annalen für Gewerbe und Bauwesen“ (F. C. Glaser, Berlin, Jahrg. 1878). Für die Details der in Frage kommenden Punkte wird auf die dortigen Ausführungen verwiesen.

\*\*) In einer städtischen Gemeindegemeinde zu Berlin betrug der Kohlenverbrauch im Winter 1878/79 für den gleichen Effekt bei Heine's Patentkessel nur rot. 80% desjenigen, welchen der bisher verwendete Feuerrohrkessel erfordert hatte, trotz einer um 20% geringeren Heizfläche.

heit, was 232—293 Gradus 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 Tabelle XI zusammengestellt, woraus ersichtlich, daß der Atmosphärendruck in ungleich schnellerem Verhältniß zunimmt als die Temperatur.

Tabelle XI.

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

Die Nachfolger von Perkins haben den lichten Durchmesser der Rohre von 12,5 mm auf 22 mm erweitert, bei einer Wanddicke von 6 mm, d. h. bei 34 mm äußerem Durchmesser, unter gleichzeitiger Herabminderung der Initialtemperatur des Wassers. Diese Vermehrung des Wasser-Volums bis zum Dreifachen des frühern Rohrinhalts bedingt eine sehr wesentliche Verbesserung: denn es wird dadurch die Reibung vermindert, die Transmissionsfläche vergrößert und die Reservationskraft entsprechend erhöht. Die Initialtemperatur des aufsteigenden Stromes beträgt höchstens 300—400° Fahrenheit oder etwa 150—200 Cels., und diejenige im Rücklaufrohre 50—70° C. Hiernach ergeben sich folgende Grenzwerthe für Heißwasserheizung:

	Im Maximum.	Im Mittel.	Im Minimum.
Initialtemperatur des Wassers	200°	175°—180°	150°
Temperatur im Rücklaufrohre	70°	60°	60°
Temperatur-Differenz . . . .	130°	115°—120°	90°

### Allgemeine Anordnungen.

Als Wärmeconzipient der Heißwasserheizung wird eine im Feuer liegende Spirale (Feuerschlange) aus 34 mm weitem Perkins-Rohr benützt (vergl. Taf. 45 Fig. 2—4). Diese Rohre sind nur an einer Seite mit Schweißnaht versehen und haben — namentlich im Ofen — einen sehr hohen Druck auszuhalten: sie werden daher vor ihrer Verwendung unter hohem Druck geprobt.

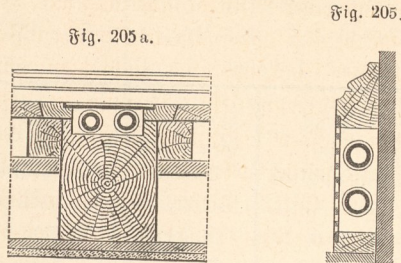
Vom obern Theil der Spirale steigt ein Rohr p in kurzer Linie (um die Abkühlung zu vermeiden) bis zum obersten Geschoß, das beheizt werden soll, auf; dieser Theil heißt das Steigerohr. Die Transmissionsröhren dagegen können beliebig geführt und überall dahin gezogen werden, wo Wärme an die Lokale abzugeben ist. Nachdem das Wasser in den angemessenen Grenzen abgekühlt ist, wird es

in einer rückwärts führenden Leitung zum Rücklaufrohre q und somit zum tiefsten Punkt der Ofenspirale zurückgeführt, um hier auf's Neue erwärmt zu werden. — Ofenspirale, Steigerohr, Heizrohr und Rücklaufrohre bilden also eine geschlossene, in sich zurückführende Rundleitung, und man nennt jede derartige Combination „ein System“.

Die Länge der Systeme dehnt man nicht gern über 150—200 Meter aus, weil die Reibung an den Rohrwänden und die mancherlei Umbiegungen der Rohre 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 Rücklaufrohre sich an die erste Spirale anschließt, so hat man ein gekuppeltes System. So können 4—6 Systeme in einem Ofen vereinigt, von einem Kofst aus geheizt und durch eine Pumpvorrichtung gespeist werden. Hierbei werden die Widerstände des einen Systems durch die geringeren des andern aufgehoben; freilich soll dann auch die Temperatur des zurückkehrenden Wassers in allen Schlangen möglichst gleich sein, was nahezu gleiche Länge der Transmissionsröhren jedes der Systeme bedingt.

Die Heizrohre werden in den Lokalen am Fußboden umhergeführt und äußerlich durch eine hohe Sockelleiste, welche gitterähnlich durchbrochen ist, gedeckt. Fig. 205. In Räumen von untergeordneter Bedeutung bleiben die Rohre unverdeckt. Das Rückführungrohr legt man unter das Heizrohr (wie die Fig. zeigt) und benützt dasselbe mit zur

Wärmeabgabe an das Zimmer. Nicht selten werden Transmissionsrohre und Rückführohre in den Fußboden verlegt. Fig. 205<sup>a</sup>. In solchem Falle sind zwischen den Balken Kanäle ausgespart, mit Schwarzblech ausgefüttert, in diese



Rinnen die Rohre verlegt und die Oeffnung der Heizkanäle mit durchbrochenen Eisenplatten abgedeckt.

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

Die Expansionsvorrichtung besteht für Mittel- und hohen Druck aus einem belasteten Doppelventil, welches wir bereits in Fig. 204 kennen lernten und für hohen Druck aus einem Expansionsrohr: in beiden Fällen soll sie am höchsten Punkte des Systems liegen. — Das Expansionsrohr hat den Zweck, die durch Erwärmung auf 130°–200° C. ausgedehnte und aus dem Steigerrohr expulsierte Wassermasse aufzunehmen. Ferner sollen sich hier alle Luftblasen ansammeln, damit sie nicht in die Circulationsrohre gelangen und der Wasserbewegung Hindernisse entgegenstellen.

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

Der Ausdehnungs-Coefficient des Wassers in eisernen Gefäßen ist  $\alpha = 0,00033$ . Nehmen wir als Maximum der Temperatur des Wassers  $t = 200^\circ$ , dann ist das Volum sämtlicher Röhren zu multipliciren mit  $1 + \alpha t = 1 + 0,00033 \times 200 = 1,0660$  und das Produkt von dem ursprünglichen Volum abzuziehen. Der Rest ist das Wasservolum, welches in den Röhren nicht mehr Platz findet. Der Wasserinhalt einer 22 mm im Lichten weiten Röhre von 100 Meter Länge ist

$$V = 100 \times 0,00038 = 0,038 \text{ cbm.}$$

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

$$V' = 0,038 \times 1,066 = 0,0405 \text{ cbm,}$$

und dasjenige des aus der Röhre austretenden Wassers ist:

$$V' - V = 0,0405 - 0,0380 = 0,0025 \text{ cbm oder } \frac{1}{15} V.$$

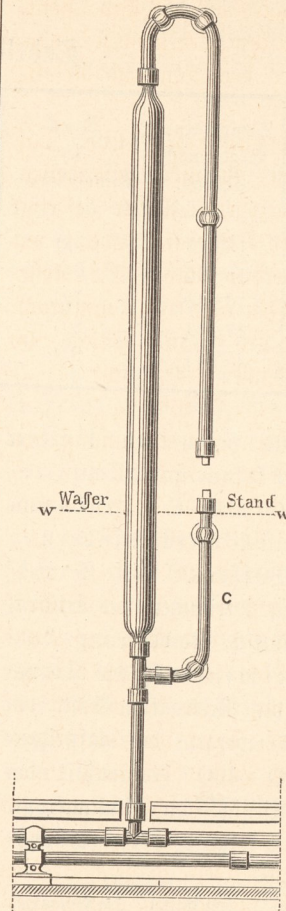
Dies Volum muß in der Expansionsröhre Platz finden. Wir wählen einen Durchmesser = 0,08 m, wobei der Querschnitt = 0,00502 qm; die Länge des Expansionsrohres für ein 100 m langes System ist daher:

$$\frac{0,0025}{0,00502} = 0,49 \text{ Meter.}$$

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

Fig. 206 stellt ein Expansionsrohr mit Nachfüllstutzen dar. Außer dem 0,08 m weiten Behälter ist ein vertikal abwärts geführter Schenkel von dem Durchmesser des Circulationsrohres 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.

Fig. 206.



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

Als Nachteile werden hauptsächlich folgende genannt:

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

2) Die Gefahr, daß durch Ueberhitzung der Rohre Holz entzündet werden kann. Obwohl die Entzündung des Holzes erst bei 425° C. eintritt, ist die Möglichkeit doch nicht ausgeschlossen, wenn in Folge fehlerhafter Anlage die Rücklaufrohre mit zu hoher Temperatur zum Ofen zurückkehren. Verhindert wird es jedoch, sobald eine Füllfeuerung vorhanden ist, auf welcher in der Zeiteinheit eine vorausbestimmte Menge von Brennstoff verbrannt wird und 2) wenn die Circulation in angemessener Art vor sich geht.

3) Die Möglichkeit, daß der auf den Heizröhren ab-



gelagerte Staub versengt werde. Die Zersetzung der organischen Stoffe, aus welchen der in der atmosphärischen Luft enthaltene Staub besteht, beginnt erst bei 140—150° C. Da die Initialtemperatur des Wassers für Wohngebäude 160° nicht leicht überschreitet, so wird auf das Expansionsgefäß 155—150° entfallen und in den zu heizenden Wohnräumen die Rohrtemperatur unter dem Siedegrad bleiben, der den Staub zersetzt.

4) Die Gefahr des Explodirens 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 qmm. Stiege also auch wirklich die Wassertemperatur über 200°, auf:

230°            260°            290°

so entspricht diesen Temperaturgraden eine Spannung von  
27<sup>at</sup>            38<sup>at</sup>            73<sup>at</sup>

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 917fache und bei Erhitzung auf 290° eine 477fache, d. h. es ist in der That keine Explosionsgefahr vorhanden, um so weniger, als die Röhren vor dem Gebrauch geprüft, d. h. einem Druck von 140 Atmosphären mittelst einer hydraulischen Pumpvorrichtung unterzogen werden, und müssen Rohre und Verschraubungen bei diesem Druck wasserdicht bleiben.

Wenn bisher Explosionen stattfanden, so geschah es im Ofen, und ohne alle Gefahr, da die Röhren von Mauerwerk umgeben sind. Es öffnet sich die Schweißnaht des Rohres und ein Theil der Wassermasse ergießt sich in den Ofen.

Dagegen sind als negative Eigenschaften des Systems zu bezeichnen:

- 5) Die Schwierigkeit des Regulirens der Temperatur in den Räumen nach vorübergehendem Bedürfnis, und  
6) Die des Absperrrens einzelner Räume.

ad 5) Durch verstärkte oder verminderte Intensität des Feuers ist dies System allerdings nicht regulirbar: man darf also die Rohrlänge nicht auf den halben Effekt bemessen wollen in der Meinung, bei starker Kälte durch lebhaftes Feuern auch den größern Bedarf zu decken. Denn wenn die Anfangs- und Endtemperaturen des Wassers auf 150° resp. 60° C. bemessen sind und damit etwa 32000 Cal. bei normaler Temperatur producirt werden, so würden für die Erzeugung von 64000 Cal. die Wassertemperaturen auf 240, resp. 100° zu steigern sein. Die Zurückführung des Wassers mit hoher Temperatur involvirt

aber einen erheblichen Verlust an Brennstoff und bringt die schon besprochene Gefahr der Ueberhitzung nahe, weil der Heizer nicht wissen kann, wie hoch er die Temperatur steigern muß, um den betreffenden Effect 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 Reservationskraft\*) des Systems verhältnißmäßig schnell ein.

ad 6) Die Zimmerleitungen oder einzelne Spiralen mit Absperrhähnen zu versehen ist allerdings durchführbar, aber darum mißlich, weil man die abgesperrten Systeme nicht gleichzeitig entleeren kann, diese also beim Aufhören der Wassercirculation leicht dem Einfrieren unterworfen und die gewöhnlichen Hähne auf die Dauer nicht dicht zu halten sind. Sind insbesondere die Hähne nicht genau gebohrt, so werden durch deren Einschaltung leicht Contractionserscheinungen hervorgerufen und die Circulation gehemmt. Uebrigens ist es einer der Vorzüge dieser Heizung, daß zusammenhängende Zimmergruppen ohne wesentliche Mehrkosten eine gleichförmige Wärme erhalten können. Für größere Gebäude hat man es außerdem in der Gewalt, durch Anlage kleinerer Systeme die periodisch benützten Räume von den continuirlich geheizten zu trennen.

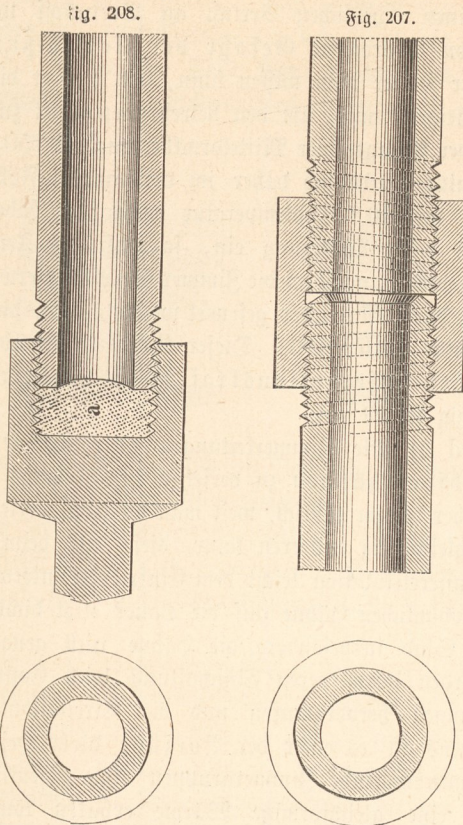
7) Der Vorwurf, daß Ventilation schwierig mit der Hochdruckheizung zu verbinden sei, ist endlich nur mit Einschränkungen zu verstehen, denn auch diese Aufgabe ist rationell zu lösen; das Nähere wird bei Besprechung der Detailkonstruktionen seine Erledigung finden.

## §. 67.

### Das Röhrensystem und seine Verbindung.

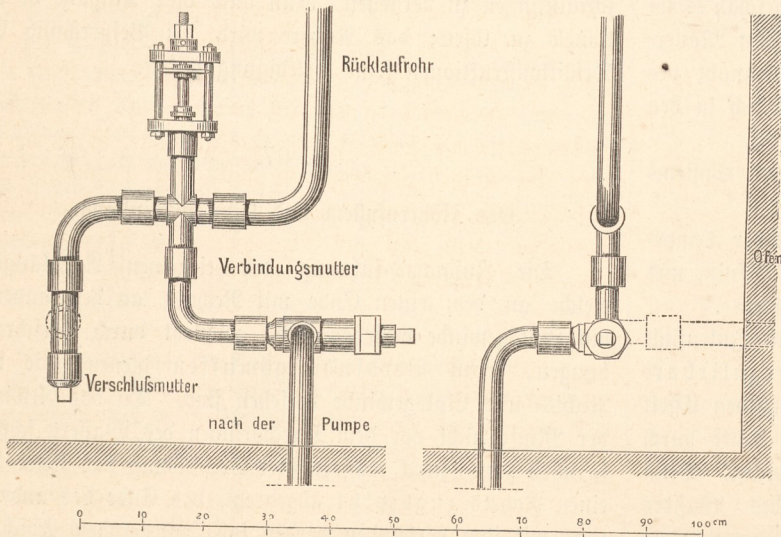
Die Zusammenführung der einzelnen Rohrlängen, welche an dem einen Ende mit Rechts-, an dem anderen mit Linksgewinde versehen sind, geschieht durch Verschraubungen, wozu Verbindungsmuffen dienen, die mit Rechts- und Linksgewinde versehen sind. Da das Gewinde der Muffe nicht vor dem Durchdringen des Wassers 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

\*) Für Schulen und ähnliche Institute stellt sich hiernach der Mangel am Reservations-Vermögen als Vortheil heraus, weil das Funktioniren des Apparates den Zeitabschnitten des Unterrichtes genauer angepaßt werden kann. Vergl. Anwendungen §. 67.



versehen. Fig. 207. Mittelft der Muffe kann man nun das scharf zugespitzte Ende fest und dicht gegen die ebene Fläche des andern Endes heranziehen und dadurch vollständiges Dichthalten erreichen.

Fig. 209.



Um die verschiedenen Windungen, Winkel, Ecken in den Circulationsströmungen zu bilden, wendet man Fagonstücke an. — Rechtwinklige Abzweigung wird durch ein schmiedeeisernes T-Stück bewerkstelligt, dessen 3 Enden mit

Gewinde versehen sind. Wo zwei Rohrstränge sich kreuzen, da wendet man Kreuzstücke an; die mit äußerem Gewinde versehenen vier Enden desselben werden durch gerade Muffen mit den Anschlußsträngen verschraubt. Zur Verbindung zweier Rohrstränge im Winkel dienen Bogenstücke oder geschmiedete Kniestücke. — Kreuzstücke, Bogenstücke und Verbindungsmuttern zeigt u. A. das in Fig. 209 dargestellte Absperrventil. Dagegen sind zur Herstellung des Expansionsrohres Fig. 206 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. 208 mittelst Blei, welches in die Tiefe der Mutter eingegossen ist, und das Rohrende preßt sich beim Anziehen der Mutter fest in die Bleimasse a ein.

