



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Verschiedene Konstruktionen

Scholtz, Adolf

Leipzig, 1900

A. Die Luftheizung.

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

Sechstes Kapitel.

Centralheizungen.

§ 38.

Während Kamine und Zimmeröfen als Apparate für Lokalheizung den ausgesprochenen Zweck verfolgen, durch die Feuerung nur einen oder höchstens zwei aneinander stoßende Räume zu erwärmen, fällt den Centralheizungen die kompliziertere Aufgabe zu: entweder sämtliche oder doch eine Gruppe von Räumen desselben Gebäudes mittels eines gemeinsamen Apparates und von einem Centralherde aus zu heizen.

Im Vergleich zu den im vierten und fünften Kapitel abgehandelten Lokalheizungen lassen sich die Vorteile 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 regulierbar, gleichmäßiger und vollständiger als derjenige einer größeren Anzahl von zum Teil in verschiedenen Etagen gelegenen Feuerstätten. Es findet aber auch eine — nachweisbare — Ersparnis an Brennmaterial statt, wodurch die größeren Anlagekosten leicht aufgewogen werden.
- 3) Rauch in den Zimmern und Belästigung der Einwohner durch das Heizpersonal fallen fort, auch die Feuergefährdung wird erheblich verringert.
- 4) Flure, Treppenhäuser, Korridore können gleichzeitig mit erwärmt werden.

Die Schwierigkeiten in der Anlage einer Centralheizung bestehen dagegen:

- a) in der Beschaffung eines verständigen Bedienungs-personales;
- b) in der Regulierung des Heizeffektes nach dem jeweiligen Stande der Außentemperatur;
- c) in dem Anpassen an die Grundrißdisposition;
- d) in dem Ausschließen gewisser Räume nach vorübergehendem Bedürfnis.

Das Medium, an welches die im Centralheizapparat 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 Kombinationen dieser drei Systeme unter sich sind noch zu nennen:

- D. die Dampfwasserheizung, eine Kombination von B und C,
- E. die Wasserluftheizung, Kombination von A und B,
- F. die Dampfluftheizung, Kombination von A und C.

§ 39.

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 mitzuteilen, welche in besonderen Räumen des Untergeschosses erzeugt worden war. — In Rußland ist ein ausgebildetes System dieser Heizungsart schon in 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 Schloßbaumeister Manger.

Die Erwärmung der Luft findet bei dem System der Luftheizung in einer besonderen, meist im Souterrain belegenen, Heizkammer statt. In dieser ist der Wärme-erzeuger (Kalorifère) derart plaziert, 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 Kalorifère auf circa 50° erwärmt hat, steigt sie nach einfachen, physikalischen Gesetzen in „Heizkanälen“, welche im Mauerwerk ausgespart sind, aufwärts. Durch mit regulierbaren Klappen versehene Ausströmungsöffnungen gelangt sie alsdann in die zu heizenden Zimmer und Säle des Gebäudes.

Um der erwärmten, neu zutretenden Luft Platz zu machen, muß ein entsprechendes Quantum (verbrauchter) Zimmerluft abgeführt werden, was ebenfalls mittels vertikaler Kanäle im Mauerwerk geschieht. Diese letzteren nennt

man „Kanäle für verbrauchte Luft“ auch wohl „Abluft- oder Ventilationskanäle“, im Gegensatz zu den Heiz- oder Warmluftkanälen. Zuweilen wird das Feuer des Kalorifères mit verbrauchter Zimmerluft gespeist, die Ventilationskanäle münden dann unter den Kofst des Heizapparates; gewöhnlich aber 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. Derselbe nimmt gewöhnlich auch die Ventilationsluft — direkt oder indirekt — auf; da das Feuer in diesem Falle luftverdünnend, also „sugend“ auf die verbrauchte Luft in den Kanälen wirkt, so resultiert daraus eine Lüftung durch Aspiration (Absaugung).

Lage der Öffnungen für Zuführung erwärmter und Abführung schlechter Luft. Wo diese in den Zimmern anzubringen seien, darüber ist für jeden speziellen 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 am Fußboden abzuleiten.

Verlängert man die kalten Kanäle bis zum Souterrain hinab und führt sie einzeln oder vereinigt zur Kammer zurück, so ist man in der Lage, mit der Luftheizmethode auch Cirkulationsheizung zu verbinden. Diese Methode wurde von Meißner in Wien¹⁾ schon vor circa 70 Jahren angegeben. Fig. 114 giebt eine Skizze dieses Heizarrangements. Es bezeichnet darin: I den Heizkanal, II den Cirkulationskanal, 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 Lokales als rein angesehen werden. Der Kanal VI für kalte Luft und die Klappen b und c sind geschlossen: die durch den Ofen erwärmte Luft wird also in I aufsteigen, durch die Einströmungsöffnung ins Zimmer gelangen und die steigende Bewegung bis zur Decke beibehalten. Infolge von Transmission 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 Kanal II in die Heizkammer zurückkehrt, um sich von neuem zu erwärmen und den vorigen Weg zu wiederholen. — Diese Methode der Cirkulation genügt für die

Dauer nicht; sie ist jedoch für Treppenhäuser und Korridore, insbesondere bei Temperaturen unter 14°, zulässig und kann für das Stadium des Anheizens auch in Wohnräumen

Fig. 114.

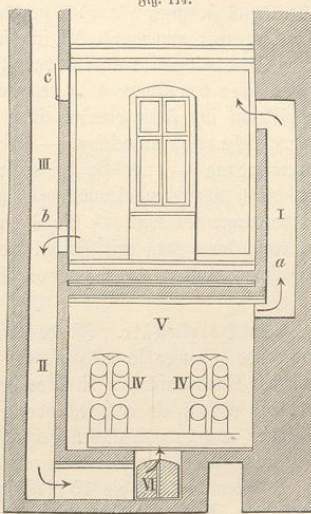
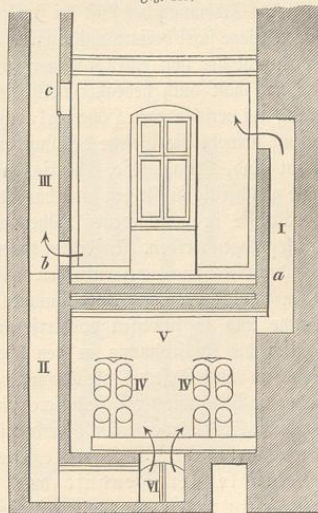


Fig. 115.



kein Bedenken erregen, sofern vorher genügende Lüftung stattgefunden hat.¹⁾

¹⁾ Meißner, Die Heizung mit erwärmter Luft. Dritte Auflage. Wien 1827.

¹⁾ Prof. Wolpert verurteilt für Wohnzimmer und Schulen die Cirkulationsheizung ganz und verlangt für solche Räume — selbst zum Anheizen — Ventilationsheizung. Deutsche Bauzeitung 1874, Nr. 27.