Absperrventile werden da angebracht, wo es sich um eine zeitweise Ausschaltung eines Theiles der Heizröhren oder der Spiralen handelt. Fig. 209 stellt ein Absperrventil dar; es bildet eine Combination von drehbarem Kolbenventil 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 vorstehender Beschreibung:

- 1) aus den Herd- oder Ofenspiralen;
- 2) aus den Röhren zur Ofen- und Pumpen-Montirung;
- 3) aus den Transmissionsröhren;
- 4) aus den eingebetteten oder todten Röhren.

### Die Ofen und deren Montirung.

Auf Taf. 45 Fig. 1—4 ist ein von der Firma J. L. Bacon in Berlin construirter Ofen für Hochdruckheizung dargestellt. Die Ofenspirale bildet eine sogenannte „geschlossene Schlange“, nämlich ein Oblongum mit abgerundeten Ecken, welches im Grundriß die gewöhnliche O-Form erhalten hat. Im hintern Theil der Schlange befinden sich die Muffverbindungen des Rohres. Da zwischen den Rohrwindungen Spalten nicht bleiben sollen, 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 vordern Theil der Schlange befindet sich der Kofst a und vertikal über demselben der Füllschacht, durch welchen das Brennmaterial (Kofe) auf den Kofst hinabge-

schüttet 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 Feuerzungen 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 Rauchzieher i regulierbar.

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

Das Ausrußen der äußern Züge d, d geschieht mit Hilfe der vier Verschlusskapseln d' d'. Der innere Brennraum wird gereinigt nach Herumschlagen des Kofstes theils vom Aschenraum, theils von der Inspektionstür k her, indem mit der Bürste die Rohre sorgfältig abgeputzt werden. Angesammelte Rußtheile 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 Heizschlängen und der Züge muß, je nach Art des verwendeten Brennstoffes, in Pausen von 4 bis 8 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 Taf. 45 Fig. 1 zwei Füllrohre n und n' angebracht, welche in Verbindung mit dem sogenannten Durchpumphahn 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 Rohrleitung. Das Wasser nimmt nun seinen Weg zuerst durch die Ofenspirale\*), 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 gegen einander mittelst des Durchpumphahnes l abgeschlossen; an-

denfalls würde das Wasser von einem Füllrohr zum andern gehen, ohne die ganze Leitung zu passieren.

Hat man sich überzeugt, daß bei fortgesetztem Pumpen die an den Rohrwänden adhären den 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 dokumentirt 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 stagnirenden Luft sorgt, so wird die Circulation gehemmt, und das Rohr an der mit Luft gefüllten Stelle überhitzt, was namentlich dann gefährlich werden kann, wenn dieser Rohrtheil im Ofen liegt. \*)

Anm. Gewöhnlich gelingt es durch Lüften der Kapselschraube am Fußstutzen des Expansionsrohres die Luft aus der Leitung zu entfernen; wenn dagegen ein Expansionsreservoir mit Druckventil vorhanden ist, so wird das letztere öfter vorsichtig einen Moment lang gehoben (wie Fig. 204 verdenktlich). Hierbei gibt 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 1—2 Jahren sich als nöthig herausstellen wird.

Das Nachfüllen erfolgt bei Expansionsrohren durch den seitlichen Füllstutzen bis zur Linie des normalen Wasserstandes w, w Fig. 206, und ist dazu zweiwöchentlich etwa ½ Liter Wasser erforderlich. Bei dem Doppelventil Fig. 204 geschieht die Füllung ganz selbstthätig (vergl. Seite 168).

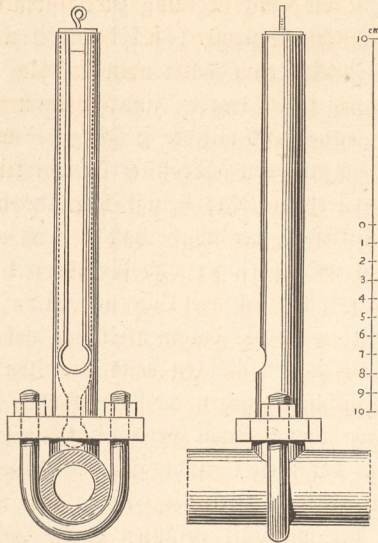
Um den Heizer in den Stand zu setzen, daß er die Temperatur am Steigerrohr beobachten könne, ist an demselben eine Kapsel angebracht in Form einer offenen Hülse, welche mittelst einer Schraubenzwinge auf dem Steigerrohr festgehalten wird und zur Aufnahme eines Thermometers dient, dessen Glaskugel in ein Ölbad\*\*) eintaucht. Fig. 210.

\*) An der glühenden, mit Wasser nicht gefüllten Stelle der Spirale bildet sich dann Glühspahn, 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—30 cm Länge und das Wasser strömt in Dampfform aus — gewöhnlich nur ein kleiner Theil, weil der größere Theil in der Röhre durch den Luftdruck zurückgehalten wird. —

\*\*) Die Fabrikanten Ahl & Poensgen in Düsseldorf haben ein Quecksilberbad für diesen Zweck verwendet (vgl. Fischer: das Gymnasium Andreaneum zu Hildesheim in d. Zeitschrift d. Arch. u. Ing.-Vereins zu Hannover), welches die Temperatur des

\*) 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.

Fig. 210.



An dieser Stelle soll die Temperatur des Rohres das vorgeschriebene Maximum (150 resp. 200 ° C.) in der Regel nicht übersteigen.

Fig. 211.

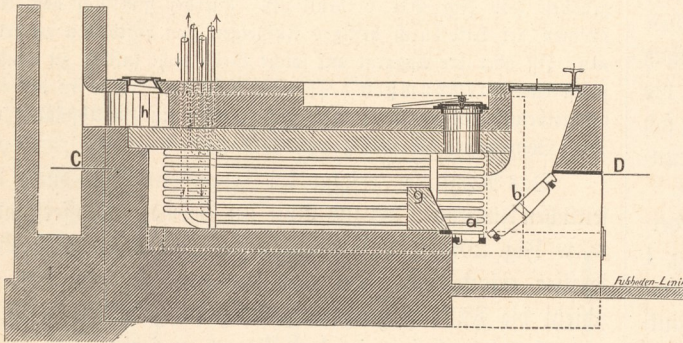
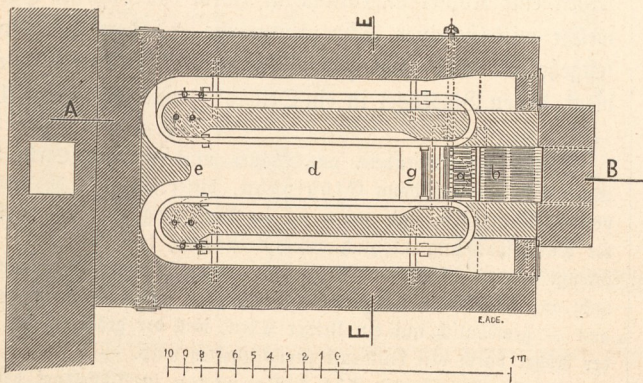


Fig. 212.



eingeschlossenen Wassers annähernd genau zeigt: es ist aber zu befürchten, daß die Quecksilberdämpfe gefahrbringend für den Geizer werden können.

Oefen 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 Heizrohrsystems nicht über das früher gegebene Maß (von 150–200 m) auszuweiten, denn große Ausdehnung des Rohrsystems hat den Nachtheil, daß die ganze Leitung außer Thätigkeit gesetzt werden muß, sobald an einem Punkte Reparaturen erforderlich werden. So sind zur regelrechten Erwärmung des auf Tafel 47 dargestellten Wohngebäudes von der Firma J. L. Bacon vier Systeme angeordnet worden mit zusammen 430 m Transmissionsrohr. Je zwei Systeme erhalten dann eine gemeinsame Feuerfchlange, der Ofen also zwei Schlangen, und findet eine Kuppelung der Systeme nach Fig. 228 statt. Die Schlangen, Fig. 211–212, sind langgestreckt, 1,57 m lang, 0,30 m breit und in 0,30 m Abstand gestellt. Der Füllschacht liegt theils im Mauerwerk, theils wird er durch einen geneigten Kofst b gebildet, an welchen sich ein schmaler Planrost a mit Kippvorrichtung schließt. Der Brennstoff (Kofte) kann ziemlich hoch geschichtet werden, wobei die Feuer-gase nach dem Passiren der Feuerbrücke sich erst im mittleren Zuge d nach hinten bewegen und dann die äußere Windung der Schlangen bespülen, an der Stirnwand aufwärts steigen, und, sich im Fuchs h vereinigend, in den Schornstein ziehen.

Die Bewegung der Verbrennungsgase längs der Spirale ist derjenigen des circulirenden Wasserstromes in der Spirale entgegen gerichtet.

Die sonstigen Anordnungen weichen nicht wesentlich von der auf Taf. 45 dargestellten Ofenkonstruktion ab. Zur Entrüfung dienen Reinigungskapseln v in Stirn- und Seitenwand. Die oberen Züge sind durch den Verschlufdeckel s controlirbar.

Eine, von der vorstehenden abweichende, Ofenanordnung wendet der Ingenieur Johannes Haag in Augsburg an. Gewöhnlich dient ein Kofst zur Erhizung von zwei gesonderten Ofenspiralen. Von dem Kofste Fig. 213 bis 215 ziehen die Feuergase über die Feuerbrücke h, h, durchströmen die doppelten, O-förmigen Schlangen, welche alternirend so verlegt sind, daß eine möglichst vollständige Verührung des Rohrumfanges mit den Rauchgasen ermöglicht wird, und fallen durch die Oeffnung am Boden der Rohrkammer abwärts in den gemeinsamen Rauchkanal. Die Schlangen ruhen mit ihren untern Enden auf zwei starken eisernen Balken in einer aus Chamottegemäuer hergestellten Kammer, an deren Boden durch Drossellappen k die Verbindung mit dem Rauchkanal nach Bedürfnif regulirt

oder ganz abgesperrt werden kann, wenn etwa das eine System von der Beheizung ausgeschlossen werden soll. Zur Absperrung einzelner Feuerfchlangen dienen eingeschaltete

Fig. 213.

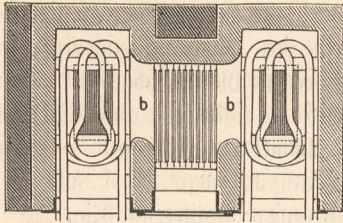


Fig. 214.

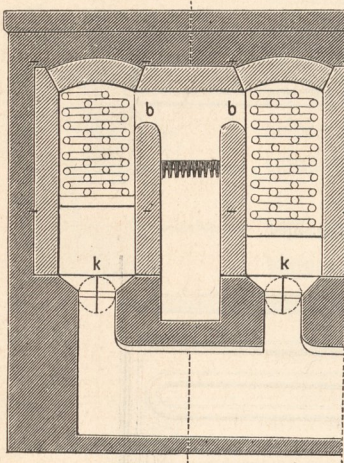
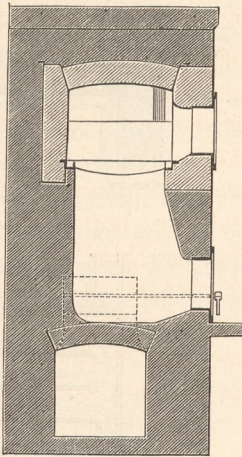


Fig. 215.



Ventile. — Die Rohrkammern sind durch große eiserne Thüren in voller Höhe abgeschlossen, um bei Reparaturen eine schnelle Auswechslung schadhafter Theile bewirken zu können.

Folgerungen: Die Bewegungsrichtung der Feuer-gase in dem Haag'schen Ofen ist nach abwärts, und die des Wasserstromes nach oben gerichtet; aber die Gase streichen im rechten Winkel gegen die Röhren und daher ist reine Gegenströmung nicht vorhanden. Das Umspülen der Rohre kann zwar frei erfolgen, aber es wird vorwaltend 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 Werth gelegt werden muß — das Ausschalten schadhafter Schlangen ohne Schwierigkeiten erreichbar.

Fig. 216.

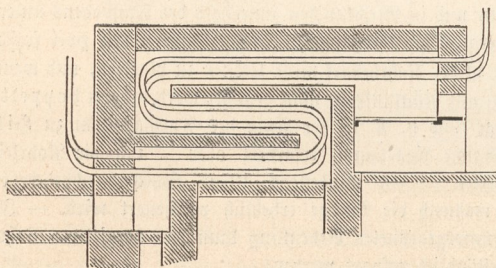
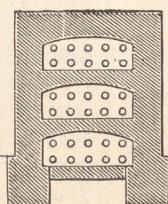


Fig. 217.



Die unzuweckmäßige, wenn auch Raum sparende, Aufwickelung der Ofenröhren in mehr oder weniger dicht geschlossene cylindrische Spiralen, bei denen immer nur ein Theil der Oberflächen vom Feuer umspült wird, ist bei der, von Carl Schinz (in Dingler's polytechnischem Journal, Jahrg. 1876) mitgetheilten, und in Fig. 216 und 217 mit geringen Modificationen dargestellten Ofenconstruction 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 werde; auch werden die Röhren an ihrem ganzen Umfange vom Feuer be-spült, was wiederum eine gleichmäßigere Abnutzung und vermehrte Wärmeabsorption involvirt. Endlich ist das Gegenstromprinzip vollständiger als bei allen vorhergehenden Constructionen erfüllt\*). Als Brennstoff kann neben der Koke auch Steinkohle benützt werden, weil das Brennmaterial mit den Röhren gar nicht in Berührung kommt. — Das Reinigen und Ausrußen der Rohrzüge erfolgt durch Oeffnungen mit Kapselverschluß in den Stirnwänden. Auswechslern schadhafter Schlangen ist allerdings ohne Deformation des Ofens nicht angänglich.

Anm. Die Idee, Flachschlangen in das Ofenfeuer zu legen, ist keineswegs neu: die Ingenieure Perkins und Bacon hatten einen Ofen mit flachen Feuerspiralen (welche die Engländer grid-iron nennen) schon beim Bau der Heizanlagen für die, von Gilbert Scott erbaute Nikolai-Kirche zu Hamburg angewandt. Der mir vorliegende Durchschnitt ihres Ofens zeigt allerdings, an Stelle der von Schinz angeordneten massiven, horizontalen Zungen, nur solche von Eisenblech; aber auch diese genügen, um den Weg der Feuer-gase zu leiten und zu verlängern. An den Ofen schließt eine gewölbte Luftheizkammer, welche ebenfalls von Flachschlangen durchzogen ist. Der Abzug der erhitzten Luft erfolgt durch eine größere Oeffnung im Heizkammergewölbe. Diese Kirchenheizung bildet sonach eins der frühesten Beispiele des combinirten Heizsystems der Wasser-Luftheizung.

Die Länge der Feuer-schlangen bildet bei Anlage der Heißwasserheizungen eine Frage von erheblicher Wichtigkeit. Offenbar ist dieselbe abhängig von der Circulations-Geschwindigkeit und der Wärmeabsorption im Ofen und kann daher, wie die Kesselfläche der Niederdruckheizungen, theoretisch ermittelt werden.

Da nach Redtenbacher ein Quadratmeter Kesselfläche, bei 1° Temperatur-Differenz im Ofen, stündlich 59,35 Calorien aufnimmt, so werden von einem lauf. Meter Perkinsrohr von 22 mm Lichtweite und 69 mm Umfang stündlich absorhirt:

\*) Der Schinz'sche Ofen ist übrigens neuerdings von F. Haag in Augsburg wieder aufgenommen und vortheilhaft ausgebildet worden. Vergl. F. Fischer: Bericht über die Heizungs- u. Ventilations-Anlagen zu Cassel in Dingler's polyt. Journ. Jahrg. 1877. — Auch F. u. F. Höbbelen in Dresden benützen den Ofen mit Flachschlangen und Gegenstrom.

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

vorausgesetzt, daß das Rohr überall frei vom Feuer umspült ist, eine Unterstellung, die freilich bei den gewöhnlichen Herdconstruktionen, welche ein möglichst nahe Zusammenlegen der Röhren erstreben, nicht zutrifft, mit alleiniger Ausnahme der zuletzt besprochenen und in den Fig. 216 und 217 dargestellten Anordnung mit isolirten Flachschlangen.

Carl Schinz hat in Dingler's polyt. Journal Jahrg. 1876 die Größe der Wärmeaufnahme 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 Steigrohr . . . . .	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 lauf. Meter Perkinsrohr von 22 mm innerem Durchmesser:

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

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 producirten Wärme zerstreut, wodurch die mittlere Temperaturdifferenz  $T-t$  eine geringere wird. Die Länge der Ofenschlangen ist daher — wie die Rechnung erweist — noch um 10% zu verlängern, woraus als Endergebniß folgt:

daß als Länge der Ofenschlange (System Schinz) nur  $\frac{1}{15}$  der Gesamtrohrlänge erforderlich ist.

In der Praxis wird, wie bereits erwähnt, die Länge der Ofenschlangen erfahrungsmäßig festgestellt, nämlich:

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

### Die Transmissionsröhren.

Die Heizrohrleitung beginnt am oberen Ende der Ofenschlange und steigt von hier bis zu demjenigen Geschoß auf, welches geheizt werden soll. Ein Theil der Wärmeröhren wird entweder nach Fig. 205 am Fußboden

längs der Umfassungsmauern der Räume hingeleitet\*) und dort durch gußeiserne Stühle oder Console unterstützt, oder (Fig. 205<sup>a</sup>) in den Fußboden eingesenkt und mit durchbrochenen gußeisernen Platten abgedeckt. Ein anderer Theil der Röhren wird — falls Zu- und Rückleitung nicht genügt, um das Zimmer zu erwärmen — entweder

a) als Flachschlange, d. h. als ein in einer vertikalen Ebene liegender Registerzug Fig. 218<sup>a</sup> und 218<sup>b</sup> in

Fig. 218 a.

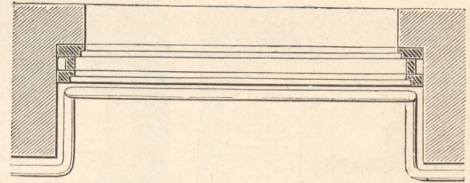
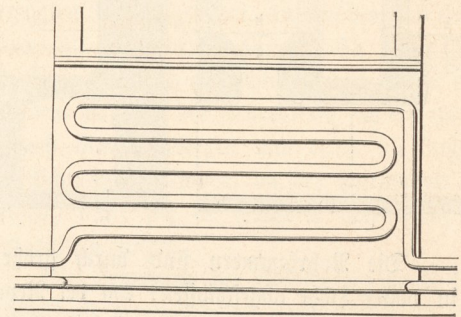


Fig. 218 b.



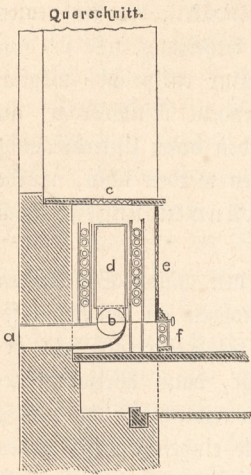
der Fensterbrüstung unterhalb des Fensterbrettes angebracht, oder

b) zu einer länglich cylindrischen Spirale Figur 219<sup>a</sup> und 219<sup>b</sup> zusammen gewickelt, die dann in der Fensterbank, zuweilen auch frei im Zimmer aufgestellt findet und mit einem mehr oder weniger reichen Mantel umgeben ist. Die cylindrischen Spiralen bieten gute Gelegenheit zur Herstellung einer Zimmerventilation. Es wird dazu in der Mauer am Fußboden ein Kanal angelegt, und durch diesen und die Höhle der Spirale ein Blechrohr geschoben, welches in den Kasten d einmündet. Die frische Luft strömt

\*) 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 Röhre abwärts zu ziehen und in Blechkanälen innerhalb des Fußbodens unterzubringen. (Vergl. Thürübergänge.) In Eckzimmern mit zwei freien Fensterwänden ist der Rohrbedarf meist leichter zu placiren, und wenn ein Rohrstrang mit Rücklaufrohr nicht genügt, werden dann doppelte Stränge verlegt (wie u. A. in der Aula des Atraneum zu Hildesheim). Solche Anordnung erfordert aber — um die Rohrleitung zu verdecken — ein mindestens 40 cm hohes durchbrochenes Wandpaneel, wodurch die Anlage erheblich vertheuert wird. — In Räumen von untergeordneter Bedeutung kann das vergitterte Rohrpaneel selbstverständlich gespart werden.

bei a ein, steigt in dem Kasten d auf und tritt, durch das im Fensterbrett angebrachte Gitter erwärmt, in den Zimmerraum ein. Nebenher tritt auch Zimmerluft durch das Gitter f in den Kasten, bestreicht direkt die Spirale, welche im Durchschnitt sichtbar wird, und steigt gleichfalls durch das Gitter c ins Zimmer zurück. Der Apparat vereinigt also Ventilation und Circulation. Wenn durch den angebrachten Knopf die Drosselklappe b horizontal eingestellt wird, so ist der Zutritt frischer Luft zu d abgesperrt und bleibt allein die Circulation in Thätigkeit.

Fig. 219 a



In ähnlicher Weise kann man Spiralrohre mit einem Gehäuse aus dünnen durchbrochenen Gussplatten umgeben. Das Ganze bildet dann

Fig. 219 b.

Grundriss.

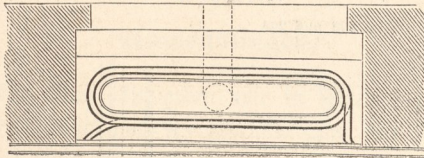
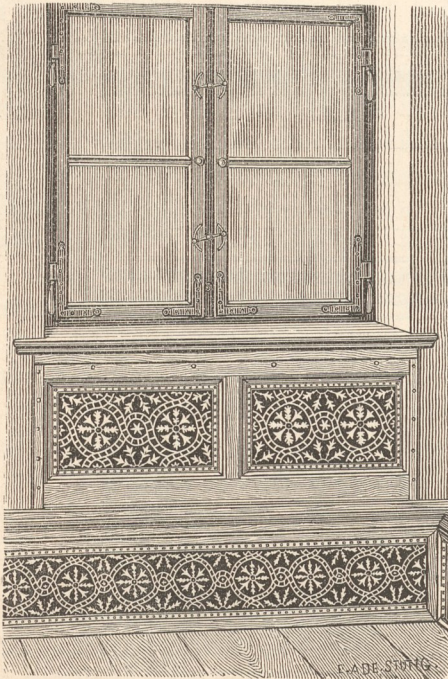


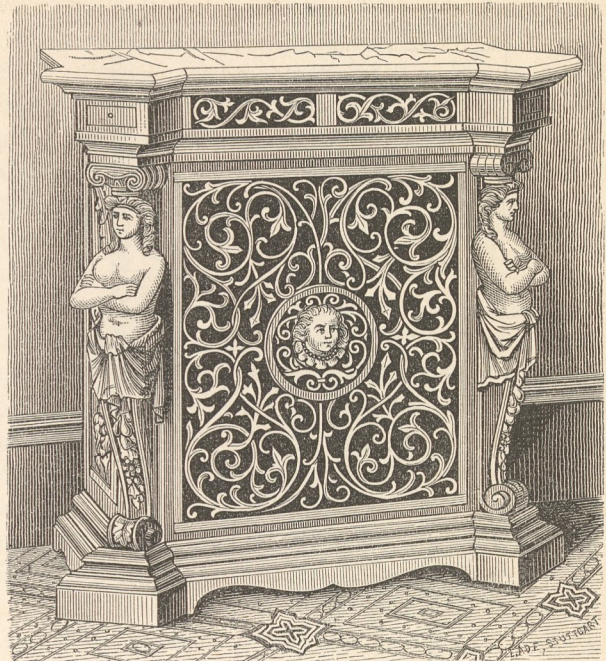
Fig. 219 c.



einen Wärmeofen, der reichlich Wärme an den zu heizenden Raum abgibt. Die durchbrochenen Mäntel der Circulations-

spiralen sind häufig reich ornamentirt (Fig. 220) und ähnlich den in S. 39 besprochenen Mantelöfen als Etageren

Fig. 220.



ausgebildet. Auch bei ihnen läßt sich durch Einführung frischer Luft eine angemessene Ventilation hervorbringen. Stehen dann die Spiralöfen in der Zimmerecke an der Fensterwand, so geschieht der Luftzutritt wie im vorigen Falle direkt von Außen; befinden sie sich an der Corridorwand, so kann die Luft entweder horizontal in der Zwischendecke oder vertikal in ausgesparten Luftkanälen zugeführt werden\*). Auch hier ist der Zutritt frischer Luft zur Spirale durch Klappenstellung zu reguliren oder ganz abzusperren.

Flachschlangen und cylindrische Spiralen werden gewöhnlich in der Weise eingerichtet, daß das Wasser entweder in den Windungen circulirt oder daß die letzteren von der Circulation ausgeschlossen werden können. Es geschieht dies durch den in Fig. 221 dargestellten Absperrhahn. Bei entsprechender Stellung des Köffels l in Fig. 222 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 c des Fußbodenrohres. Fig. 222 stellt den Durchschnitt des Hahnes dar, der durch eine Kurbel k bewegt wird. Um die Kurbel jederzeit zugänglich zu machen, ist die vergitterte Füllung des Fenster-

\*) F. Paul, Oberingenieur des Wiener Stadtbauamts, theilt in seiner bereits citirten Brochüre „Central- und Ofenheizung“ eine derartige Construction mit. Wir sehen von deren Wiedergabe ab und verweisen auf die in den folgenden Paragraphen zu besprechenden „Dampfregister mit Ventilation“.

Fig. 221.

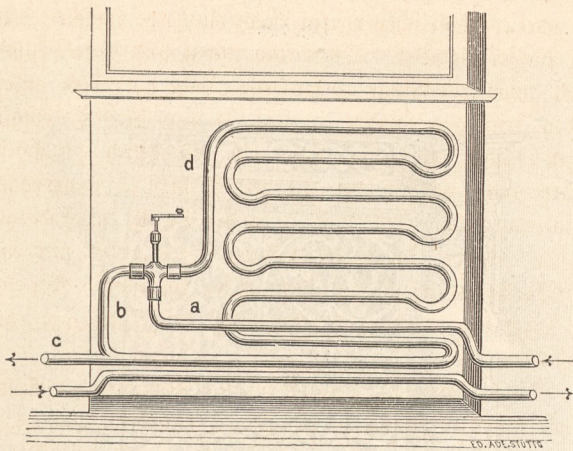
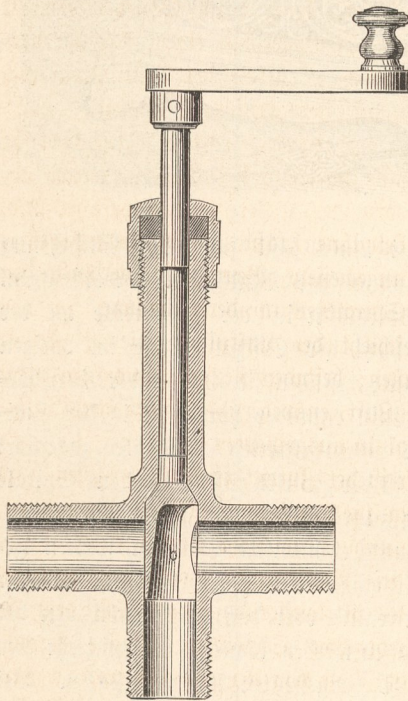


Fig. 222.



panels Fig. 219° in Charnieren 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 sogar aus zwei getrennten Theilen. Der eine Theil enthält die Systeme der Fußbodenrundrohre und hat die Wärme zu ersetzen, welche durch Wand- und Fenstertransmission verloren geht, der andere Theil hat die frisch eintretende Ventilationsluft mittelst der Spiralöfen zu erwärmen. Je nach dem Stande der

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

Folgerungen. Neben der Erwärmung können daher bei Heißwasserheizungen auch die Zwecke der Ventilation sehr wohl erreicht werden und das Funktioniren des Apparates ist langsam genug, um eine normale Beheizung, wie sie dem herrschenden Grade der Lufttemperatur entspricht, möglich zu machen. Daß dem vorübergehenden Minderbedarf an Wärme während einzelner Tagesstunden durch Unterbrechung der Heizung leicht Rechnung getragen werden kann, wurde bereits erwähnt und ist in den „Anwendungen“ noch näher zu begründen.

Thürübergänge. Um mit den, hinter Sockelleisten verdeckt angebrachten Transmissionsrohren an den Thüröffnungen vorüberzukommen, werden die Rohre abwärts gezogen, wie Fig. 223 und 225 zeigt, dann horizontal gekröpft und in eine Rinne von Schwarzblech, welche bündig mit den Balken in die Zwischendecke eingelassen ist, neben einander verlegt, endlich nach Aufbringen der Dielen mit durchbrochenen gußeisernen Platten abgedeckt. Hierdurch werden die Rohre zur Transmission wirksam gemacht, was nicht

Fig. 223 und 224.

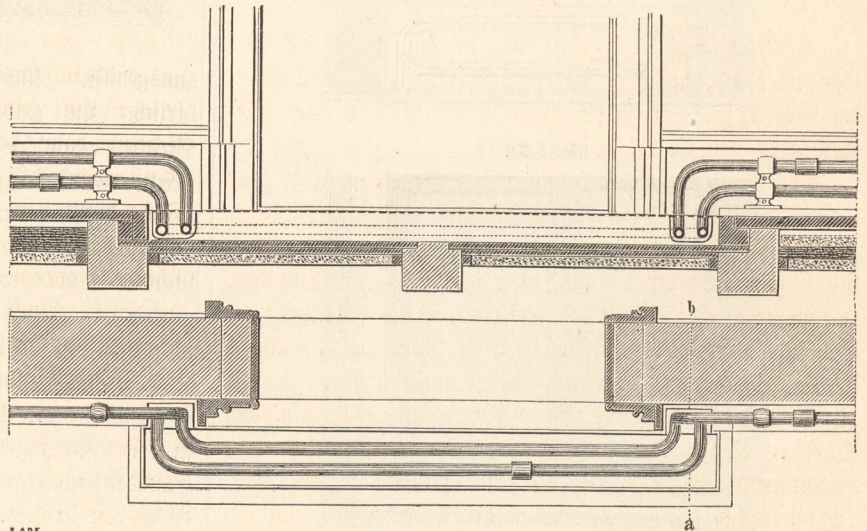
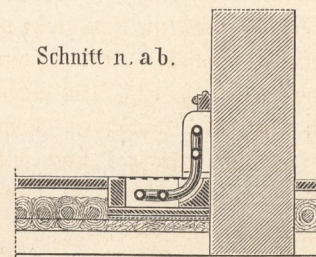


Fig. 225.



erfolgen könnte, wenn die Rohre „verpackt“, d. h. unter die Dielung verlegt und in Lehm oder Leroi'sche Patentmasse



eingehüllt sind. Dieses Verfahren wendet man dagegen bei Thüren, welche aus den Zimmern oder Vestibulen ins Freie führen, an, um das Einfrieren zu vermeiden. (Vgl. Taf. 46.)

Das Unterbringen der Transmissionsrohre in Kanälen. Hierbei kommen Rücksichten der Reinhaltung in Betracht, denn es liegt stets die Gefahr nahe, daß von der Dienerschaft der Staub in die Rohrkanäle gesetzt 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 mittelst eines Blasebalges. Aber auch die Dielung beginnt in Folge der starken Wärmestrahlung bald zu schwinden, die Abdeckungsplatten klappern dann, was wiederum fatal ist: diese Gründe sprechen also sämmtlich für Unterbringung der Rohre hinter vergitterten Sockel-Leisten. — Die Rundrohre hinter den Sockelleisten sind im Allgemeinen auf keine andre Weise als von außen (mittelst Blasebalg) zu reinigen.

§. 68.

### Anwendungen.

I. Auf Taf. 46 geben wir in Fig. 1—5 die Anlage einer Warmwasser-Niederdruckheizung mit Ventilation im Schulhause zu Westerwik in Schweden nach Mittheilungen von C. A. Wiemann\*).

Aus dem im Keller aufgestellten Kessel a steigt das warme Wasser in dem vor Abkühlung geschützten Steigerrohr b zum Dachraum auf und mündet dort in den Boden des Expansionsgefäßes c ein. Von hier geht das Hauptvertheilungsrohr d, ebenfalls gut verkleidet, in der Mittellinie des Gebäudes und über dem Fußboden des Dachraumes entlang, wie in Fig. 1 durch punktirte Linien angedeutet ist. — Die Zuführungsrohre e für die verschiedenen über einander stehenden Defen der drei Etagen zweigen sich von dem Hauptvertheilungsrohr d ab und fallen in den Corridoren hinab bis zum Fußboden des Erdgeschosses, um sich dort sämmtlich in einem Hauptsammelrohr f zu vereinigen, welches über dem Kellergewölbe im Corridorfußboden entlang läuft und endlich durch ein Zweigrohr an den unteren Stufen des Kessels anschließt. Alle Leitungsröhren sind von Gußeisen und haben resp. 125, 104 und 74 mm lichten Durchmesser erhalten; die vertikalen Rohre e sowohl, als das horizontale Sammelrohr f sind mit Gitterplatten verdeckt, um die abgehende Wärme für den Corridor und das Treppenhaus nutzbar zu machen.

Zur Erwärmung der Zimmer sind Cylinderöfen

aufgestellt, welche ihr Circulationswasser aus den Zuführungsrohren l empfangen. Diese Defen sind nicht von einer größern Anzahl Luftröhren durchzogen, sondern bestehen aus zwei concentrischen weiten Blechcylindern, zwischen denen das Wasser circulirt. 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; mittelst der an den Röhren e angebrachten Regulirungshähne hat man es in der Hand, entweder alles Wasser, welches durch die Röhren strömt, oder nur einen Theil desselben durch die Zimmeröfen zu leiten, oder endlich durch eine dritte Hahnenstellung den Ofen ganz auszuschalten.