B. Soll mit der Heizung Lüftung verbunden werden, was für dauernden Aufenthalt im Zimmer hygienisch nötig erscheint, dann ist ein anderes Arrangement erforderlich, welches Fig. 115 verdeutlicht. Die Klappe p ist gesenkt, der kalte Kanal geöffnet, Klappe c geschlossen. Die 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 besonderen Ventilationszammelschacht zu entweichen. — Wenn infolge starker Wärmeerzeugung — wie sie bei nicht normaler Heizung oder durch Menschenansammlung und Beleuchtungsprozesse hervorgerufen wird — die Temperatur erheblich steigt, dann kann man mit Vorteil die Klappe c öffnen und die Zimmerluft an der höchsten Stelle abfließen lassen.

Anlage der Heizkanäle. Ist das mit warmer Luft zu versorgende Zimmer so gelegen, daß der Heizkanal nicht von den Kammerwänden direkt aufsteigt (wie in Fig. 114 u. 115), so muß ein entsprechender Zuleitungs- kanal mit Steigung nach dem vertikalen Heizkanal angelegt werden; horizontales Ziehen vermeidet man am besten ganz. In geneigten Kanälen von 12 bis 15 m Länge sind die Reibungswiderstände schon so bedeutend, daß man es für vorteilhafter hält, statt einer Heizkammer zu 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 gleichmäßig er 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 infolge der Lage eines Raumes zur Stellung der Sonne und zu gewissen vorherrschenden Luftströmungen. Um die Ausströmung in den übereinanderliegenden Zimmern eines Systems gleichmäßig zu machen, pflegt man daher die Weite mit der Druckdifferenz in Einklang zu setzen, ¹⁾ was mit Stellklappen erreicht werden kann. Rat- sam ist es, für jeden besonderen Fall die Querschnitte sämtlicher Kanäle gewissenhaft durch Rechnung festzustellen, sofern nicht etwa analoge Fälle vorliegen,

1) Sind z. B. fünf übereinanderliegende Etagen 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.

welche eine sichere Grundlage bieten und daher die Rechnung entbehrlich machen.

Mängel der Luftheizung und Bedenken gegen deren Anwendung. Vor Jahren hatte sich — unterstützt durch das Urteil von Ärzten, Technikern und Schulmännern ¹⁾ — eine lebhafte Agitation in Wort und Schrift gegen die Luftheizung in Schulhäusern geltend gemacht. Ohne daß wirklich exakte Beobachtungen vorgegangen wären, wurde 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 hatte man übersehen, daß die meisten der gerügten Übelstände entweder in veralteter und fehlerhafter Konstruktion und Ausführung der Apparate oder in deren schlechter Unterhaltung, fahrlässiger Bedienung und Reinigung ihren Grund hatten. In der That existierten zu jener Zeit noch viele veraltete Einrichtungen, aber sicher lassen sich dieselben auch unter dem Gesichtspunkte moderner Gesundheitspflege, d. h. rationell und zweckentsprechend einrichten.

Ann. In wie hohem Grade diese Angelegenheit das Interesse der Fachkreise erregt hat, geht daraus hervor, daß der medizinisch-pädagogische Verein in Berlin (gestützt auf Mitteilungen und eingeholte Gutachten aus einer größeren Anzahl von Städten) diese Angelegenheit in die Hand genommen und an das Reichsgesundheitsamt eine Vorstudie gerichtet hat, in welcher auf eine Reihe von Uebeln und Unzuträglichkeiten, welche im Gefolge der Luftheizung auftreten, hingewiesen wird. Das Reichsgesundheitsamt scheint nun auch an die Königl. Bayerische Regierung dahinzielende Anfragen gerichtet zu haben. Um festzustellen, inwieweit 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 Zuziehung der Professoren Dr. Voit und Dr. v. Bezold erfolgt ist. (Magistratsitzung vom 6. April 1877.) Das abgegebene motivierte 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 ausgeführt, daß denselben größere Mängel als anderen Heizungen nicht anhaften: das Verbot der Anlage von Luftheizungen, wie es der medizinisch-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.“

1) Beobachtungen auf dem Gebiete der Schulgesundheitspflege. Für Schulgemeinden und Schulmänner, von H. Hoffmann. Nürnberg 1874.

Durch dieses Urteil berufener Sachmänner wurden die gegnerischen Behauptungen wesentlich entkräftet, soweit sie nicht schon anderweitig Abfertigung gefunden hatten.

1) Was die angebliche Trockenheit der durch Luftheizung erwärmten Zimmerluft anlangt, so hat Professor A. Wolpert diesen Vorwurf schon im Jahre 1874 als unbegründet widerlegt.¹⁾ Zur Klarstellung des Sachverhaltes muß hierbei auf den Begriff der Luftfeuchtigkeit, der absoluten sowohl als der relativen, zurückgegriffen werden.

Die in einem bestimmten Luftvolumen vorhandene gasförmige Wassermenge erreicht für jeden Temperaturgrad ein ganz bestimmtes Maximum. Dieses Maximum, bei welchem die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist, heißt die Feuchtigkeitskapazität der Luft; dieselbe ist um so größer, je höher die Temperatur der Luft und folglich die des Wasserdampfes ist. So nimmt ein Kubikmeter Luft folgende Feuchtigkeitsmengen auf:

bei - 10° C.	2,3 g,
„ ± 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 Feuchtigkeit gesättigt, dann nimmt sie Wasser nicht mehr auf, soviel auch in tropfbar flüssigem Zustande darin vorhanden sein möge.

Wird andererseits eine mit Dampf gesättigte Luft auf höhere Temperatur gebracht, ohne daß Wasser zu ihrer Sättigung vorhanden ist, so ist sie im Verhältnis zu kälterer Luft von gleichem Wassergehalt zwar relativ trocken, ohne daß ihr jedoch ein Atom des Wassers entzogen wäre. Das Verhältnis des in einer Luftmenge dampförmig vorhandenen Wassers zu dem bei dieser Temperatur möglichen Feuchtigkeitsmaximum nennt man die **relative** Feuchtigkeit der Luft. **Absolute Luftfeuchtigkeit** ist die in einem Luftvolumen vorhandene Wassermenge ohne Rücksicht auf den herrschenden Temperaturgrad.

Nach Annahme der Physiologen ist aber eine auf 17 bis 20° C. erwärmte Luft der Gesundheit am zuträglichsten, wenn sie ungefähr zur Hälfte mit Wasserdampf gesättigt ist. Dieses Maß von relativer Feuchtigkeit (40 bis 60 Proz. der Maximalfeuchtigkeit) findet sich auch im Freien an schönen Sommertagen an schattigen Orten und ähnliche Verhältnisse sucht man gern bei guten Heizungsanlagen zu erreichen.

1) Deutsche Bauzeitung, Jahrgang 1874, Nr. 27.

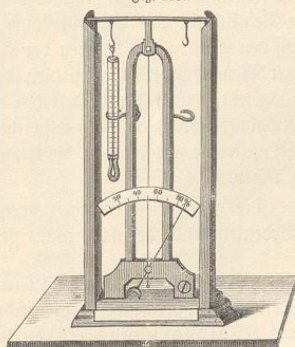
Breymann, Baukonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

Wenn nun die Luft der Heizkammer einen Verlust an Feuchtigkeit erlitt, so müßte sich die entzogene Feuchtigkeitsmenge irgendwo ansammeln, denn das vorhandene Wasser kann offenbar nicht verschwinden; es kann sich auch nicht zerlegen, selbst nicht an den glühenden Eisenflächen eines Kalorifers. Die relative Feuchtigkeit wird sich zwar bei der Erwärmung der eintretenden frischen Luft von 0° bis 50° bedeutend ändern, aber nicht die absolute Feuchtigkeit. — Die Wassermenge bleibt vielmehr für dasselbe Luftvolumen dieselbe 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, den Möbeln oder sonstwie auf und wird dadurch relativ und absolut feuchter, als wenn sie mit geringerer Temperatur, also geringerer Feuchtigkeitskapazität eingeführt worden wäre.

Sättigt man aber — wie dies in der Regel geschieht — die auf hohe Temperatur erhitzte Luft völlig durch Verdampfung in der Heizkammer, so muß sich bei der Abkühlung von 50° auf 20° eine nicht unerhebliche Menge (65 g pro Kubikmeter Luft) an Wänden und Fenstern niederschlagen. Eine zu große Trockenheit ist in diesem Falle also undenkbar und viel wahrscheinlicher Luftverschlechterung durch Übermaß von Feuchtigkeit.

Einen sicheren Anhalt für den Feuchtigkeitsgehalt der Luft kann man überhaupt nur durch das Hygrometer erhalten und dazu eignet sich das Daniell'sche und das Prozent-Hygrometer von Hottinger & Co. in Zürich (Fig. 116). Sobald nun der relative Feuchtigkeitsgehalt

Fig. 116.



der Zimmerluft dauernd unter 40 Proz. der Maximalfeuchtigkeit sinkt, ist mit der Wasserverdunstung in der Kammer zu beginnen. Weshalb bei der Luftheizung konstant Wasser verdunstet werden sollte, ist nicht einzusehen. Die Klagen über, durch Luftheizungsanlagen erzeugte Krankheitserscheinungen — als Kopfschmerzen, Schwindel, Übelkeit 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 Öfen beobachtet hat, die bis zum Rotglühen erhitzt werden.

2) Die Durchlässigkeit des glühenden Gußeisens für Kohlenoxydgas. Sie wurde durch Troost und Deville in Frankreich¹⁾ und durch Graham in England nachgewiesen. Die Untersuchungen ergaben, daß Überziehen des Gußeisens mit Graphit beträchtlich den Gehalt der Zimmerluft an Kohlenoxyd vermehrte; ebenso verhielt es sich mit dem Staube, der sich auf dem Ofen abgelagert hatte. Aus den Experimenten geht hervor, daß das Verhältnis des Kohlenoxydgases zu dem unter suchten Luftvolumen in einigen Fällen den Wert von 0,00071 und 0,00132 erreicht hat. Dabei wurde konstatiert, daß rotglühendes Guß- und Schmiedeeisen die Kohlenäure der Luft in Sauerstoff und Kohlenoxyd zerlegt. Hiernach könnte das Eindringen dieses gefährlichen Gases in unsere Zimmer allerdings Bedenken erregen; da aber dessen Erzeugung innerhalb des Feuerraumes des Kalorifers stattfindet, so wird dasselbe dem starken Zuge im Schornsteine folgen, und wenn der Ofen erst im Brande ist — was bei Rotglut desselben angenommen werden darf —, kann von einer subversen Bewegung der Feuergase kaum die Rede sein. Das Kohlenoxydgas wird sich bequemere Wege suchen als die eisernen Wandungen, nämlich die undichten Verbindungsstellen des Heizapparates.

3) Mehr als die Permeabilität der Wandungen trägt die Staubansammlung auf den Centralheizapparaten zur Verschlechterung der Zimmerluft bei. Die in der Luft suspendierten organischen Staubteile lassen sich trotz aller Reinlichkeit und Vorsicht kaum beseitigen; sie setzen sich auf den Platten und Röhren der Heizapparate in nennenswerter Menge fest und können hier, der trockenen Destillation ausgesetzt, durch Luftverderbnis das Wohlbefinden der Bewohner stören, auch als aufwirbelnde Asche, vom steigenden Luftstrom fortgetragen, die Atmungsorgane belästigen und reizen.

Resumé. Die gegen Centralluftheizungen erhobenen prinzipiellen Bedenken sind demnach nicht gerechtfertigt, denn:

Die Trockenheit der Luft wird durch eine, dem Hygrometerstande entsprechende Wasserverdunstung behoben; die Kohlenoxydgas-Entwicklung ist sekundär und kann nur in unventilierten Räumen schädlich werden; das Glühen der Eisenflächen wird vermieden durch Ausfüttern des Feuerraumes mit Chamottesteinen und Auskleiden der metallenen Röhren wenigstens im ersten Teile des Röhrenzuges.

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

Weitere allgemeine Konstruktionsregeln:

- a) Die Heizfläche des Ofens ist so groß zu wählen, daß eine hochgradige Erhitzung derselben nicht notwendig wird.
- b) Um das Austreten des Rauches oder anderer schädlicher Heizgase zu vermeiden, müssen sämtliche Verbindungsstellen dicht schließend und der Röhren guß so sorgfältig als möglich hergestellt sein. Der Ofen sei ferner leicht zu bedienen und leicht vom Staube zu reinigen. (Beschickung und Entschickung soll stets von außen erfolgen.)
- c) Der Schornstein ist mit einer guten Windkappe zu versehen.
- d) Die Heizkammer muß so groß hergestellt werden, daß sie jederzeit, selbst während der Heizung, begangen werden und alle Ofenteile (namentlich aber die Verbindungsstellen) auf Rauchfreiheit geprüft werden können. Die Einsteigeöffnung ist daher nicht — wie früher geschah — zu vermauern, sondern mit einer doppelten, eisernen Thür zu versehen.
- e) Die frische Luft ist von Orten zu entnehmen, wo sie möglichst wenig verunreinigt ist (aus Gärten, nicht aus schlecht ventilierten 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 kann. Die äußere Einströmungsöffnung der frischen Luft ist zum Schutz gegen Eindringen von Tieren, mit einem engmaschigen Drahtgitter zu versehen.
- f) Die Erwärmung der Luft in der Kammer darf nur eine mäßige sein (40 bis 50° C.) und sollen die Heizkanäle, um bei solcher Temperatur dem Bedürfnisse genügen zu können, ausreichend groß angelegt werden.

Nach Erörterung vorstehender Konstruktionsregeln gehen wir zur Besprechung der einzelnen Teile über, aus denen sich jede Luftheizungsanlage zusammensetzt. Im wesentlichen sind dabei zu unterscheiden:

A. Die Vorrichtungen zur Erwärmung der Luft.

B. Die Luftleitungs-Vorrichtungen.

C. Die Regulierungs-Vorrichtungen.

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

Zur Luftleitung dient ein massives Kanalsystem, welches den Wärmebedarf der Räume durch Zuführung bestimmter Quantitäten Heizluft deckt und dagegen den Ein-

tausch atmosphärischer Luft und die Abführung verbrauchter Zimmerluft vermittelt.

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

Die Vorrichtungen zur Erwärmung der Luft in der Heizkammer.

A. Der Luftheizungssofen.

§ 40.

Geschichtliche Übersicht der älteren Central-Luftheizapparate (1825 bis 1855).