Die frische Luft gelangt durch Oeffnungen der Außenmauer in einen Kanal im Fußboden und demnächst in den Hohlraum des Ofens, wo die Temperatur des Luftstroms sich erhöht und dieser oberhalb erwärmt ins Zimmer strömt. Die Stärke des Luftzutritts kann durch Schieber geregelt werden. Endlich ist der Ofensockel mit einem Register versehen, um — nach Wunsch — neben der Ventilation auch Circulation der Zimmerluft hervorzurufen zu können.

Zur Abführung der verbrauchten Zimmerluft dienen Ventilationskanäle innerhalb der Mauern, welche abwärts bis zum Fußboden des Kellergeschosses geführt sind. Hier wird die Luft gesammelt in einem, unter dem Corridor fortlaufenden, gewölbten Kanal, dessen Lage und Weite im Grundriß Fig. 4 angedeutet ist und sie mündet in den Aspirations-Schacht, der durch das Rauchrohr der Kesselheizung erwärmt wird. — In den Sommermonaten dient zu gleichem Zweck eine, am Fuß des Rauchrohres angebrachte, besondere Feuerung (Lochfeuer).

Der Kessel a ist mit einem Feuerrohr versehen, und die Feuerung für Scheitholz als Pultfeuerung eingerichtet. Das Füllen des Apparates geschieht mittelst einer Handpumpe, welche mit dem Rücklaufrohr communicirt und die Füllung des Apparates ist constatirt, sobald aus dem im Expansionsgefäß angebrachten Signalrohr Wasser herausfließt. In Fig. 6 und 7 ist das Expansionsgefäß dargestellt. Sobald nun in Folge der Erwärmung das Wasser sich 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, so hört die Wasser-Circulation auf und es bildet sich Dampf im Steigerrohr; dieser tritt endlich in das Signalrohr und gibt dem Heizer das Zeichen zum Anlegen der Pumpe.

II. Warmwasser-Mitteldruckheizung der neuen Realschule in Darmstadt, ausgeführt von den Ingenieuren Rietschel und Henneberg in Berlin und Dresden.

\*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Jahrgang 1872.

Auf Taf. 46<sup>a</sup> sind die Grundrisse des Souterrains und zweier darüber befindlichen Geschosse dargestellt. Im dritten und letzten Geschos wird der 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 konnte jede Hälfte desselben ihren besonderen Wärme-Recipienten empfangen. Dieser besteht für die Warmwasser-Mitteldruckheizung aus je zwei gekuppelten Heine'schen Patentkesseln, deren Konstruktion in S. 65 ausführlich beschrieben wurde. Jeder Kessel hat 17,53 qm feuerberührte Heizfläche bei 2,25 m totaler Länge und 0,38 qm Kesselfläche. Der Wasserinhalt eines jeden der vier Kessel beträgt 382 Liter. Ihre Lage und die anschließende Rohrvertheilung ist aus dem Grundriß, Taf. 46<sup>a</sup> Fig. 1 zu ersehen. 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. Geschos	13	Klassenräume	verschiedener Größe,
" II. "	11	"	"
" III. "	9	"	"

zusammen 33 Klassenräume mit Röhrenöfen und  
4 Zimmer (Nr. 11, 28, 29, 43) mit

Cylinderöfen; überhaupt werden geheizt

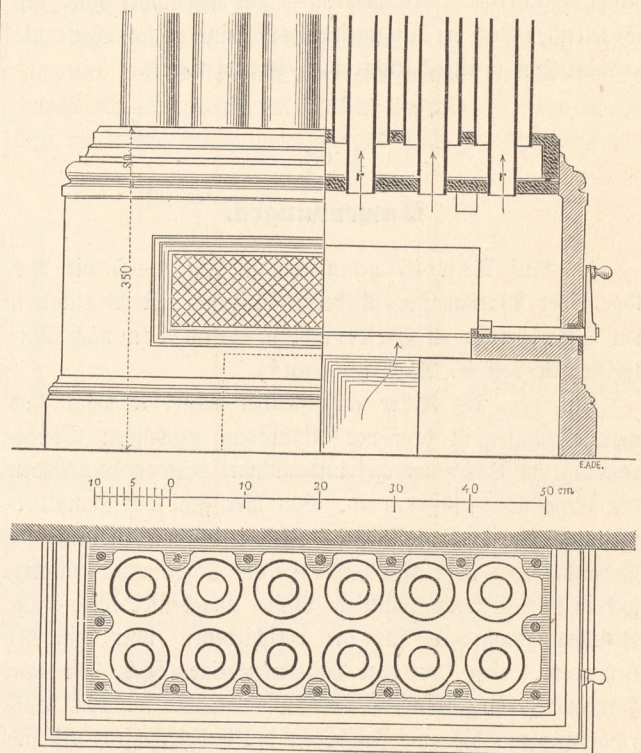
7165 cbm Raum mit 490 qm Ofenfläche: es kommen also auf 100 cbm Raum 7 qm Heizfläche. Ungeheizt sind die Corridore, das Treppenhaus, die Räume rechter Hand neben der Haupttreppe und die Aula.

Die in den Räumen aufgestellten Heizkörper haben nur die Aufgabe, den Wärmeverlust der Räume in Folge Transmission auszugleichen; die eingeführte Ventilationsluft wird dagegen durch Heißwasserröhren im Kellergeschos erwärmt. Als Ventilationsbedarf pro Kopf und Stunde sind 10—11 cbm festgestellt worden, wobei sich ein stündlich einzuführendes Luftquantum von 11400 cbm ergibt. Zur Vorwärmung der frischen Luft auf + 20° C. wurden zwei besondere Heißwasser-Defen R, R Taf. 46<sup>a</sup> Fig. 1 aufgestellt. Die Heizrohre verbreiten sich in gewölbten Kanälen unter der Decke des Souterrains und liegen hier zum Theil in Schlangen gewunden. Die frische Luft tritt bei B in das Gebäude ein, gelangt in der Richtung des Pfeiles bis zur Vorwärmkammer, strömt von unten her durch eine große Anzahl von Oeffnungen 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° C. ein. Die Ventilationsluft dagegen entweicht in die Ventilationskanäle, die im Dachboden zu sechs größern Sammelröhren zusammengezogen, über Dach geführt und mit Deflektoren versehen sind. Die Röhrenöfen, welche in den Zimmerecken aufgestellt sind, haben sechseckige, die übrigen oblonge Grundform erhalten.

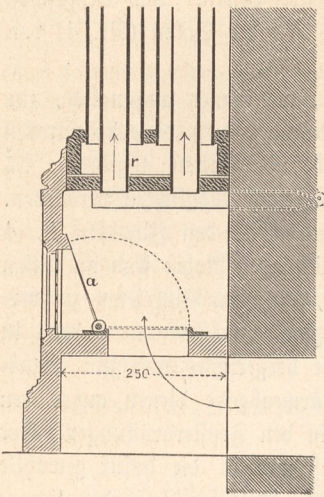
In der Konstruktion weichen sie von den auf Taf. 43 dargestellten Defen nur hinsichtlich der Rohranordnung und Dichtung ab. Die Dichtung der Rohre gegen die Wasserkästen geschieht nämlich wie bei den Lokomotivkesseln durch Einwalzen, wobei vergängliches Dichtungsmaterial in Fortfall kommt. Jedes der 10 vertikalen, patentgeschweißten 3 mm starken Rohre, Fig. 226, ist mit einem inneren Cir-

Fig. 226.



culationsrohre r von geringerer (35 mm) Durchmesser versehen, das den Kästen ganz durchdringt. Außer der sonstigen Transmissionsfläche wird daher auch die innere Rohrwandung zur Wärmeabgabe benützt. Das Wasser aber tritt in den oberen Kästen ein und sinkt, durch Wärmeverlust abgekühlt, in dem ringförmigen Raume zwischen den Röhren abwärts nach dem unteren Kasten, während die Luft in dem inneren Cylinder aufsteigt. Es kann nun nach Belieben entweder Ventilation oder Circulation der Zimmerluft stattfinden; im ersten Falle ist die Klappe a in dem hölzernen Ofensockel geöffnet, im letztern geschlossen. Die Krönung des

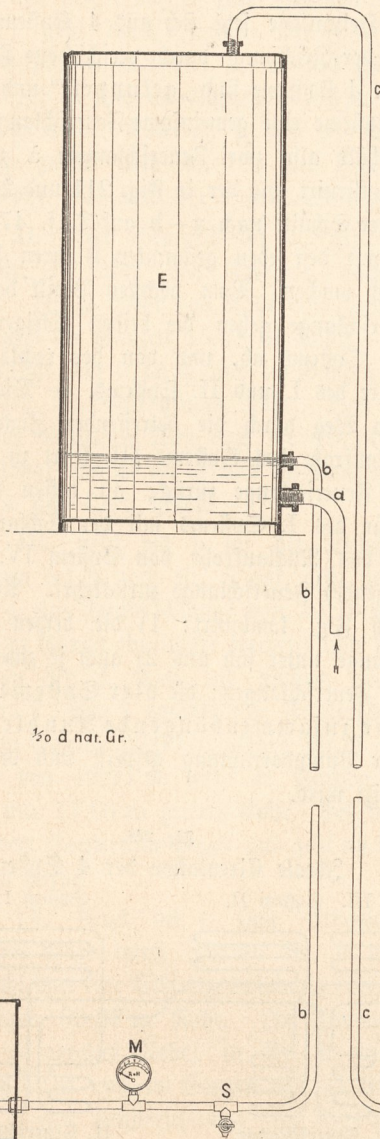
Fig. 226 a.



Ofens ist wiederum dekorativ aus Metallguß hergestellt.

Als neu hervorzuheben ist die Expansions-Vorrichtung für Mittel- und Niederdruck der Firma **Nietschel und Henneberg**, Fig. 227. Es befindet sich nämlich das Expansionsgefäß E auf dem Dachboden (wie bei Niederdruckheizung), aber der Ventilkasten mit Doppelventil v ist im Heizraum aufgestellt und dadurch jeder Zeit für den Heizer controlirbar, ohne daß er seinen Platz verläßt.

Fig. 227.



Das Gefäß E ist mit dem Ventilkasten durch das Signalrohr b und mit dem Circulationsystem durch das Steigerohr a verbunden. Beim Heizen des Kessels wird das Wasser ausgedehnt und ein gewisses Quantum desselben expulsiert. Dieses Wasser tritt durch das Rohr a in das Expansionsgefäß ein. Damit aber der Wasserstand im Expansionsgefäß auf normaler Höhe erhalten werde, ist das Signalrohr b angebracht; sein Hahn S im Heizraum soll stets Wasser geben. Das Rohr b endigt im Ventilkasten und zwar im Doppelventil V (S. 168). Endlich ist auf dem Signalrohr ein Manometer M aufgesetzt, an dessen getheiltem Gradbogen der Heizer die Atmosphären-Spannung 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 Lustringaum über dem Wasserspiegel im Gefäß und (nach dem Mariotte'schen Gesetz) nimmt die Spannung zu. Uebersteigt sie aber den Druck von  $2\frac{1}{2}$  Atmosphären, so wird das Belastungsgewicht im Ventilkasten gehoben und es strömt Wasser aus. Bei eintretender Abkühlung des Systems tritt der umgekehrte Fall ein, das expulsierte Wasser tritt in die Leitung zurück und der Zeiger des Manometers sinkt auf den ersten Theilpunkt der Skala. — Damit beim Füllen des Systems die in den Heizkörpern eingeschlossene Luft entweichen könne, ist vom Deckel des Expansionsgefäßes ein Luftrohr c abgeleitet, dessen Hahn d beim Füllen offen zu halten ist. Wenn der Hahn ganz fortfällt, ist das System ein offenes und kann die Expansions-Vorrichtung auch für Niederdruckheizung benützt werden.

Anlagekosten der Warmwasserheizungen.

Für die neue Realschule zu Darmstadt betragen:

A. Die Gesamtkosten der Warmwasserheizung mit Mittel- und Niederdruck bei 7165 cbm Heizraum . 32,970 Mk.,

hiervon kommen auf:

- 1) 4 Röhrenkessel (Patent Heine) nebst Montage . . . . . 4790 Mk.,
- 2) Röhrenleitung mit Montage . . . . . 8690 „
- 3) Heizkörper nebst Zubehör . . . . . 17250 „
- 4) Insgemein . . . . . 2240 „

zusammen wie oben (32970 Mk.),

so daß auf 100 cbm Heizraum an Anlagekosten entfallen: 460 Mk. oder auf:

- 1 cbm Heizraum 4,6 Mk. Anlagekosten,
- nämlich specialisirt: 0,67 „ für Röhrenkessel,
- 1,20 „ „ Röhrenleitung,
- 2,40 „ „ Heizkörper,
- 0,33 „ „ Diversta,

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

Dividirt man die Gesamtkosten durch den Bodenflächenraum der geheizten Lokale, so kostet jeder Quadratmeter Fußbodenfläche in der Anlage 19 Mk.

B. Ventilation (Vorwärmung der Luft durch Heißwasserheizung auf + 20° C.) Das Ventilations-Quantum beträgt 11400 cbm pro Stunde. Die Kosten der Ventilations-Einrichtung betragen 11250 Mk., nämlich:

Für 1550 Meter Perkinsrohr mit Montage	6890 Mk.,
„ die Regulirungs-Vorrichtungen . . .	4360 „
Summa wie oben.	

Jeder Kubikmeter Heizraum erforderte demnach:

$$\frac{11250}{7165} = 1,57 \text{ Mk. Anlagelkosten.}$$

C. Die Pumpen-Anlage kostete 580,00 Mk., oder pro Kubikmeter Heizraum . . . . . 0,08 Mk.

Hiernach betragen für 1 cbm Heizraum die Anlagelkosten:

a) der Warmwasser-Mitteldruck-Heizung	4,60 Mk.,
b) der Ventilation . . . . .	1,57 „
c) der Pumpenanlage . . . . .	0,08 „
zusammen 6,25 Mk.	

Anm. Die Aula ist, wie erwähnt, nicht mit Centralheizung versehen.

2) Die für das neue Rathhaus in Berlin von C. Heckmann ausgeführte Warmwasser-Heizung mit Kupferrohren

für 12188 cbm auf 10° C. zu erwärmenden Corridor- und Treppenraum,	
„ 11875 „ auf 15° C. zu erwärmende Vorsäle, Garderoben zc.,	
„ 59380 „ auf 20° C. zu erwärmende Säle und Bureauräume, kostete im Durchschnitt pro Kubikmeter Heizraum .	5,04 Mk.

3) Im Gebäude des statistischen Bureau zu Berlin erreichten die Anlagelkosten der von der Firma Schäffer und Walker eingerichteten Warmwasser-Heizung ebenfalls pro Kubikmeter die Summe von . . . 5,04 Mk.

4) Im Wilhelmsgymnasium (ausgeführt 1866) bei Anwendung eiserner Röhrenleitung nur . . . 4,45 Mk.

Anm. Für kleinere Wohngebäude stellen sich die Kosten der Warmwasser-Heizung mit kupfernen Leitungen und eisernen Ofen nach C. Heckmann pro cbm bis . . . . . 8,50 Mk.

III. Auf Taf. 47 geben wir die Anlage einer Heißwasser-Mitteldruck-Heizung in dem Wohnhause des Herrn v. Maya zu Lipnik in Oesterreich. Schlesien, ausgeführt im Dezember 1878 durch die Firma J. L. Bacon in Berlin.

Das Gebäude ist villenähnlich, von allen Seiten freiliegend errichtet und enthält im Erdgeschoß die Küche, Raum

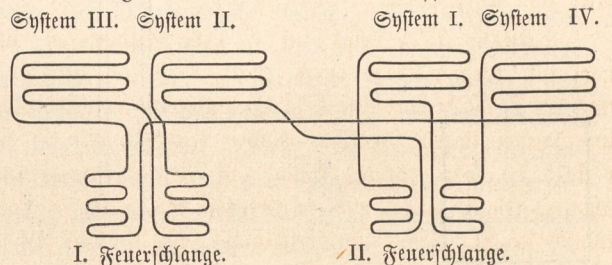
für Dienerschaft und 10 heizbare Piecen. Das Erdgeschoß hat eine lichte Höhe von 4,8 m, der Salon (Nr. 4) von 4,87 m.

Die Leitungsröhren sind, wo immer zugänglich, zur Erwärmung des Corridors verwendet, d. h. diese Rohrstrrecken liegen im Fußboden und sind mit Platten abgedeckt. Es sind hiernach die todtten 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 Innern wurden in der früher beschriebenen Weise hergerichtet und zur Transmision verwendet. Zur Wärmeabgabe dienen außer den Rohren cylindrische Spirale in den Fensterbrüstungen. Der Heizofen liegt im Kellergeschoß und ist die dafür gewählte Stelle im Grundriß angedeutet. Alle im Fußboden liegenden Rohre sind punktiert.