Die Formen der Apparate zur Erwärmung von Luft innerhalb gemauelter Kammern sind begreiflicherweise im Laufe der Zeit erheblich verändert und von den Konstrukteuren individuell modifiziert worden.

I. Die älteste, vielfach angewendete Form dürfte der gewöhnliche eiserne Rundofen gewesen sein; sie war einfach, billig, auch durchaus zweckmäßig, dagegen mit den bekannten Nachteilen gewöhnlicher eiserner Öfen behaftet, nämlich glühende Flächen darzubieten und einen ungleichmäßigen Verbrennungsprozeß hervorzurufen. — Derartige Apparate hat der verdienstvolle Beförderer der Luftheizmethode, Professor der technischen Chemie P. T. Meißner in Wien, um das Jahr 1823 konstruiert und vielfach angewandt, und zwar sowohl für Heizung mit Mantelöfen als für wirkliche Centralheizung.¹⁾

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

Der im Durchschnitt dargestellte Apparat Fig. 117 diente zur Erwärmung des Ceremoniensaales in der k. k. Hofburg in Wien. Wir geben das ganze Arrangement, um an diesem Beispiel zu zeigen, mit welchem Verständnis der Erfinder seine Aufgabe erfaßt hatte. Es bezeichnet in Fig. 117 u. 118:

a ein Fragment des Ceremoniensaales;

b eine im Erdgeschoß eingebaute Heizkammer nebst Öfen;²⁾

1) Vergl. Meißner, Heizung mit erwärmter Luft. Tafel 11, Fig. 11.

2) Alle Verbindungen des Meißner'schen Rohrsystems erfolgten durch hergerichtete Flansche und die des Heizkastens durch tiefe Falzung der Platten. Die Entrostung fand vom Vorräume aus statt, wozu Reinigungskästen mit doppeltem Verschlusse dienten. Die Heizkammer war jederzeit zugänglich.

c den Vorräum für den Heizer (Vorgelege);

d den Schornstein;

e den Kanal, welcher die warme Luft in den Saal leitet;

f eine Ausströmungsöffnung für warme Luft;

Fig. 117a.

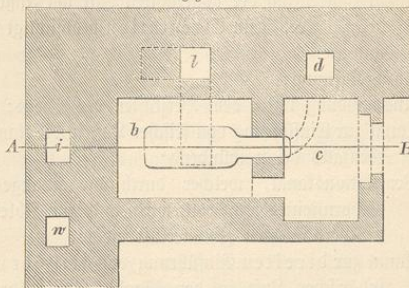
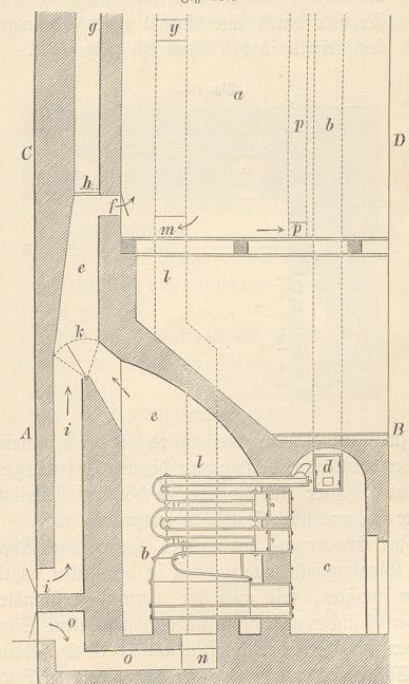


Fig. 117.



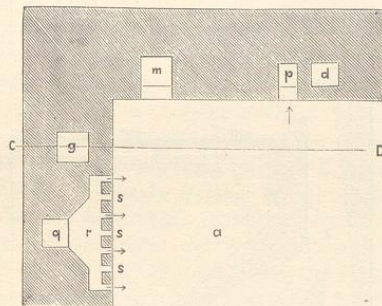
g Fortsetzung des Warmluftkanales bis über Dachhöhe, jedoch bei

h mit doppelten Schiebern abgeschlossen;

i Kanal, um frische atmosphärische Luft in den oberen Teil des Kanales e einlassen zu können (Mischkanal);

- k Drehklappe, um die Ausströmung der Luft aus dem einen oder anderen Kanal (o und i) in den oberen Teil des Kanales o' zu regulieren, so daß entweder nur warme oder nur kalte, oder eine Mischung aus beiden einströmt;
- l Kanal zum Abzug der abgekühlten Luft am Fußboden des Saales, wenn Cirkulation beabsichtigt wird, und
- m Abzugsöffnung;
- n Ausmündung unter dem Heizkasten des Ofens;
- o Kanal zur Einführung von frischer Luft in die Kammer, ebenfalls bei n mündend;
- p Ventilationskanal, welcher durch die Wange des Schornsteines 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 bis 3 m tritt der Luftstrom mittels verstellbarer Register durch eine Anzahl enger Öffnungen s s fein zerteilt in den Saal ein (Fig. 118).

Fig. 118.



Zum Abzug des Lichterdunstes und der verunreinigten Luft bei der Abendbenutzung dienten Öffnungen im Plafond. Hier trat die Luft in hölzerne Ventilationsröhren 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. Sämtliche Klappen und Schieber konnten mittels eines Hebelwerkes vom Saale aus gestellt werden; dazu diente ein Indikator bei f mit Zeigervorrichtung für den leitenden Beamten.

Anm. Bei der Benutzung traten folgende Modifikationen ein:

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

2) Abendbenutzung bei zahlreicher Gesellschaft. Vor Eintritt der Gesellschaft, d. h. beim Anheizen, fand Cirkulationsheizung statt, wie unter 1). Nach Beginn des Festes wurden zuerst die Klappen im Plafond geöffnet, um den Lichterdunst abzuleiten, der Temperatursteigerung wirkte man durch Einführung frischer, mäßig erwärmter Luft entgegen, d. h. man verschloß m, öffnete o o und die Mündung f. Durch Stellung der Drehklappe k konnte man aus dem Mischkanal o Luft von beliebigen Temperaturgraden einlassen. Infolge solcher Anordnung entstand aber eine aufsteigende Bewegung der ganzen Luftmasse im Saale gegen die Decke hin, wo die Abhaugung stattfand; der Lichterdunst wurde dadurch am Herabsinken gehindert und die Wärme gemäßig. Aber bei gelinder Temperatur und starker Überfüllung des Saales konnte das Steigen der Temperatur dennoch bald überhand nehmen: dann wurde Kanal o ganz geschlossen und frische Luft durch die Registerzüge s s eingeleitet. Meistens genügte aber schon Zuführung kalter Luft durch den Mischkanal o, 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.

II. Modifizierte und verwandte Formen. Obwohl Entzũpfung und Reinigung der Ofen nach System Meißner unschwer von statten ging, haßte ihnen doch ein Uebelstand an, den man im zweiten Stadium des Apparatenbaues vermieden findet, nämlich: die Decke des Feuerkastens wurde von der Stichtflamme zu stark getroffen, daher leicht glühend und nach kurzer Zeit untauglich. Dies gab Veranlassung zur Ausfütterung des Feuerkastens mit feuerfesten Steinen oder überhaupt zur Errichtung eines massiven Feuerraumes. Dadurch wurde der Apparat wesentlich verbessert, und in dieser modifizierten 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 detailliert veröffentlicht im ersten Jahrgange der Baugewerkszeitung (1869, Nr. 30).¹⁾

Der Apparat von Chaußenot. Derselbe wurde zuerst bekannt auf der internationalen Ausstellung von 1855 in Paris. Die Verbrennungsprodukte steigen vom Feuerraum im Centalkanal aufwärts, dann in einem gußeisernen kreisrunden Feuerhut durch vertikale Röhren abwärts nach dem Rauchsammler und von hier durch das Abzugsrohr nach dem Schornsteine. Zur Beschickung des Kofes dient ein angegoßener Hals; die Entzũpfung erfolgte durch zwei Öffnungen. — Die Röhre würden indessen sehr umständlich zu reinigen und auf Rauchsicherheit nur dann zu prüfen sein, wenn die gemauerten Kammervände in solchem Abstände aufgeführt würden, welcher die Beichtigung und Reinigung der Kammer

1) Im verkleinerten Maßstabe findet man denselben dargestellt in Claajens Handbuch der Hochbaukonstruktionen in Eisen, XII. Abschnitt, Fig. 913 u. 914, und in Fr. Engel, Bauausführung. Berlin 1881. S. 734 u. 735.

ermöglicht. — Die kalte Luft tritt zwar durch Öffnungen zwischen den Röhren ein, staut sich aber unter dem Feuerhut und gelangt durch eine Öffnung in der gewölbten Decke in die Gegenleitungen. Die Gegenstromheizung ist zwar durchgeführt, aber der Apparat ist kompliziert, enthält zu viel Eisen und ist daher teuer; sein Heizeffekt ist von General Morin durch Versuche festgestellt worden.

Andere Konstrukteure legten horizontale, gußeiserne Röhren in eine Kofrkammer und ließen das Feuer die Röhren von außen bespülen, während frische Luft von der einen Seite in die Röhren ein- und von der anderen ausströmte. Der Apparat wurde dadurch zwar einfach, aber die Röhren brannten leicht durch und die Cirkulation der Luft in den Röhren fand unvollkommen statt, was leicht einzusehen, da Luft, welche in horizontale Röhren strömt, das Bestreben hat, nur die obere Röhrenhälfte zu bespülen und der Kern des Luftstromes unberührt von der Wirkung der strahlenden Röhrrwandung bleibt.

Anm. Auf diesem Prinzip beruht der Apparat von Talabot; mit demselben wurden seiner Zeit der Sitzungssaal und die Nebenräume der alten Deputiertenkammer — *corps législatif* — beheizt. Der Saal wird durch vier Kammern erwärmt, Nebenräume und Treppenhäuser mittels zweier Kammern (letzte nur durch Cirkulationsheizung).

Bei vertikaler Stellung eines Systems von Röhren, das innen von Luft durchzogen und außen von Feuergeräten umspült wird, war der Erfolg günstiger. Eine derartige Disposition hat Pécelet beschrieben. (Tome II, Nr. 1625 des *Traité de la chaleur*.)

Der Luftheizer von Engel kommt seiner Entstehungszeit nach demjenigen von Meißner ziemlich gleich; er wurde im Jahre 1830 publiziert und beruht auf dem Prinzip der Gegenstromheizung. Wegen seiner einfachen und kunstlosen Form hat er in jener Periode vielseitige Anwendung gefunden. Die Engel'schen Apparate sind als prismatische Metallkästen mit gewölbbühnlicher Decke konstruiert und aus gewalzten Platten vernietet. In dem Kasten liegt der gemauerte Feuerherd aus Chamottesteinen mit Kofk und Nischenfall; das Herdgemäuer ist so angeordnet, daß zwischen ihm und den Kastenwänden nur ein Zwischenraum von 10 cm verbleibt. Durch diesen Kanal entwich der Rauch in die Sammelkanäle; Heizthüren waren nicht vorhanden. Die Entfernung von Ruß und Flugasche aus den Kanälen erfolgte durch Öffnungen in den Mauern. Engels System ist weiter entwickelt und verbessert worden durch Weibel, Briquet & Co. in Genf.¹⁾ Vergl. S. 42, III.

III. Endlich hat man auch Apparate konstruiert, bei denen nicht nur der Feuerkasten, sondern auch die Röhren massiv hergestellt sind. Solche Öfen bedürfen lange Zeit zu ihrer Anheizung und den Schwankungen im Wärmebedarf können dieselben schwer folgen; die Heizfläche muß sehr groß gewählt werden, um denselben Effekt hervorzu- bringen, welchen eiserne Kaloriferen liefern; man bedarf also einen verhältnismäßig großen Raum zu ihrer Aufstellung.

1) Zuerst vorgeführt auf der internationalen Ausstellung zu Paris 1855 und beschrieben in Pécelet, *Traité*, Tome II, Nr. 1626.

Resumé. In vorstehender „geschichtlicher Übersicht“ 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 Konzeption und Verbindung, auch durch bequeme Entzũfung und Reinigung vor den gleichzeitigen französischen Heizapparaten — etwa mit Ausnahme desjenigen von Talabot — auszeichnen; die vorgeführten Beispiele repräsentieren gleichzeitig den Stand des Apparatenbaues bis zur ersten internationalen Ausstellung in Paris.

Als Ausgangspunkte der Konstruktion haben wir bezeichnet:

- A. Systeme, bei denen der Rauch die Röhren des Apparates durchströmt. Dahin gehören:
- 1) Kastenöfen mit horizontalen Röhren und aufwärts gerichteter Flamme (Systeme von Meißner, Müller u. A.);
 - 2) Centralöfen mit vertikalen Röhren und abwärts ziehender Flamme (System Chaussonot).
- B. Apparate, bei welchen die Luft die Röhren durchströmt. Hierher gehören:
- 3) die Öfen von Talabot mit horizontalen Röhren und abwärts ziehender Flamme;
 - 4) die Öfen mit vertikalen Röhren und abwärts ziehender Flamme.¹⁾
- C. Apparate ohne Röhren mit viereckigem oder rundem Heizkasten und abwärts ziehender Flamme. Dahin gehören:
- 5) Engels System und die abgeleiteten Formen;
 - 6) Apparat der Firma Weibel, Briquet & Co. in Genf.

Außer diesen Hauptformen giebt es noch Übergänge zu A und B, die aber für die vergleichende Betrachtung entweder keinen Wert haben oder ohne Einfluß auf die Fortentwicklung unserer modernen Apparate geblieben sind. Für das Verständnis der neueren Leistungen wird das Gegebene ausreichen!

§ 41.

Kurze Übersicht der neueren Leistungen (1855 bis 1898).