Die Heizanlage setzt sich aus 4 Systemen zusammen, welche in der Zeichnung durch verschiedene Farben markirt sind. Alle 4 Systeme sind „gekuppelt“ und zwar so, daß je zwei Systeme eine gemeinsame Feuerschlange haben. Der Ofen enthält also zwei Feuerschlangen à zwei Systemen und ist construirt wie der in Fig. 211 und 212 dargestellte Ofen. Der Schnitt nach a—b auf Taf. 47 wird in Verbindung mit den eben genannten Figuren die Kuppelung verständlich machen. Vom höchsten Punkt der links liegenden Feuerschlange gehen die beiden Steigeröhre des III. und IV. Systems ab, und von der rechts liegenden die Steigeröhre des I. und II. Systems. — Die Stränge nehmen ihren Weg durch die betreffenden Zimmer, aber nur das Rücklaufrohr des Systems III. kehrt zu dem Fußpunkt derselben Feuerschlange zurück; an dessen Stelle ist das Retourrohr des I. Systems mit der Schlange verbunden, während das Rücklaufrohr von System IV. in die zweite (rechtsliegende) Feuerschlange zurückkehrt. Auf solche Weise sind nach Fig. kombinirt: 1) die beiden Systeme jeder Feuerschlange unter sich und 2) auch je zwei Systeme verschiedener Feuerschlangen; die vier Systeme bilden hiernach eine zusammenhängende Rundleitung, welche von einer Pumpvorrichtung gespeist und von einem Kofte aus geheizt wird.

Fig. 228.

Ideale Circulation der 4 Systeme.



Anm. Die Windungen der beiden Rohre, aus denen sich jede Feuerschlange zusammensetzt, liegen im Ofen alternierend übereinander, weil sie gemeinschaftlich zur Spirale gewunden sind. Zum leichteren Verständniß der System-Kuppelung sind dieselben jedoch in vorstehender Skizze, Fig. 228, auseinander gezogen. Dem aufmerksamen Leser wird diese Abweichung von der Wirklichkeit schon durch Betrachtung der Figuren 211 und 212 klar geworden sein.

Die Dimensionen der Feuerschlangen sind folgende: der lichte Hohlraum jeder Schlange ist 1,57 Meter lang und 0,23 Meter breit, also der äußere Durchmesser der Schmalseiten = 30 Centimeter. Die Schlange enthält 12 Windungen und versorgt, wie schon erwähnt wurde, 2 Systeme mit Circulationswasser.

Der zu heizende Raum beträgt 1250 Cubikmeter.

### Gang der Circulation.

System I. steigt bei a zum Fußboden des Erdgeschosses auf, geht durch Zimmer Nr. 10 über den Corridor, 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 Corridor nach Nr. 4, Nr. 3, Nr. 2. In 2 bildet das Rohr eine Fensterschlange von 8,79 m und im Ganzen 15,38 m Rohr. In Nr. 3 eine Fensterschlange von 9,42 m und im Ganzen 16,01 m. In Nr. 4 liegen 30,76 m grades Rohr. Von hier geht das System auf demselben Weg 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 Absperrhahn (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 26,99 m Rohr; Nr. 6 erhält eine Fensterschlange von 12,24 m und im Ganzen 18,83 m Rohr; Nr. 5 nur 17,89 m grades 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 Schlangenumwicklung von 28,87 m; im Ganzen liegen 33,37 m Rohr. In Zimmer 7<sup>a</sup> sind verlegt 10,67 m grades 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 Uebersicht der verwendeten Rohrlängen findet man in §. 69 zusammengestellt.

### Rohrverbrauch und Anlagelkosten der Heißwasserheizungen.

I. Für die vorgenannte Villa des Herrn v. Maya zu Lipnik stellte sich, nach Angabe der Firma J. L. Bacon, der Gesamt-Rohrverbrauch 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 Feuerschlangen . . . . .	„ 13,5	
12,0 Durchpumprohre, Ventilkasten-Verbindungen zc. . . . .	„ 2,0	

Der zu heizende Raum faßt 1250 cbm, es entfallen daher auf jeden Kubikmeter Heizraum im vorliegenden Falle 0,34 m Heizrohr.

Die Anlagelkosten betragen rund . . . 4000 Mk., und vertheilen sich wie folgt:

Rohre, Muffen, T-Stücke und Montage . . . . .	2810	„
Ofenarmatur, Expansions-Apparat, Thermometer und sämtliche Rohrhalter . . . . .	515	„
Rohrverkleidungen, Fensterpanneau . . . . .	675	„
		Summa wie oben.

Jeder Kubikmeter Heizraum erforderte daher: 3,20 Mk. Anlagelkosten.

Anm. Dies Verhältniß stellt sich erheblich günstiger für Gebäude von größerer Ausdehnung und bei Anlage von mehr als einer Etage, denn mit der Druckhöhe wächst die Circulations-Geschwindigkeit und mit der steigenden Initialtemperatur des Wassers kann nach dem früher Gesagten auch die Systemlänge vergrößert werden.

II. Ein derartiges Beispiel ist die von derselben Firma ausgeführte Heizanlage im Gymnasium zu Neustadt-Dresden zu nennen, eine Hochdruck-Heizung mit starker Ventilation. Nach Angaben des ausführenden Baumeisters entfallen hierbei auf 1 Cubikmeter Heizraum 0,30 laufenden Meter Heizrohr.

Die Anlagelkosten 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 Mk.  
oder für einen Cubikmeter jährlich . . . . . 0,23 „

III. Gymnasium Andreaneum zu Hildesheim, ausgeführt von der Firma Ahl und Poensgen zu Düsseldorf\*). Die zu erwärmenden Räume bestehen in 18 Klassen-

\*) Nach den Mittheilungen von Fischer in der Zeitschrift des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Jahrgang 1870.

zimmern, einem Zimmer für physikalische Vorträge, Zeichen-  
saal, Bibliothek, dem Conferenz- und Direktorzimmer, 2  
Lehrerzimmern und der Aula mit einem Gesamt-Luftraum  
von 6737,1 Kubikmetern. Die Ausdehnung und symmetri-  
sche Grundriß-Anlage 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 Geschöß kann  
unabhängig von den anderen geheizt werden.

Beide Herde enthalten schmale Spiralkammern, äh-  
nlich den Defen nach Haag'schem Systeme (Fig. 213—15).  
Die Vertheilung der Rohrleitungen und der durch die sechs  
Systeme zu erwärmenden Luft-Räume ist aus folgender  
Zusammenstellung ersichtlich.

Gruppe.	System für das	Heizraum. cbm	Trans- missions- Röhren. m	Tobte Röhren. m	Ofen- Montirung. m	Ofen- Spiralen. m	Expansions- und Pumpen- Röhren. m
westlich	1. Geschöß	526,3	94,1	9,06	14,0	29,24	} 19,7 6,8
	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	
	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 Mtr. od.	70 %	} Der Ges. Rohr- länge.
der todtten Röhren . . . . .	118,0 "	7,4 %	
Herdmontirung . . . . .	75,0 "	4,9 %	
Herdschirmlen . . . . .	258,0 "	16,1 %	
Expansions- u. Pumpenröhren	26,5 "	1,7 %	
		1595,9	

Hiernach kommen auf 1 cbm Heizraum: 0,18 Meter  
Heizrohr und mit Einschluß der Herd-Montirung z.:  
0,23 Meter Rohr.

Die Anlagekosten der Heißwasserheizung betragen  
im Ganzen . . . . . 20173 Mk.,  
oder pro Kubikmeter  $\frac{20173}{6737,1} = \text{rot. } 3 \text{ Mk.}^*).$

Für Ventilations-Einrichtungen sind ver-  
ausgabt . . . . . 1830 Mk.

§. 69.

Berechnung der Wasserheizungen.

Soll die Erwärmung einer bestimmten Anzahl von  
Räumen oder eines ganzen Gebäudes mittelst der Wasser-  
Circulationsheizung erfolgen, so muß nach Anleitung des  
§. 60 zunächst die Ermittlung des Maximal-Wärmebedarfes  
dieser Räume vorgehen. Es ist demnach der stündliche  
Wärmeverlust durch Transmission — und wo Zu-  
führung frischer Luft beabsichtigt ist, auch derjenige durch

\*) Der Kohlenverbrauch pro Tag betrug bei der Probeheizung  
am 24. Februar 1869 für beide Defen 350 kg Steinkohlen.

Ventilation — für jeden Raum gesondert aufzustellen, wo-  
bei sich tabellarische Anordnung (wie auf Seite 152—155)  
empfehlen, unter Benützung der früher ermittelten Trans-  
missions-Coefficienten. Für die Bestimmung der Tempera-  
tur-Differenz  $T-t$  ist die verlangte Innentemperatur und  
die stärkste Winterkälte, wie solche der geographischen Lage  
des Ortes entspricht, maßgebend.

Das hier folgende Beispiel betrifft die durch Franz  
San Galli in Petersburg ausgeführte Beheizung  
eines Flügels des Wohnhauses des Herrn Boehl (daselbst\*).  
Für die Berechnung wurde eine Maximalfälle von  $-37^\circ \text{C.}$   
und eine Innentemperatur von  $+18^\circ \text{C.}$  zu Grunde ge-  
legt; danach ist  $T-t = 55^\circ$ . Die Wärmeverluste der  
Hauptetage des genannten Gebäudes finden sich in Columne 2  
der auf Seite 189 gegebenen Tabelle zusammengestellt\*\*).

Die Wärmeabgabe wird nicht durch Wasseröfen  
bewirkt, sondern von einem continuirlich 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 Rohr-  
länge durch die Breite und Lage der Zimmer bedingt. Aber  
nur in seltenen Fällen wird die dadurch gewonnene Ober-  
fläche genügen, um den Bedarf an Wärme zu decken: es  
muß also ein Heizkörper eingeschaltet werden, welcher das

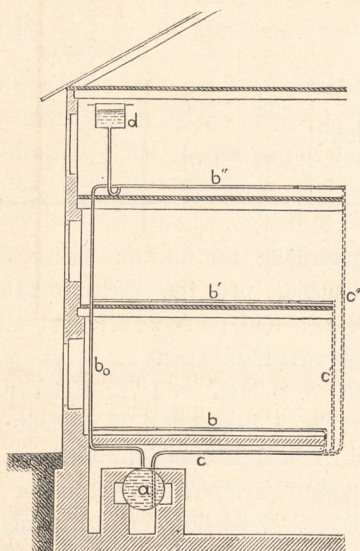
\*) Mitgetheilt in der Zeitschrift des Vereins deut-  
scher Ingenieure. Jahrgang 1872.

\*\*\*) Auf Ventilation der Räume ist dabei nicht Rücksicht ge-  
nommen, doch dürfte bei den hohen Transmissionsziffern auch dieses  
Luftquantum unter gewöhnlichen Verhältnissen vom Apparat zu er-  
wärmen sein.

noch fehlende Wärmequantum ersetzt und diese Funktion wird durch sogenannte „Batterien“ (Fig. 202) bewirkt. Dies sind gegoffene Röhren von dem lichten Durchmesser der Rohrleitung (63 mm), welche mit einer größeren Anzahl (20—70) dünner Flanschen versehen sind. Das Prinzip dieser Methode ist bereits in den vorhergehenden Kapiteln mehrfach besprochen worden.

Als Wärmerecipient ist ein einfacher Kessel a, Fig. 229, im Keller aufgestellt. Das zur Erwärmung der

Fig. 229.



drei Etagen erforderliche Wasserquantum wird diesem wie gewöhnlich durch das Steigerrohr  $b_0$  zugeführt, welches 76 mm lichten Durchmesser erhält. Abweichend von der gewöhnlichen Methode findet die Abzweigung der Etagenleitungen  $b, b', b''$  direkt vom Steigerrohr aus statt. Mittelfst der separaten Fallrohre  $c, c', c''$  wird das Wasser endlich nach dem Souterrain zurück und in der gewöhnlichen Weise in den Kessel geleitet. An den höchsten Stellen der Rohrleitung sind kleine Hähne angebracht, um die angesammelte Luft abzulassen.

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 Ueberdruck von  $1\frac{1}{2}$  Atmosphären: die Dampfbildung wird daher nicht bei  $100^\circ \text{C.}$ , sondern etwa erst bei  $110^\circ$  eintreten, und kann demnach unbedenklich eine Erhizung des Wassers bis  $100^\circ$  erfolgen.

Erfahrungsmäßig gelangt das Wasser nach dem Ausdehnungsreservoir mit  $70^\circ \text{C.}$ , die mittlere Temperatur im Steigerrohr ist also

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

und wenn man die Temperatur beim Wiedereintritt in den

Kessel =  $50^\circ$  setzt, so findet man als Temperatur im Rücklaufrohr

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

Um die Circulationsgeschwindigkeit des Wassers in dem Heizsystem zu ermitteln, benützen wir die Formel von Péclet

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

Darin ist:

$2g = 19,618$ ;

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

$T$  die mittlere Temperatur im Steigerrohr =  $85^\circ$ ;

$t$  " " " " " " =  $60^\circ$ ;

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

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

$$R = \zeta_0 + \zeta \left( \frac{l_1}{d_1} + \frac{l''}{d''} \right) + \zeta_1 n_1 + \zeta_2 n_2 + (1 + n_3) \left( \frac{1}{\alpha} - 1 \right)^2 \dots 2.)$$

In dieser Formel bezeichnet:

$l_1$  und  $l''$ , die Länge des Rohres vom Durchmesser  $d_1$  und  $d''$ ;

$\zeta_0$  den Ausfluß-Coefficienten aus dem Kessel in die Rohre =  $0,505$ ;

$\zeta$  den Coefficienten für die Reibung des Wassers\*) in den Röhren;

$\zeta_1$  den Widerstand in den abgerundeten Knien =  $0,294$

$n_1$  die Anzahl der Knie (Bogen) in der Leitung;

$\zeta_2$  den Widerstand in den scharfen Knien =  $0,485$ ;

$n_2$  die Anzahl dieser scharfen Biegungen;

$n_3$  die Anzahl der Rohrverengungen;

$\alpha$  das Verhältniß des Rohrdurchmessers beim Uebergang vom Querschnitt  $F$  zum Querschnitt  $f$ .

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

Das Steigerrohr ist bis zur Abzweigung 38 m lang bei 76 mm lichten Durchmesser.

Hiernach ist:

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

$n_1$  die Anzahl der abgerundeten Bogen ist = 15;

$n_2$  " " " scharfen Biegungen = 1;

$n_3$  " " " Verengungen . . . = 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.  
 $\zeta = 0,0679 \quad 0,0522 \quad 0,0453 \quad 0,0383 \quad 0,0362.$

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

$$R = 0,505 + 0,052(50,13 + 1333) + 0,294 \cdot 15 + 0,785 + (1 + 1) \cdot \left(\frac{0,013}{0,076}\right)^2 = 77,073.$$

Setzt man endlich in Formel 1.) die zugehörigen Werthe ein, so erhält man als Ausdruck der Circulationsgeschwindigkeit des Wassers in der Hauptetage:

$$v = \sqrt{\frac{0,0005 \cdot 19,62 \cdot 3,81 (85-60)}{2(1,0086-0,0005 \cdot 60) \cdot (1+77,07)}} = \sqrt{\frac{0,735}{153,81}} = 0,068$$

Meter pro Sekunde oder  $v = 4,008$  Meter pro Minute. Demnach ist:

die stündliche Circulationsgeschwindigkeit = 248,4 m;  
d der Durchmesser des Circulationsrohres ist = 0,063 m;  
f der Querschnitt desselben . . . . . = 0,003117 qm.

Nun circuliren stündlich durch das System:

$$Q = 248,4 \cdot 0,003117 \cdot 100 = 774 \text{ Liter Wasser.}$$

Jedes Liter Wasser wiegt ein Kilogramm und gibt für jeden Grad Temperaturdifferenz eine Wärmeinheit ab; das Circulationswasser des System I gibt also stündlich ab:

$$774 (85-60) = 19353 \text{ Calorien.}$$

System I hat Wärmeverluste in 13 Räumen . 19401 Cal.  
Durch Kachelofenheizung im Saal werden producirt . . . . . 2248 Cal.

Es bleiben wirklich zu erzeugen nur . . . 17153 Cal.  
Die Annahme 63 mm weite Rohre wird also dem Bedürfnis vollkommen entsprechen.

II. Für das Obergeschoß werden verlangt: 8275 Cal.

III. " " Souterrain " " 10856 "

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

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

I. System. Hauptetage von 13 Zimmern. (Hierzu Tab. III auf Seite 189.)

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 Calorien: es sind dem Wasser also zu entziehen

$$\frac{1446}{774} = 1,85^\circ \text{ C.}$$

Das Wasser verläßt den Raum mit 95,72—1,85 = 93,87°, so daß die Mitteltemperatur des Heizwassers in Zimmer 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. Temperatur-Differenz in Calorien.

Innerer 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 Rohre beträgt bei 3 mm Wanddicke pro lfd. Meter 0,2167 qm; ein laufender Meter Rohr transmittirt also stündlich für 1° Temperaturdifferenz

$$8,09 \times 0,2167 = 1,728 \text{ Calorien.}$$

Die im Zimmer Nr. 1 liegenden 4,27 m Rohr transmittiren

$$4,27 \times 1,728 = 7,37 \text{ Calorien}$$

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

$$76,8 \times 7,37 = 566 \text{ Calorien stündlich.}$$

Der stündliche Wärmebedarf von Zimmer Nr. 1 beträgt (laut Tabelle III) 1446 Cal., so daß noch zu erzeugen sind: 880 Calorien\*\*).