In dem Zeitraume, 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 zu übergehen sind. Die Aufmerksamkeit der Heizingenieure richtete sich von nun an besonders auf die Ver-

1) Eine neuere Lösung nach diesem Prinzip liefern die Fabrikanten Fischer und Etzel in Essen.

besserung des Röhrengusses, auf die sorgfältigere Herichtung der Dichtungsstellen an den eisernen Apparaten, endlich — und das ist eine wesentliche Errungenschaft dieses Zeitraumes — auf die rationelle Einrichtung des Feuerraumes im Sinne einer besseren Ausnutzung des Brennstoffes. Die Öfen mit Füllfeuerung erschienen auf der Ausstellung vom Jahre 1867, und kurze Zeit darauf schon sehen wir die gewonnenen Fortschritte beim Bau der Kaloriferen verwertet. So verfuhr man nach dem Vorbilde des von Gourney ausgestellten, in § 29 besprochenen Füllofens:

- 1) die Heizflächen des Kalorifere mit Rippenansätzen, um die Strahlung zu erleichtern und zu vermehren;
- 2) die Gußstärke wurde angemessener als bisher normiert, mit Zunahme nach dem Feuerraume hin, um das Erglühen der Eisenflächen zu verhindern;
- 3) die Dichtungsstellen wurden mechanisch bearbeitet oder Sanddichtung eingeführt; bei Muffenverbindung wurden Rohrschellen übergelegt.

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

- 1) auch die Luftheizöfen mit Füllbetrieb einzurichten, um den Feuerraum mit einer größeren Menge Brennstoff auf einmal beschicken und dadurch Bedienungskosten sparen zu können.

Dieses Verfahren ist durchaus gerechtfertigt, da es gelungen ist, die Verbrennung in den Füllfeuerungen vollständiger als auf dem Planroste 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 Coaks 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 Übelstand zu umgehen, können dann folgende Einrichtungen getroffen werden:

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

- a) der Schachtofen des Eisenwerkes Kaiserlautern (Fig. 119 u. 120) (der sich jedoch auch zum Brennen von Braunkohle und Coaks eignet);
- b) der Strahlenraumofen von Wolpert.

Beide Apparate werden im nächsten Paragraphen eingehend besprochen.

II. Bei hoher Brennstoffschichtung wird außer dem Planroste noch ein geneigter Rost eingeführt. Der untere Rost liegt verhältnismäßig tief, um eine hohe Brennstoffschicht einführen zu können, was bei guter Bedienung des Herdes auch möglich ist. Sobald nämlich die erste Schüttung von Kohle in Coaks verwandelt ist, wird dieselbe auf den hinteren, horizontalen Teil des Rostes geschoben, während der vordere Teil mit frischen Kohlen beschüttet wird. Letztere vergasen allmählich 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 solche Sturm in Würzburg für seinen Apparat beibehalten hat. (Tafel 20.)

III. Zu den Öfen, welche das ältere Füllverfahren nach Meidingers System¹⁾ ganz oder teilweise zur Anwendung bringen, gehören die Apparate von Krigar & Jhssen in Hannover.²⁾ — Die Feuerung ist eine sogenannte Halbfüllfeuerung, die auch bei Lokalheizungen Anwendung findet; zur Bedienung sind drei Thüren vorhanden, die Heizthür, eine Schlackenthür und eine Aschenthür.

IV. Um die Unzuträglichkeiten des Backens der Kohlen zu vermeiden, hat Möhrli in Stuttgart eine eigentümliche Anordnung konstruiert, welche aus Fig. 128 u. 129 ersichtlich ist. Außer einem verschieblichen, horizontalen Rost und einem Hängeroft verwendet derselbe einen trommelförmigen Rost. Zwischen diesem und dem Feuerkasten bleibt ein Luftraum K, der mit den Aschenkasten 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 und einen geneigten Rost (Treppenrost) angeordnet. Der letztere ist zum Zweck der Aschenentleerung in einem drehbaren Rahmen beweglich, während die Stäbe des horizontalen Rostes lose in einem gußeisernen Rahmen liegen und mittels eines Rechens gereinigt werden können.

1) Die Kohlen werden dabei — wie früher erwähnt — in einen lotrechten Schacht eingeschüttet und von oben angezündet; dabei gelangt das Feuer allmählich im unteren Teile des Schachtes an, über sich verkohle Kohle zurücklassend, und diese gelangt zur Verbrennung, weil die Hohlräume zwischen den einzelnen Stücken den Rauchgasen genügende Öffnung zum Entweichen bieten. Hierbei ist richtige Wahl der Brennstoffstücke (Rohgröße) erforderlich.

2) Abgebildet und besprochen in Dinglers polytechn. Journal, Jahrg. 1877, Taf. II, Fig. 19 bis 21.

Resumé. Hiernach spielt die Anordnung des Brennraumes bei den neueren Luftheizapparaten eine wesentliche Rolle; 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 muß die Forderung der Rauchsicherheit, der Leichten, von außen zu bewirkenden Entrückung und der zweckmäßigen Form der Flächen des Apparates behufs Vermeidung von Staubablagerungen gestellt werden. Wie diese integrierenden Aufgaben an den neueren Apparaten gelöst sind, wird sich bei deren speziellerer Vorführung im folgenden Paragraphen leicht übersehen lassen.

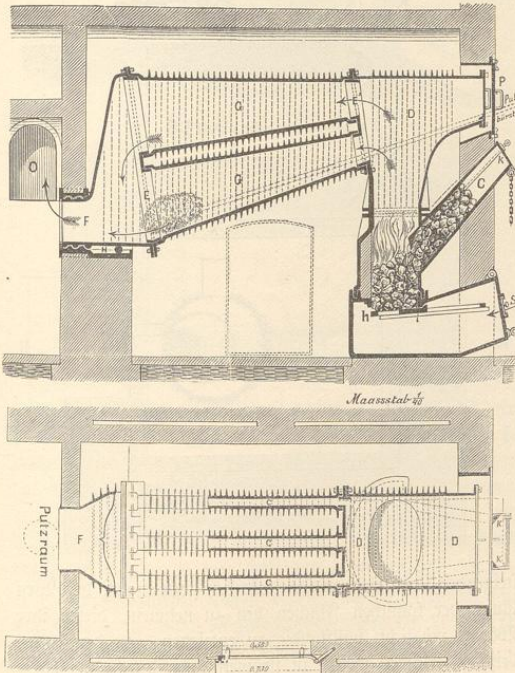
§ 42.

Die modernen Centralapparate für Luftheizung.

Der Zweck des Lehrbuches gebietet aus der Fülle des Stoffes nur die bewährtesten Konstruktionen von Kalorifereen in Zeichnung vorzuführen.

I. Centralschachtofen des Eisenwerks Kaiserslautern, auch Euler's Centralschachtofen (Reichspatent Nr. 922) ist in den Figuren 119 u. 120 dargestellt. Dieser Central-

Fig. 119 u. 120.