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

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

Demnach wird der Wärmebedarf gedeckt durch  $\frac{880-405}{19,5} = 33$  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 Tab. III . . . . . 2130 Calorien.  
Initialtemperatur des Wassers . . . . . 93,87° C.

\*) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1872.

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



Dem Wasser werden entzogen  $\frac{2130}{774} = \dots 2,75^\circ \text{C.}$   
 Endtemperatur des Wassers  $93,87 - 2,75 = \dots 91,12^\circ \text{C.}$   
 Mitteltemperatur  $\dots 92,50^\circ \text{C.}$   
 Nutzbare Temperaturdifferenz  $= \dots 74,50^\circ \text{C.}$   
 Verwendbare Rohrlänge 9,75 Meter.  
 Rohrtransmission  $1,728 \times 9,75 \times 74,50 = 1255 \text{ Cal.}$

Es bleiben noch zu transmittiren:  $2130 - 1255 = 875 \text{ Cal.}$   
 Bei  $74,5^\circ$  nutzbarer Temperaturdifferenz liefert jeder Batterieflansch  $74,5 \times 0,255 = 19 \text{ Calorien rot.}$ , demgemäß sind erforderlich  $\frac{875}{19} = 46$  Flanschen.

Ein übersichtliches Bild der Temperaturverhältnisse und des Heizvorganges in der Etage liefert die nachstehend berechnete Tabelle III. Die Zahlen von Columne 7 werden erhalten, indem man die betreffende Rohrlänge (Col. 6) multiplicirt mit dem Transmissions-Coefficienten 1,728, und das entstandene Produkt mit der nutzbaren Temperaturdifferenz (Col. 5).

In gleicher Weise sind auch die Systeme II und III durch Rechnung festzustellen, wovon hier füglich Abstand genommen werden kann.

Anm. In ähnlicher Weise würde die Rechnung zu führen sein, wenn Cylinderofen an Stelle der Batterien zur Erwärmung der Räume benützt werden sollen.

Der Transmissions-Coefficient glatter vertikaler Cylinderoflächen kann im Durchschnitt  $= 8,00$  Calorien für  $1^\circ$  Temperaturdifferenz angenommen werden. Die Temperatur des Wassers in den Ofen 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  $82,5^\circ$  und  $60^\circ \text{C.}$  liegen und daher im Durchschnitt  $70^\circ$  erreichen. Danach ergibt sich bei  $20^\circ$  Zimmerwärme eine nutzbare Temperaturdifferenz von  $50^\circ \text{C.}$  und darf die stündliche Transmission eines Quadratmeters glatte unbedeckte Warmwasserniederdruckfläche zu  $8 \times 50 = 400$  Calorien angenommen werden.

Tabelle Seite 166 enthält die Heizflächen einiger gangbaren Formen von Cylinderofen aus der Fabrik der Berliner Aktien-Gesellschaft für Centralheizungs-Anlagen zc. zc. (vormals Schaeffer & Walcker), welche als Hilfsmittel zur Bestimmung der Ofendimensionen benützt werden können.

### Wassertemperaturen und Wärmeproduktion einer Heizanlage in St. Petersburg.

Tabelle III.

Nr. des Zimmers.	Benennung der geheizten Räume.	Maximal-Wärmeverlust in Calorien.	Temperatur des Wassers im Rohr beim		Mitteltemperatur des Wassers. Grad C.	Nutzbare Temperaturdifferenz. Grad C.	Länge des Rohres im Zimmer. Meter.	Wärmeproduktion durch		Anzahl der Batterieflanschen.	
			Eintritt in's Zimmer. Grad C.	Austritt aus dem Zimmer. Grad C.				Rohre. Calorien.	Batterien. Calorien.	Berechnet.	Ausgeführt.
1.	Entree . . . . .	1446	95,72	93,87	94,80	76,80	4,27	566	880	—	—
2.	Cabinet . . . . .	2130	93,87	91,12	92,50	74,50	9,75	1255	895	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.	Cabinet . . . . .	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 d. 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)	Kachelofen.	
11.	Corridor . . . . .	1865	76,17	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.	Corridor . . . . .	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
		19401					79,48	8508	11793		

#### Bestimmung der Kesselfläche.

Die Gesamtwärmeproduktion der drei Systeme be-  
 ziffert sich auf

$$19401 + 8275 \times 10856 = 38532 \text{ Cal. stündlich.}$$

Ein Quadratmeter feuerberührte Kesselfläche liefert nach

Clemens & Decormes stündlich 8250—11000 Calorien.  
 Rechnet man im Mittel 10000 Calorien, so ist erforderlich  
 eine feuerberührte Fläche

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

Da man bei derartigen Anlagen  $\frac{2}{3}$  der gesammten

Kesselfläche als Heizfläche rechnet, so ergibt sich ein Kessel von 5,77 Quadratmeter

Oberfläche. Der vorhandene Kessel hat 0,91m Durchmesser und 2,74m Länge, also 9,20 qm Oberfläche und wird demnach in jedem Falle Wärme genug produciren können.

Zum Schluß erübrigt noch die Größe des Expansionsreservoirs zu berechnen. Das unterzubringende Wasservolum ist gegeben in der Differenz zwischen dem Volum des gesammten Circulationswassers bei 20° und bei 100°.

Setzt man nun das Volum bei der größten Dichtigkeit = 1, so ist nach Desprez das Volum

$$\text{bei } + 20^\circ = 1,00179,$$

$$\text{„ } + 80^\circ = 1,02885,$$

$$\text{„ } + 100^\circ = 1,04316.$$

Der Wasserinhalt des Kessels beträgt . . . 1800 Liter.

„ „ der Rohre „ . . . 510 „

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

$$1800 \text{ Liter Wasser bei } 20^\circ = 1803 \text{ Liter; bei } 100^\circ = 1877 \text{ Liter}$$

$$510 \text{ „ „ „ } 20^\circ = 511 \text{ Liter; bei } 80^\circ = 524 \text{ „}$$

$$\hline 2314 \text{ Liter.} \qquad 2401 \text{ Liter.}$$

Der Differenz von 87 Liter ist im Expansionsreservoir Raum zu geben.

In der Ausführung hat dasselbe folgende Abmessungen erhalten:

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

§. 70.

**Berechnung der Heißwasserheizungs-Anlage**

in der Villa des Herrn v. Maya zu Lipnik.

Wie der Wärmebedarf jedes einzelnen Raumes zu bestimmen sei, ist in §. 60 ausführlich angegeben. Die Resultate solcher Rechnung sind in Tabelle I und II S. 152—155 niedergelegt, unter Annahme einer Maximaltemperatur-Differenz von 40° C., welche auch für das hier in Betracht kommende und auf Taf. 47 dargestellte Gebäude zu Grunde zu legen ist.

Die Summe der, in den 10 Wohnzimmern der Parterreetage zu vertheilenden Wärmemengen ist in der Uebersicht auf Seite 67 enthalten und berechnet sich also:

$$39926 \text{ Calorien für die Wohnräume und}$$

$$3124 \text{ „ „ den inneren Corridor,}$$

zusammen 43050 Calorien.

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

Für Heißwasser-Mitteldruck-Heizung ist gewöhnlich:

t'' die Initialtemperatur des Wassers im Steigerrohr 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 zehngradige Intervalle getheilt und für jeden Temperatur-Intervall der entsprechende Transmissions-Coefficient des Perkinsrohres für die Differenz T—t berechnet.

T die Temperatur des Rohres variiert also zwischen 150° und 60° C.

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

Nach Anleitung des §. 46, S. 105 (Anwendungen I. Beispiel) bestimmt sich nun die Wärmeemission eines 34 mm weiten horizontalen Rohres nach Formel 4) desselben Paragraphen mittelst der Gleichung

$$W = SK + LK'$$

Anm. Der Werth von K ist aus Tabelle I, derjenige von K' aus Tab. II des §. 46 zu entnehmen. Für S und L sind die Zahlenwerthe, welche der Temperaturdifferenz T—t =  $\Theta$  entsprechen, in Tab. III zu suchen. — Da die Temperatur des Raumes nicht 15° sondern 20° C. beträgt, so ist der Werth von S mit dem Corrections-Factor 1,04 zu multipliciren. Für den Temperatur-Intervall  $\Theta = 150 - 20 = 130^\circ$  C. ist S = 239,3 und L = 223,1 und demnach die Transmission:

$$W = 248,9 \times 3,36 + 223,1 \times 3,149 = 1565,8 \text{ Cal. pro qm,}$$

$$\text{oder } 1565,8 \times 0,1099 = 172,08 \text{ Cal. pro lfd. Meter.}$$

Zur Erleichterung der Rohrvertheilung dient nachstehende, vom Verfasser berechnete Tabelle IV.

Columnne 4 dieser Tabelle enthält die Transmission eines lfd. Meter Perkinsrohr von 34 mm Durchmesser bei Wassertemperaturen von 60—200° C. nach Intervallen von 10° geordnet. Für alle dazwischen liegenden Temperaturgrade ist der mittlere Transmissions-Coefficient k<sup>m</sup> Columnne 5 in Ansatz zu bringen, welcher das arithmetische Mittel aus den benachbarten Werthen der Col. 4 bildet. — Endlich sind in Col. 6 die Summen der mittleren Transmissions-Coefficienten für 14 Temperaturintervalle gebildet. Dividirt man mit der Anzahl der zehngradigen Intervalle in die Summe des zugehörigen mittleren Coefficienten, so erhält man den mittlern Coefficienten des Systems k°.

Im vorliegenden Falle sind 9 Temperaturintervalle vorhanden und der mittlere Coefficient des Systems ist:

$$k^\circ = 97,9 \text{ oder rund } 98 \text{ Calorien.}$$

Hiernach werden erfordert bei einem Maximalbedarf von 43050 Calorien im Mittel

$$43050 : 98 = 439,3 \text{ Meter Rohr.}$$

Solche Rohrlänge würde aber nur zulässig sein bei einer sehr großen Circulationsgeschwindigkeit: wir theilen 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;

Wärmeabgabe der Perkinsrohre für 20° Lufttemperatur.

Tablelle IV.

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

es durchläuft 9 zehngradige Temperaturintervalle und jeder der 9 ersten Coefficienten Col. 5, Tab. IV gilt für

110 : 9 = 12,22 Meter Transmissionsrohr.

Bei richtiger Circulationsgeschwindigkeit transmittiren diese 9 Rohrlängen à 12,22 Meter Länge folgende Wärmemengen:

Tableau des Transmissions-Vorganges.

Temperatur- Intervalle.	Trans- missions- Coefficienten.	Rohrlänge eines Temperatur- Intervalls.	Calorien.
1	161,5	12,2 m	1970
2	142,4	"	1737
3	125,8	"	1535
4	110,0	"	1342
5	95,1	"	1160
6	81,1	"	989
7	67,8	"	827
8	54,9	"	681
9	43,0	"	525

Transmission eines Systems = 10766 Calorien.

oder von 4 Systemen:

43064 Calorien,

was mit dem geforderten Maximalbedarf nahezu übereinstimmt. Mittelft des „Tableau“ ist nun die Vertheilung der 440 lfd. Meter Transmissionsrohr an die verschiedenen Räume vorzunehmen. Diese Arbeit ist mühselig und erfordert Erfahrung, um Systeme von annähernd gleicher Länge zu erhalten.

Der Wärmebedarf der zu heizenden Räume ist in der tabellarischen Uebersicht auf Seite 192 enthalten. Wir schreiten nunmehr zur:

Vertheilung der Rohrlängen.

Zimmer Nr. 1 (System I).

Das Rohr tritt (vergl. Circulationsgang Seite 185) in einem Abstände von 23 Meter vom Punkt a in das Zimmer ein.

- 1) Wärmebedarf lt. Uebersicht . . . 6336 Calorien.
- 2) Durchschnittlicher Rohrbedarf à 98 Cal. = 64,65 Meter.

Ann. 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 2. Temperaturintervall und jede 12,2 m desselben in einem weiteren Intervall mit entsprechendem Transmissionsvermögen (vergl. Tableau).

Hiernach transmittiren:

die ersten	1,44 Meter Rohr im 2. Intervall	205 Cal.,
die 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 Meter Rohr. 6338 Cal.

und bedingt demnach der Wärmebedarf des entfernt liegenden Zimmers gegen den Durchschnittsbedarf à 8 Calorien eine Mehrverwendung von 3 m Rohr.

Zimmer Nr. 2 (System IV).

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

Wärmebedarf lt. Uebersicht: 1753 Calorien.

17,89 Meter durchschnittlicher Rohrbedarf.

Es transmittiren nun:

die ersten	10,38 Meter Rohr im 4. Intervall	1141 Cal.,
	und bleiben zu vertheilen	612 "

oder:

$612 : 95,1 = 6,43$  Meter Rohr im 5. Intervall

zusammen 16,81 Meter Rohr mit . . . 1753 Cal.;

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

Zimmer Nr. 3 (System IV).

Das Rücklaufrohr hat, bis zum Eintritt ins Zimmer zurückgelegt, 45,31 Meter. Das Steigerrohr ist 2,8 Meter lang und liegt im 3. Temperaturintervall.

Wärmebedarf lt. Uebersicht: 1753 Calorien.

17,88 Meter durchschnittlichen Rohrbedarf.

Es transmittiren aber:

2,80 m Steigerrohr im 3. Intervall . . . . .	304 Cal.,
3,57 m Rücklaufrohr (48,88—45,31) im 4. Intervall . . . . .	393 "
11,06 m " " im 5. Intervall . . . . .	1056 "
<u>17,43 m Meter Rohr . . . . .</u>	<u>1753 Cal.</u>

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

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

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

6829 Calorien Wärmebedarf.  
69,68 Meter durchschnittlicher Rohrbedarf.

Es transmittiren nun von System IV:

3,10 m Steigerrohr im 1. Intervall	500 C.
12,20 m " " 2. " "	1737 "
0,08 m " " 3. " "	10 "
9,33 m Rücklaufrohr " 6. " "	757 "
6,05 m " " 7. " "	412 "
<u>30,76 Meter Rohr des IV. Systems.</u>	<u>3416 Cal.,</u>

Uebertrag . 3416 Cal.,

ferner transmittiren im III. System:

6,50 m (24,44—17,95) im 2. Intervall	925 C.
12,22 m " 3. " "	1535 "
10,00 m " 4. " "	951 "
<u>28,72 Meter Rohr des III. Systems.</u>	<u>3411 Cal.,</u>
oder 59,48 Meter Gesamtbedarf mit zuf.	6827 Cal.

In dieser Art ist die Rechnung fortzusetzen; man erhält alsdann die in nachstehender Uebersicht des Wärmebedarfs eingetragenen Rohrlängen unter Berücksichtigung der, den Temperaturintervallen entsprechenden Transmission. Columne 4 enthält dagegen den durchschnittlichen Rohrbedarf wie er dem mittlern Transmissions-Coefficienten der Anlage entspricht. Dieser Coefficient ist von erheblichem Werthe 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.

**Uebersicht des Wärmebedarfs und Vertheilung der Transmissionsröhren der Heißwasser-Mitteldruck-Heizung in der Villa des Herrn v. Maya zu Lipnik (Oesterreich-Schlesien).**

System	Zimmer Nr.	Wärmebedarf der Zimmer. Calorien.	Durchschnittlicher Rohrbedarf à lausdn. Meter 98 Calorien.	Rohrvertheilung unter Berücksichtigung der Temperatur.		Wärmeproduction im		Rohrvertheilung nach der Ausföhrung. Meter.
				Im Einzelnen. Meter.	Im Ganzen. Meter.	Einzelnen. Calorien.	Ganzen. Calorien.	
I. IV.	1	6336	64,65		67,64		6338	64,65
	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	60,04	2247 1169 3411	6827	66,23
				15,38 29,28				
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	60,70	2187 3812	5999	60,26
				33,71				
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	70,63	1998 538 2135 1401	6072	66,22
				12,40				
				37,23				
				8,60				

## Bemerkungen zu vorstehender Tabelle.

Die Columne 6 der tabellarischen Uebersicht gibt die Resultate der Rohrvertheilung auf Grund theoretischer Ermittlung, während solche in Columne 9 auch nach den Maßen der Ausführung beigelegt sind. Diese a posteriori bestimmten Zahlenwerthe weichen nicht erheblich von den durch die Theorie gefundenen ab: sie stützen sich auf untenstehende, aus älteren Perkins'schen Beobachtungen abgeleitete Tabelle der Rohrtransmission. Dabei ist jedoch unterstellt:

daß das Transmissionsrohr 150m lang sei, mit 150° in die Zimmer eintrete und mit 70–80° C. aus denselben zum Ofen zurückkehre. — Die Initialtemperatur des Systems (150° C.) entspricht dabei dem Nullpunkt der obern Reihe.

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 subtrahirt und ihre Differenz durch 10 dividirt, also  $(13,4 - 6,5) : 10 = 0,69$  u. s. f.