Luftheizapparat ist ein Fülllofen, welcher die im § 30 unter 2) erwähnte Einrichtung zeigt und sich für größere

Luftheizanlagen eignet. Zur Aufnahme des Brennstoffvorrates dient der Schacht C; er mündet in solchem Abstände von der Roßplatte hi, daß die Brennstoffschicht durch das Nachrutschen in ziemlich konstanter Höhe erhalten wird. Der Luftzutritt findet teils durch die Schlitz der Roßplatte hi, teils durch die schlitzähnliche Öffnung bei h statt, endlich dienen zu diesem Zweck zwei dreieckige Kanäle k k, welche in den Ecken des geneigten 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 zerlegend auf den über i lagernden Brennstoff und führt dessen Vercoakung 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 lagende Brennmaterial verbraucht, so rutscht anderes, jedenfalls aber verkocktes, an dessen Stelle, d. h. über h befindet sich immer Coaks, wodurch nach dem früher Gesagten die Verbrennung begünstigt und die Rauchentwicklung auf ein bescheidenes Maß herabgedrückt wird. Die Verbrennung ist daher eine ziemlich vollständige; als nutzbares Ergebnis des Apparates werden 64 Proz. des theoretischen Heizeffektes angegeben.¹⁾

Die Bedienung des Apparates ist sehr einfach. Um Schlacke und Asche zu entfernen, rüttelt man am Roße und schiebt ihn so weit zurück, daß die Schlacke durchfallen kann; nur bei starker Ansammlung zieht man ihn ganz nach vorn. Beim Anzünden des Feuers stellt man den Schlitzschieber S ganz offen und nach Einbringung des Brennstoffes nach Bedarf, d. h. im Sinne der gewünschten schnelleren und langsameren Verbrennung. Die Thür des Aschenraumes bleibt übrigens geschlossen; ebenso des Füllhalses. Die Luftkanäle k werden stets offen gehalten.²⁾

1) In solchem Apparate wurden mit 16 kg Kohlen 72000 Wärmeinheiten nutzbar gemacht. Theoretisch würden diese liefern $7000 \times 16 = 112000$ Wärmeinheiten.

Das nutzbare Ergebnis war daher $\frac{72000}{112000} = 0,64$ der theoretischen Leistung. Nach der Zeitschrift für Biologie XIII. Band wird der höchste Nutzeffekt der Centralluftheizungen nur zu 41 Proz., der der Mantelöfen sogar nur zu 34 Proz. angegeben.

2) 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

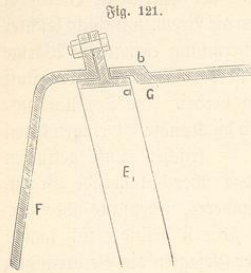
Kohlenäure	3,570
Kohlenoxyd	0,033
Sauerstoff	13,400
Hierzu Stickstoff	53,600
	<hr/> 70,603

Der Rest besteht aus Stickstoff der verbrannten Luft und aus Wasserdampf $\frac{29,397}{100,000}$

Die Temperatur im Schornsteine stieg bei offenen Kanälen um 10 bis 11° C., ein Beweis für den Wert dieser Anordnung.

Vorteilhaft 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 Teile zu unterscheiden: der Feuer-schacht D mit Hals, die Heizröhren GG und der Rauch-sammeler F. Der Feuer-schacht besteht der Höhe nach aus



zwei Teilen, welche mit Flanschen verbunden sind. Um die verschiedene Ausdehnung der Heizröhre zu gestatten, sind an G, D und F Zwischenstücke E_1 angeschraubt, welche mit ihren Krampen in die Muffen der Rohre GG eingreifen (Fig. 121). Der Hals F ruht auf einer Rolle, welche sich auf der Eisenplatte H frei bewegt: es ist daher dem Rohrsysteme mit Rauchsammler freie Ausdehnung gestattet. Hierbei schiebt sich der Hals des Rauchsammlers in einem eisernen Futterrahmen, welcher in der entsprechenden Öffnung der hinteren Abschlußwand eingesetzt ist. Der Reinigungskopf des Halses D bewegt sich frei in der mit Rahmen und Deckel versehenen Maueröffnung.

Um das Erglühen 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. Die Reinigung der Röhren von Ruß ist ohne künstliche Mittel nach Fortnahme der Deckel P zu besorgen, wobei mittels eines in F plazierten Lichtes alle Flächen auf Reinheit geprüft werden können. Der mit der Fußbürste hinabgestoßene Ruß fällt in den Fußraum hinab und wird vom Schornsteinfeger entfernt.

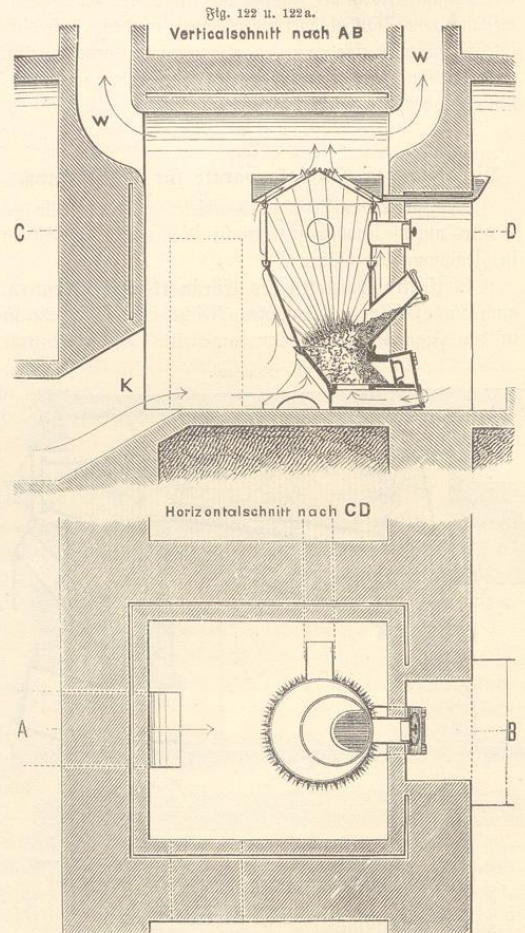
Im übrigen ist Lage und Form der Flächen günstig für die Transmission, denn die Bewegung der Rauchgase erfolgt nach unten, diejenige der Luft geht unbehindert nach oben von statten. Um Staubablagerungen zu verhindern, sind die horizontalen Flächen im Verhältnis klein gewählt.¹⁾

Der Centralschachtofen von Kaiserslautern erfüllt in Bezug auf bequeme Bedienung, Entzũfung und Reinigung, sowie mögliche Rauchsicherheit und angemessenen Nutzeffekt alle billigen Anforderungen, und wird bei nur wenigen Apparaten ein gleich günstiges Verhältnis nachzuweisen sein.

1) Es würde sich empfehlen, die horizontalen Rippen an den oberen Aufsichten der Staubablagerung wegen ganz fortzulassen.

II. Der Strahlenraumofen 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 Eisenwert Kaiserslautern übertragen.

Der Strahlenraumofen hat nur direkte Heizflächen (keine Röhren), welche jedoch sehr vorteilhaft ausgenutzt werden (Fig. 122 u. 122^a). Die am Ofen vertikal auf-



steigenden 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 aufgefangen, über den heißen Ofendeckel hinzuleiten.

Der Ofen ist mit starken Rippen versehen, zwischen welchen 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 Temperatur im Feuerraum wird vermindert und das Erglühen des Ofens, auch ohne Anwendung einer Chamotteausfütterung, möglichst vermieden. — Das Austreten von Rauch durch die Fugen ist, wo nicht unmöglich gemacht, so doch erheblich erschwert durch Dichtung der drei Horizontal-fugen mit Schlackenwolle und Sand, welche man in die Ninnen einbringt.

Fig. 123.

Querschnitt.