Bestimmung der Fenster-schlangen. 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 Spiraloöfen geboten und als einfachster, auch nicht Raum absorbirender Heizkörper die O-förmige Fensterschlange in Gebrauch (Fig. 219<sup>b</sup>). 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 Außenbreite 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 Meter. Ein genügender Spielraum für die Luftcirculation soll an allen Seiten verbleiben und vom hölzernen Fensterpanel bleibt man 4 bis 5 cm entfernt.

Der Höhe nach werden die Schlangen in 5 bis 10 Ringen gewunden. In unserem Beispiel haben die größten Spiralen 30,76 m, die kleinsten 8,79 m Länge erhalten; in allen Fällen aber müssen die beiden Fußbodenrundrohre und die Spirale zusammen mindestens den in Columne 6 der Tabelle eingetragenen Werth erreichen. Besser ist es, einige Procent Zuschlag, mit Rücksicht auf die ungünstigere Transmission der Schlangenrohre, zu geben. Denn die am untersten Rohre vorgewärmte Luft tritt schon mit höherer

Diese 1. Zahlenreihe repräsentirt das in Intervallen von 10 Meter fortschreitende Transmissionsrohr. Jeder Meter desselben transmittirt — bezogen auf den mittleren Coefficienten des Systems — 100 Cal. und demnach jeder Längenintervall 1000 Calorien.

Die 2. Zahlenreihe der Tabelle gibt die gleichwerthige Rohrlänge, welche der wirklichen Wärmeabgabe des zugehörigen Längenintervalles entspricht.

Danach transmittiren:

im 1. Intervall 6,5 m Rohr = 1000 Calorien,

„ 2. „ 6,9 m „ = 1000 Calorien u. s. f.

Die 3. Zahlenreihe endlich enthält die, in sämtlichen Intervallen zur Erzielung von 100 Calorien nöthige, Rohrlänge.

Temperatur an alle oberen Rohre, was bei geraden Fußbodenröhren nicht der Fall ist\*).

Anm. C. Schinz hat daher als vortheilhaft für Circulations-Fensterspiralen die Anlage von ∞-förmigen parallelen Flachschlangen empfohlen\*\*). Da aber in den gewöhnlichen Brüstungen von 25 m Tiefe höchstens 5 derselben zu placiren sind, so können — selbst wenn deren Krümmungsdurchmesser 0,40 Meter beträgt — bei 1,3 Meter Nischenlängen und dem üblichen Spielraum nur 15 m Rohr in einer Brüstung untergebracht werden. Oder man ist gezwungen, die Kästen ins Zimmer vortreten zu lassen, was in der That bei 1½ Stein starken Wänden vielfach geschieht; Flachschlangen von der Form, welche Fig. 218 darstellt, lassen sich in flachen Brüstungen ebenfalls doppelt und dreifach anbringen und enthält dann jede Schlange bei 6 Windungen 9,5 m Länge.

## B. Die Dampfheizung.

## §. 70.

Die in §. 66–69 behandelte Centralheizmethode von Perkins beruht auf der Circulation eines Wärme tragenden Mediums, welches durch die umschließenden Hüllen verhindert wird, seinen Aggregatzustand zu verändern und daher die zugeführte Wärmemenge lediglich zur Erhöhung seiner Temperatur benützt. Daß dabei die Cohäsion überwunden, also die Vertheilung der Moleküle verändert, auch der von außen auf die Oberfläche ausgeübte Druck durch Ausdehnung des Körpers überwunden wird, ist aus der Wärmelehre bekannt.

\*) Daß auch die Circulation in den 4 Viertelkreis-Windungen jedes Ringes erheblich beeinträchtigt wird, ist durch Rechnung zu erweisen.

\*\*) Dingler, Polyt. Journal, Jahrg. 1876, Seite 101.

Andere Verhältnisse treten ein, wo der Dampf als Träger der Wärme benützt werden soll. Bei der Verdampfung eines flüssigen Körpers besteht die von der Wärme hervorgebrachte Wirkung hauptsächlich in der Aenderung 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 Calorien, welche nöthig sind, um 1 Kilogramm einer Flüssigkeit von  $0^{\circ}$  C. in ebensoviel gesättigten Dampf von  $T^{\circ}$  zu verwandeln, nennt man die „**totale Verdampfungswärme**“; dieselbe ist von Regnault für eine Anzahl von Flüssigkeiten bestimmt worden. Für das Wasser ist sie ausgedrückt durch die empirische Formel:

$$C = 606,5 + 0,305 T. \dots 1.)$$

Wenn aber die Anfangstemperatur des Wassers nicht  $0^{\circ}$  sondern  $+t^{\circ}$  ist, so sind die zur Erwärmung von  $0^{\circ}$  auf  $t^{\circ}$  erforderlich gewesen Calorien in Abzug zu bringen. Diese Wärmemenge, welche 1 kg Wasser von  $0^{\circ}$  auf  $t^{\circ}$  erhöht, ist gegeben durch die Reihe:

$$q = t + 0,00002 t^2 \times 0,0000003 t^3 \dots 2.)$$

Zur Verwandlung von 1 kg Wasser von  $100^{\circ}$  in gesättigten Dampf von  $100^{\circ}$  sind also erforderlich:

$$C_1 = 637 - 100,5 = 536,5 \text{ Calorien} \dots 3.)$$

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

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

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

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

## Geschichtliches.

Der Gedanke, ein ganzes Gebäude durch Schlangentröhen, deren Wärmerecipient im Keller desselben angebracht ist, zu erwärmen, rührt von dem Colonel W. Cook her (1745). Eine praktische Anwendung dieser Idee wurde jedoch erst durch James Watt 1784 gemacht, der den abgehenden Dampf der Maschine zum Heizen seiner Bureau benützte. Sein Associé Boulton verwendete den Dampf zur Erwärmung von Bädern und später in größerem Maßstabe zu gleichem Zweck für Werkstätten und Seidenspinnereien. — Das erste Patent auf Benützung des Dampfes zur Heizung eines mehretagigen Gebäudes nahm John Hoyle 1791. Nach jener Zeit aber gewann die Anwendung im großen Maßstabe bedeutend an Platz, namentlich in den Fällen, wo der Dampfgenerator bereits anderweitig bestand, wo der Raum zur Aufstellung von Oefen beschränkt war und sonst ökonomische Rücksichten in Betracht kamen.

Im letzten Decennium hat die Dampfheizung eine sehr bedeutende Vervollkommnung und demzufolge größere Anwendung erfahren, nachdem die bisherigen Bedenken gegen dieselbe durch vorgeschrittene technische Behandlung beseitigt sind. — In gleichem Maße hat sich die Furcht vor Dampfesseln verringert und die Aufstellung von Röhrenkesseln\*) als Hochdruckdampfessel ist gesetzlich auch in und unter bewohnten Räumen gestattet, sobald die Röhren gewisse Dimensionen nicht überschreiten.

Zur Condensation wendete man ursprünglich nur Röhren von Gußeisen an, die, in passender Höhe mit Eisenbändern aufgehängt, das Lokal der Länge nach durchzogen, Fig. 230. Wo Pfeiler oder Säulen in gewissen Abständen vorhanden waren, legte man die Röhren auf drehbare Rollen, Fig. 231, oder sie wurden an den Umfassungswänden umhergeführt und auf gußeiserne Console gelagert. Diese Methode ist da angänglich, wo, wie in Fabriken, es nicht darauf ankommt, wenn die Röhren sichtbar angebracht sind: an andern Orten aber, z. B. in der Pariser Börse, liegen sie versenkt in Kanälen im Fußboden und zwar auf einer Unterlage von massiven Glaszylindern, um der Längenausdehnung der Röhren Rechnung zu tragen. Sie haben auch eine geringe Neigung, um das Abfließen des Condensationswassers zu erleichtern. Die Kanäle sind mit durchbrochenen Platten abgedeckt, welche das Austreten der Wärme gestatten.

\*) Vergl. S. 23. Diese Kessel wurden zuerst im Anfang der 40er Jahre durch Dr. Ernst Alban construirt, ohne gehörige Anerkennung zu finden. Erst neuerdings sind sie durch Root und Belville in Deutschland eingeführt und mannigfach modificirt worden. Auch der Heine'sche Patent-Wasserrohrkessel für Dampftrieb gehört hierher.

Fig. 230.

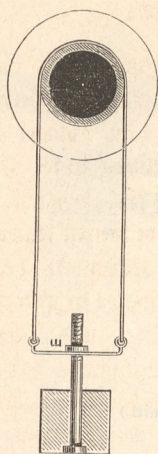
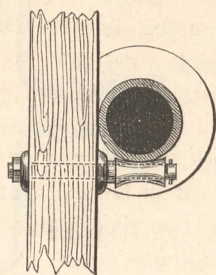


Fig. 231.



In Wohnhäusern und besonders in öffentlichen Gebäuden gibt man den Condensationsgefäßen aus ästhetischen Rücksichten eine andere Form, z. B. die eines Piedestals, oder man construirt Hohlräume von prismatischer oder cylindrischer Form, in welche oberhalb der Dampfstrahl eintritt und unterhalb das Condensationswasser abfließt. Derartige Gefäße wendete zuerst Grouvelle in Paris an\*).

Ein Uebelstand der Dampfheizungen ist die geringe Reservationskraft der Condensationsapparate, denn sobald die Register abgesperrt sind, erkalten sie und es ist keine andere Wärme als die in den Wänden reservirt im Lokal vorhanden.

Für Versammlungssäle, Auditorien zc. zc., in denen sich zuweilen viele Menschen gleichzeitig aufhalten, oder wo eine starke Abendbeleuchtung stattfindet, ist dieser Mangel an Reservationsvermögen ebenso häufig ein besonderer Vortheil, der sogar zur Wahl dieser Heizmethode Veranlassung geben kann. Um aber doch für andere Räume des Gebäudes Wärme reserviren zu können (unter Beibehaltung derselben Art von Wärmerecipienten), hat man Heizkörper construirt, in welchen sich Wasser befindet, das durch zufließenden Dampf bis auf 100° erwärmt wird und nennt jede derartige Combination eine Dampfwasserheizung.

Dieses combinirte System verbindet die Vortheile der Wasserheizung (starke Reservation) mit denjenigen der Dampfheizung (schnelle Erwärmung), denn das Wasser nimmt sofort die Temperatur des zufließenden Dampfes an und wenn der Dampf abgesperrt wird, bleibt in dem Wasser des Transmissionsgefäßes die Wärme reservirt. Diese Anordnung wurde zuerst von den Brüdern Henry und Charles Price in Bristol um 1829 ausgeführt und von Grouvelle später für die Männerabtheilung des Hospitals

\*) Péclet. Tome II. Fig. 439—441.

Lariboisière zur Anwendung gebracht, wo sie seit 1854 mit Erfolg in Gebrauch ist.

Neuerdings fertigt die Firma Gebrüder Sulzer in Winterthur nach ihrem erprobten System Dampfwasserheizungen, welche sich wegen ihrer Vortreflichkeit großer Beliebtheit erfreuen und durch eine Reihe von Ausführungen verschiedener Größe bewährt haben, so am Zürcher Polytechnikum seit 1867. Auch diese Heizmethode ist im Anschluß an die reine Dampfheizung im Nachstehenden zu besprechen.

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

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

2) in der beliebigen Ausdehnung des Heizsystems, so daß ganze Gebäudecomplexe, wie die rheinischen Provinzial-Irren- und Blinden-Anstalten, von einer einzigen Centralstelle aus geheizt werden\*);

3) in dem geringen Durchmesser der Röhren; endlich

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

Daß jede Gefahr ausgeschlossen ist, mag nebenher erwähnt werden, da die Temperatur des Dampfes bei  $\frac{1}{2}$  Atmosphäre Ueberdruck höchstens 112° C. erreicht. Eine Verbrennung organischer Substanzen kann dabei ebensowenig stattfinden, so daß auch vom hygienischen Standpunkt eine normale Beschaffenheit der Luft zu constatiren ist.

## §. 71.

**Die Rohrleitung.** Bei der Disposition der Anlage hat man danach zu streben, daß das Hauptsteigerrohr, welches den größten Durchmesser erhält, vom Kessel aus direkt nach dem Dachboden geht, daselbst in nahezu horizontaler Richtung den Dampf durch Rohrleitungen vertheilt und denselben durch Vertikalstränge nach den einzelnen Heizkörpern führt. Es fließt dann alles im Hauptrohr sich condensirende

\*) Diese Anstalten werden ausgeführt in der Nähe von Düsseldorf, Bonn, Andernach, Düren und Merzig. Sie sind mit Dampfwasserheizung (System Sulzer) versehen und die Leitungen, Fittings zc. von dem Eisenwerk Kaiserslautern, bezw. vom Ingenieur Haag in Augsburg eingerichtet worden. — In der Stadt Lockport im Staate New-York wurden sogar während des Winters 1877—78 gegen 200 Häuser nach dem Central-Dampf-Heizsystem von Mr. Birdsell Holly von einer Centralstelle aus geheizt. Aehnliche Versuche wurden in New-York und Buffalo vorgenommen.

oder aus dem Kessel mit fortgerissene Wasser an den Rohrwänden in den Kessel zurück. Auch das Condenswasser der horizontalen Stränge fließt vor dem Dampf durch die Vertikalstränge ab, wodurch jede Strömung des Wassers gegen den Dampf und somit das „Knattern“ in der Leitung vermieden wird. Das Condensationswasser aus den Heizkörpern fließt endlich auch in vertikalen Strängen nach dem Kessel, wird dort durch horizontale Leitungen vereinigt und nach dem Kesselraum zur Speisung des Kessels zurückgeführt.

Als Material zur Rohrleitung empfiehlt sich Kupfer oder, wo der höhere Preis desselben in Betracht kommt, Schmiedeeisen, letzteres auch verzinkt. — Die weiten schmiedeeisernen Rohre werden mit aufgelötheten Flanschen verbunden und mit Gummi oder besser mit Asbestscheiben oder Kupferringen gedichtet. Die engeren Rohre bis zu 52 mm Durchmesser erhalten übergeschobene Muffen mit Gewinde und doppelte Contreringe mit einer zwischenliegenden Hanfdichtung. Der Durchmesser der Leitungsröhren soll nicht zu eng sein, um unnötige Reibungswiderstände zu beseitigen, jedenfalls dem zu leitenden Dampfolum entsprechen und den Abfluß des Condensationswassers gestatten. Damit jedoch die Bildung von Condensationswasser auf ein geringes Maß beschränkt werde, sind die Rohre gut zu umhüllen, d. h. entweder mit Strohseilen und einem Mantel von Haarlehmörtel oder mit einer 25—40 mm dicken Lage von Leroy'scher Patentmasse zu bekleiden.

Die Längenausdehnung der Rohrleitungen wird durch untergelegte Rollen erleichtert. Zu gleichem Zweck ist es vortheilhaft, nur das eine Ende des Rohrstranges zu befestigen und das andere frei zu lassen. Geht dies nicht an, so muß — wenigstens bei längeren Strängen — eine Compensations-Vorrichtung eingeschaltet werden. Darunter versteht man Zwischenstücke von variabler Form, welche die zusammenstoßenden Rohrenden so verbinden, daß innerhalb geringer Grenzen eine Annäherung und Entfernung derselben möglich ist.

Einer der gebräuchlichsten Compensatoren besteht aus zwei dünnen biegsamen Kupferröhren *b* und *b'*, Fig. 232, welche Uförmig zwischen die Rohrenden *A* und *B* eingesetzt sind und in Folge ihrer Elasticität der Bewegung der Enden des Rohrstranges folgen. Das obere Rohr *b* dient für den Dampf, das untere *b'* für das Condensationswasser. Man kann indessen die Compensationseinrichtung noch vereinfachen, wenn an Stelle der Röhren *b* und *b'* ein einziges gebogenes Rohr von größerem Durchmesser eingeschaltet und dieses nicht vertikal stehend, sondern horizontal liegend angeordnet wird, damit Dampf und Condenswasser durch dasselbe fließen können. Die Enden der Leitungsröhre *A* und *B* legt man auf Rollen.

Fig. 232.

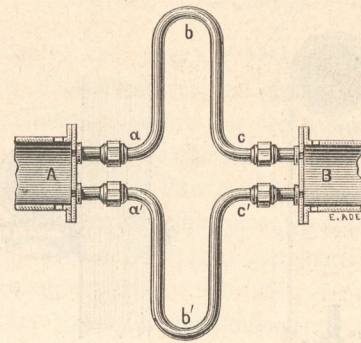


Fig. 233. (Durchschnitt.)

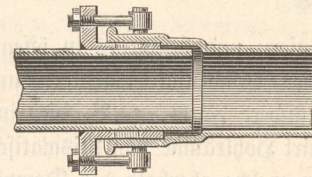
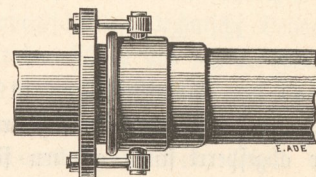


Fig. 234. (Ansicht.)



Weite Leitungsröhren, bei denen die Muffenverbindung zur Anwendung kommt, können leicht so verbunden werden, daß das biegsame Compensationsstück fortfällt. Man läßt alsdann (vergl. Fig. 233) zwischen dem eingeschobenen Rohrende und dem Grunde der Muffe einen Spielraum für die Ausdehnung. Die Dichtung der hinteren Muffenfuge geschieht mit in Talg getauchten Hanfzöpfen. Sorgsame Ingenieure legen an der Bewegungsstelle Messingbuchsen ein.

Luftein- und Auslaßventile. Ganz besondere Sorgfalt ist darauf zu verwenden, daß die Luft aus den Condensationsapparaten und aus den Leitungen ausgetrieben werde, sobald die Heizung beginnt, und daß dieselbe, wenn Dampf nicht mehr entwickelt wird, den Transmissionsgefäßen zugeführt wird. Denn es bildet sich, sobald der Dampf abgestellt ist, in Folge der Condensation desselben überall da, wo Dampf war, ein luftverdünnter Raum. Bei cylindrischen Heizkörpern von geringer Wandstärke kann daher leicht ein Zusammenklappen stattfinden. Außerdem würde beim Wiederanlassen der Heizung nicht nur Dampf, sondern auch Wasser aus dem Kessel in die Leitung mit fortgerissen werden.



Fig. 235.

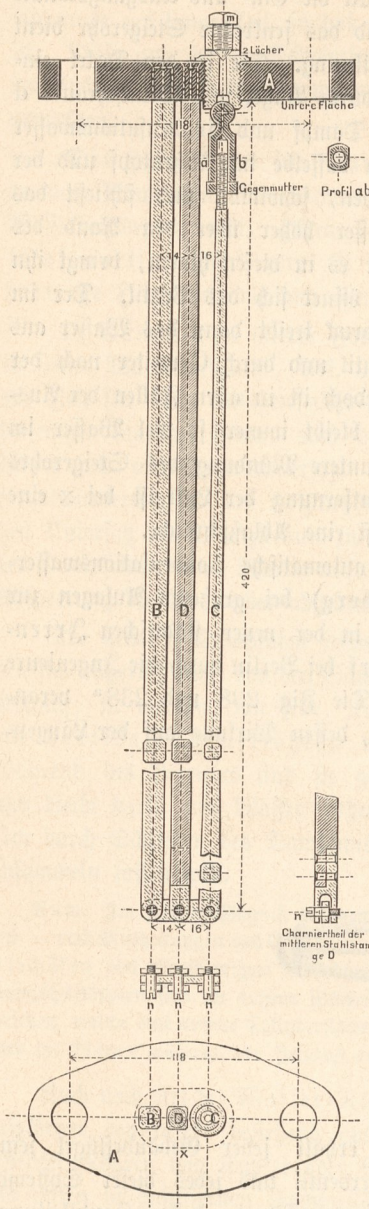
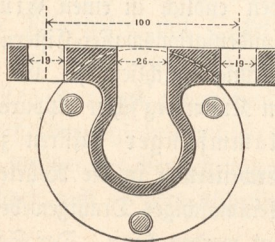


Fig. 236.



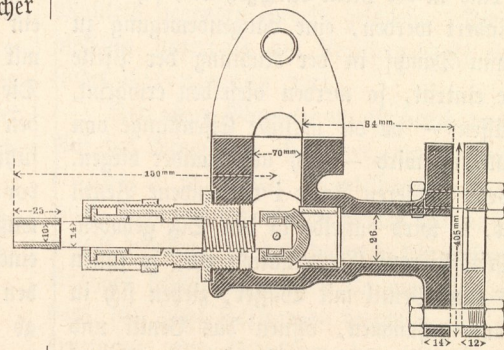
Um nun einen möglichst ruhigen Gang der Heizung zu erzielen, sind die Heizkörper so zu construiren, daß wenig Luft-raum darin enthalten ist, daß die Luft entgegen-gesetzt dem Eintritt des Dampfes entweichen kann, daß der Dampf die Luft vor sich her-treibt (ohne sich mit ihr zu mischen). Zum Aus-tritt der Luft dienen Luft-hähne, Luftschrauben, Luftventile (re-niflards\*). Früher wurden derartige Hähne durch den Heizer oder durch die Insassen des Zimmers regulirt, wo-bei Unregelmäßigkeiten unvermeidlich waren. Bei Ausführung großer Heiz-anlagen in mehreren Eta-gen und in weitgedehnten Räumlichkeiten ist deren Besorgung durch den Heizer unstatthast; es finden dann die selbst-thätigen Luftein- und Auslaßventile An-wendung. Ein derartiges Ventil, Fig. 235, besteht aus einem gußeisernen Flansch A, unter welchem zwei Metallstangen B und D von gleicher

Länge befestigt sind. Am Ende der Stange B ist der Stütz-punkt, am Ende von D der Arm eines Hebelchens befestigt. Der Hebelarm trägt eine dritte Stange C, an deren oberem Ende sich das Ventil O befindet, das in einem Ventilsitz Führung hat, welcher in der erwähnten Platte A eingefestigt ist. Die Stangen B und C sind aus zinkreichem Messing hergestellt, die Stange D besteht aus weichem Stahl; die Charnierbolzen N und das Kugelventil O bestehen aus Roth-guß. Wird nun Dampf in den Condensationsapparat (Register) eingelassen, so verdrängt derselbe die Luft und diese bläst aus dem Ventil aus. Der Dampf dehnt aber gleichzeitig die Metallstangen aus und zwar die Messingstange mehr als die Stahlstange (wegen der ungleichen Ausdehnung bei-der Metalle): die erstere drückt daher auf den Hebelarm, hebt das Ventil empor und schließt die Oeffnung. Wird der Dampf abgesperrt, so erkalten die Stangen, das Ventil öffnet sich wieder und gestattet der Luft den Eintritt. Der Eintritt des Dampfes in die Heizkörper erfolgt durch Ven-tilen, welche auch zur theilweisen oder vollständigen Aus-schaltung benützt werden; die Ausschaltung ganzer Rohr-stränge geschieht in gleicher Weise. Gut gearbeitete Drossel-klappen dienen zuweilen demselben Zweck.

Fig. 236 stellt ein Dampf- und Retouraus-lafventil detaillirt dar und zwar Fig. 236 im Quer-schnitt, Fig. 236<sup>a</sup> im Längenschnitt. Die wichtigsten Dimen-sionen desselben sind aus der Figur zu entnehmen; der Durchmesser des Leitungsrohres beträgt 26 mm. Das Ven-tilgehäuse, welches aus Gußeisen besteht, wird mit dem ovalen Flansch gegen die Decke resp. den Boden des Heizkörpers verschraubt. Im vorliegenden Falle ist derselbe ein Rippen-register von 70 mm äußerem Durchmesser. Das Ventil besteht aus Rothguß, Ventilsitz und Stopfbüchse aus Messing.

Um zu verhüten, daß der Dampf bei einer Dampf-heizung unbenützt in das Condensationswasser-Reservoir ge-

Fig. 236 a.



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

lange, bringt man am Ende der Dampfleitungen, d. h. da, wo sie sich mit den Condensationswasser-leitungen verbinden, Condensationsstöpsel oder ähnliche Apparate (automa-

tische Condensations-Wasserablenker) an. Diese gestatten nur dem Wasser den Durchgang und halten den Dampf zurück, welche Rücksicht durch die Deconomie geboten ist.

Fig. 237 stellt einen automatischen Condensirtopf dar, der von Schäffer & Budenberg in Magdeburg fabricirt

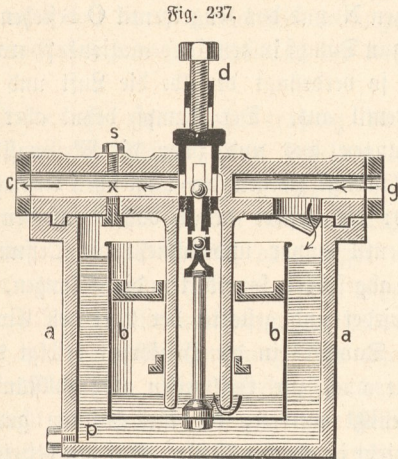


Fig. 237.

wird. Derselbe besteht aus zwei Töpfen, einem äußeren a von Gußeisen, der oben dicht verschraubt ist und einem

inneren aus Kupferblech b, dem Schwimmtopf, der oben offen ist. Der Deckel enthält die Ein- und Ausgangskanäle für das Condenswasser und das senkrechte Steigerrohr dient dem Schwimmtopf als Führung. Die in den Deckel eingefügten Ventile werden durch Bügel und Druckschraube d fixirt. Wenn nun bei g Dampf und Condensationswasser eintreten, so sammelt sich dasselbe im Außentopf und der Schwimmtopf wird gehoben, schwimmt und schließt das Ventil. Steigt das Wasser höher über den Rand des Schwimmtopfes, so stürzt es in diesen hinein, bringt ihn zum Sinken und dadurch öffnet sich das Ventil. Der im Topf statthabende Dampfdruck treibt dann das Wasser aus dem Rohr durch das Ventil und durch c weiter nach der Cisterne. Dem Dampf jedoch ist in allen Fällen der Austritt unmöglich, denn es bleibt immer so viel Wasser im Schwimmtopf, daß die untere Mündung des Steigerrohrs abgeschlossen ist. Zur Entfernung der Luft ist bei x eine Bohrung angebracht; p ist eine Ablassschraube.

Neuerdings ist der automatische Condensationswasser-Ableiter (Patent Rufenberg) bei größeren Anlagen zur Anwendung gelangt; so in der neuen städtischen Irrenheilanstalt zu Dalldorf bei Berlin durch die Ingenieure Rietschel & Henneberg. Die Fig. 238 und 238<sup>a</sup> veranschaulichen diesen Apparat, dessen Wirkung auf der Längen-

Fig. 238.

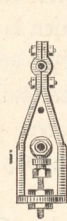
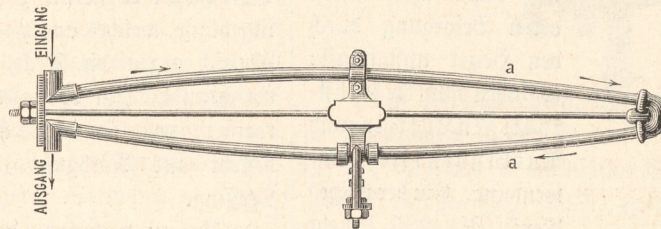


Fig. 238 a.



ausdehnung der beiden gebogenen Messingrohre a, a beruht, deren Enden durch eine in der Mitte durchgehende, schmiedeeiserne Stange gehindert werden, eine Längenbewegung zu machen. Wenn dann Dampf in der Richtung der Pfeile in die Messingrohre eintritt, so werden dieselben erwärmt, ausgedehnt und müssen — da die massive Eisenstange von der Wärme nicht alterirt wird — sich auseinander biegen. Da nun das mit dem mittleren Joche i verbundene Ventil seine Lage beibehält, so wird dasselbe in den Sitz gehoben, also geschlossen. Tritt hierauf Condensation ein, so füllen sich die Röhren bis zum Ventil mit Wasser, ziehen sich in Folge der Abkühlung zusammen, öffnen das Ventil und gestatten dem Wasser so lange Abfluß, bis wiederum Dampf eintritt und der Vorgang sich wiederholt. — Dieser Apparat arbeitet sicher unter jedem beliebigen Dampfdruck und wird in drei Größen (10, 15 und 20 mm Lichtweite) ausgeführt.

Bei größeren Anlagen erhält jeder Gebäudestügel fein regulirbares Dampfabsperrentil und jedes dieser Systeme ein besonderes Condensationswasserneß, dessen Hauptleitung mit je einem Condensationswasserablenker in Verbindung steht. Die letzteren münden endlich in einen Einlaufstopf, an den sich die zur Condensationswasser-Cisterne im Kesselhaus führende Condensleitung anschließt\*). Es ist vortheilhaft, vor Eintritt in den Rufenberg'schen Apparat das Condenswasser einen Schlammfänger passieren zu lassen, d. h. eine topfähnliche Erweiterung in die Rohrleitung einzuschieben und hier ein feinmaschiges Drahtgewebe einzulegen, das ab und zu gereinigt werden kann. Der Schmutz, der wäh-

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

rend des Legens der Röhren in die Leitung kommt, das Abblättern beim Warmbiegen u. dgl. m. verunreinigen die Apparate auf lange Zeit, so daß wiederholte Controle nöthig ist. Diese und andere Schwierigkeiten sind zu überwinden, um spätere Betriebsstörungen, welche unbequemer sind, zu vermeiden.

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

1) Dampfföfen älterer Form, wie dieselben Schinz in seiner Wärmemesskunst, Art. 352 u. f., mittheilt, sind zur Zeit für neue Anlagen nicht mehr in Gebrauch, weder diejenigen konischer Form, noch die cylinderförmigen Heizkörper mit viereckigem Untersatz. Zur Erhöhung des Reservationsvermögens der Heizkörper hatte er vorgeschlagen, den Untersatz mit Quarzsteinen zu füllen, die dann während des Dampfeinströmens Wärme aufnehmen und nach erfolgter Absperrung dieselbe wieder abgeben sollten.

Die neueren Dampfföfen cylindrischer Form unterscheiden sich äußerlich nicht von den Säulenöfen für Warmwasserheizung; sie werden, wie jene, voll, ringförmig, oder mit vertikalen Luftröhren durchzogen angefertigt. Während des Betriebes sind sie ganz mit Dampf gefüllt, und bleibt darin nur Wasser stehen, wenn man absichtlich durch Schließen des Dampfauslassventils Wasser darin ansammeln lassen will.

Ann. Im Zellengefängniß auf dem Långholm zu Stockholm\*) sind — nach Mittheilungen von E. Wiemann — zum Theil Dampfblechöfen von ringförmigem Querschnitt angebracht; bei anderen Dampfheizkörpern sind die äußeren Flächen mit Kachelbekleidung versehen, welche eine äußere Cylinderfläche bildet. In diesem Mantel wird die Wärme während der Heizung aufgespeichert.

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

2) Dampf-Register sind (abweichend von den Registern für Warmwasserheizung) prismatische oder cylindrische Hohlräume. Sie werden zur Vermehrung der Wärmefläche mit Strahlungsrippen und — aus ästhetischen Gründen —

mit einer Ummantelung versehen, für deren decorative Ausschmückung dem Architekten mannigfacher Spielraum bleibt.

Auf Tafel 53 geben wir die Anordnung eines gußeisernen Rippenregisters für Dampfheizungen mit zugehöriger Metallummantelung, letztere nach H. Röske's Patent. Fig. 1 gibt die Seitenansicht der Ummantelung, Fig. 2 den Querschnitt, Fig. 3 den Horizontalschnitt in Höhe des Ventilationskanals mit Oberansicht des Registers, Fig. 4 den Längendurchschnitt.

Das Register ist als geschlossener, prismatischer Hohlraum von 50 mm Lichtweite bei 1 m Höhe aus Gußeisen construirt und zur Erhaltung der Form bei starker Erwärmung der Flächen mit 6 Versteifungen versehen. An der oberen Decke bei v tritt der Dampf durch das in Fig. 236 dargestellte Einlaßventil in das Register ein, treibt die darin enthaltene Luft vor sich her und zwingt dieselbe, durch das bei u angebrachte selbstthätige Luftein- und Auslaßventil zu entweichen. Die kurze Zwischenwand s verhindert das Austreten des Dampfes auf kurzem Wege beim Anlassen desselben. Der nicht condensirte Dampf und das Condensationswasser strömen bei w nach den, in Kanälen unter der Kellersohle angebrachten, Condensationswasserleitungen ab, welche dieselben zu einer automatischen Vorrichtung führen, also zu einem Condensationstopf von Robinson, Budenberg, oder zu einem Rufenberg'schen Apparat, der das Wasser in die Sammelcisterne entläßt, aus welcher dasselbe durch die Dampfpumpe in den Kessel zurückgedrückt wird\*).

Der dreiseitige, an die Zimmerwand sich anlehrende Metall-Mantel ist oben offen und — sofern die um o drehbare Circulationsklappe g die, in Figur 2 angenommene Lage hat — unterhalb geschlossen. V ist der für ein bestimmtes Ventilationsquantum berechnete vertikale Kanal in der Zimmerwand, welcher frische Luft zuführt. Dieser Luftzuführungskanal wird geschlossen durch Drehung der Klappe g nach rechts, was mittelst eines, außerhalb des Mantels liegenden Hebels geschieht. Die Zimmerluft kann alsdann unterhalb am Registergehäuse eintreten, d. h. es findet Circulation statt.

Der obere Mantelraum ist durch das Blech i verengt. Auf der Wand a a ist ferner, um O<sub>1</sub> drehbar, die Mischklappe h in ganzer Mantelbreite angebracht; sie kann durch Drehung des oberen Hebels am äußeren Mantel eingestellt werden, so daß dadurch die äußere oder die innere Kammer geschlossen wird. Da nun die Heizfläche des Registers für hohe Kältegrade berechnet ist, wird an warmen Heiztagen eine Reduktion der ins Zimmer gelangenden

\*) Vergleiche: Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrg. 1879, Heft 3, Taf. VI, VII, VIII.

\*\*) Mitgetheilt in Klafen, Hochbau-Construktionen in Eisen, Fig. 963.

\*) Im Gefängniß zu Stockholm sammelt sich das Condensationswasser in einem über den Kesseln liegenden Reservoir an, und wird aus diesem durch Dampfdruck in die Kessel zurückgeschafft.