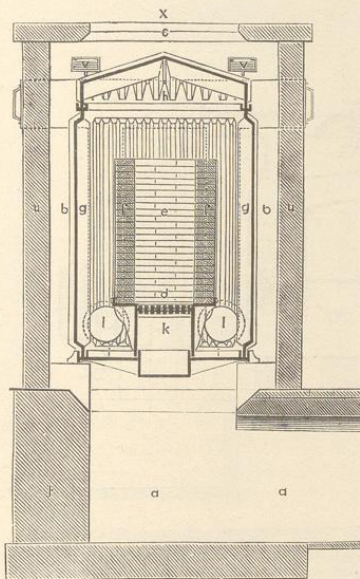
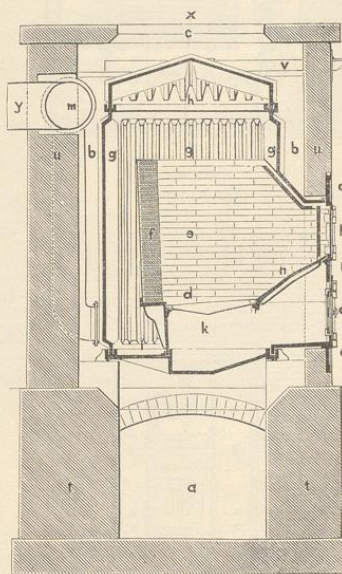


Fig. 124.

Längenschnitt.



Die Einrichtung des Kofes, des Füllhalses und der Reinigungsdeckel weicht nur erheblich 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 ww nach den Zimmern auf.

Der Strahlenraumofen eignet sich hauptsächlich für Coaksfeuerung. Nach Messungen des Herrn Dr. Wolpert beträgt der durchschnittliche Nutzeffekt 68 Proz.

III. Luftheizöfen von Weibel, Briquet & Co. in Genf. Derselbe wird durch die Fig. 123 bis 126 in Brehmann, Baulehrbuch der IV. Vierte Auflage.

Grundriß, Längenschnitt, Querschnitt und Vorderansicht dargestellt. Die Transmissionsflächen des Apparates bestehen aus sechs 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 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 benutzt, hat nicht die Bestimmung Wärme an die Luft abzugeben, sondern dieselbe den abgekühlten Gasen im unteren Teile des Feuerraumes zuzuleiten. Über die Kofenanordnung dieses Ofens wurde bereits im vorhergehenden Paragraphen gesprochen. Dieser Kofst 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 *ll* am Boden der Kammer ab, steigen von hier aus vertikal auf nach dem Sammelrohr *m* und münden mittels des Rauchrohrs *y* in den Schornstein.

Fig. 125.
Horizontaler Durchschnitt.

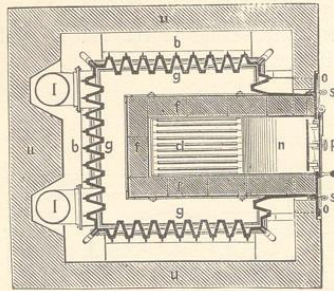
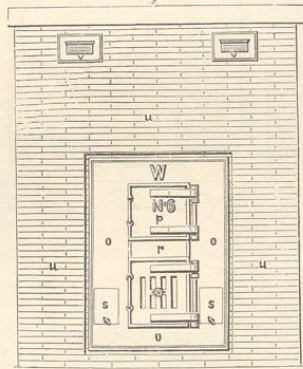


Fig. 126.
Vorderansicht.



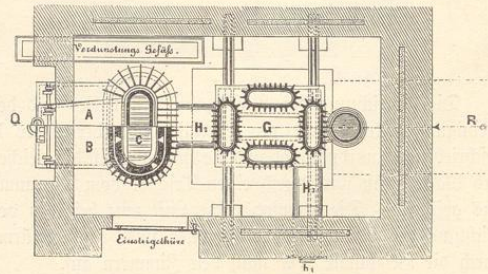
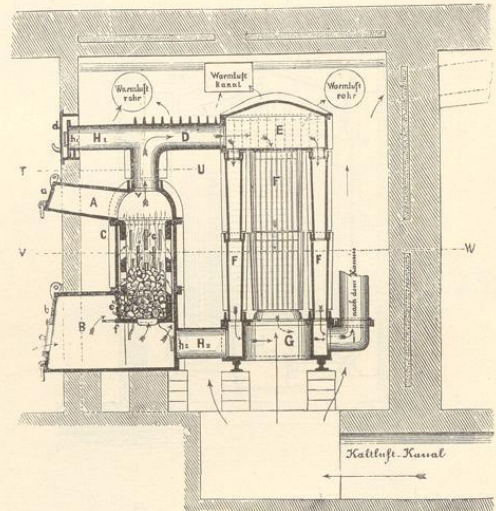
Die Zuführung der atmosphärischen Luft in die Kammer erfolgt durch den Kanal *a* unterhalb der Bodenplatte *i*, so daß keine Gegenstromheizung stattfindet; die Lage der Transmissionsflächen ist für die aufsteigende Bewegung des Luftstromes eine sehr günstige, mit Ausnahme der unvorteilhaft gewählten Bodenplatte. Über der Deckplatte sind symmetrisch zwei Wasserverdampfungspfanen *v v* angebracht. Der Abzug der erwärmten Luft erfolgt durch die Austrittsöffnung *x* im Mittel der Deckplatte, welche letztere durch ein doppeltes Gewölbe zu erheben wäre; auch ist der Abstand des Apparates von den Kammerwänden nicht groß genug, um denselben reinigen und revidieren zu können.

Das Ausrußen des Apparates erfolgt durch die Rußkapfeln *ss* (in der Vorderansicht), seitlich der Aschenkastenthür.

Die äußere Reinigung der senkrechten Seitenwandungen des Apparates bietet keine Schwierigkeit dar, dagegen ist die gefaltete Deckplatte für Staubablagerung in hohen Grade geeignet, und hier wird öftere Kontrolle nötig sein, weil die Luft der Kammer durch Staubteile verunreinigt wird.

IV. Centralheizungssofen mit Korbrostfeuerung von Möhrlein in Stuttgart. (Fig. 127 u. 128.) Der Apparat besteht aus einem Feuerkopf *C*, mit Füllsack *A*,

Fig. 127 u. 128.
Längenschnitt nach Q—R.



Horizontalschnitt nach T—U und V—W.

dem herausziehbaren Planrost *f* und dem Korbrost *e*. Zwei drehbare und wegnehmbare Stäbe *o* verhindern das Herabfallen des Brennmaterials. Der Luftzutritt zum Brennraume findet in der Richtung der Pfeile statt. Durch

Einschaltung des Korbrostes kommt das glühende Brennmaterial 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 oberen Brennstoffschicht zugeführt wird und deren vollständige Verbrennung bewirkt. Gleichzeitig wird der Feuertopf durch die abkühlende Wirkung des eintretenden Luftstromes auch ohne Ausfütterung vor dem Erglühen geschützt. Der Zutritt der frischen Luft zum Aschenraume erfolgt durch Öffnungen in der Thür b, welche mittels eines Schiebers verschließbar sind.

Die drei Teile, aus welchen der Feuertopf besteht, sind durch Sandverschluß gedichtet, wodurch ihrer Beweglichkeit im erhitzten Zustande Rechnung getragen wird. Zur Erzielung einer schnellen Wärmeabgabe sind die Wandungen mit Rippen verstärkt. — Die Verbrennungsprodukte steigen aus dem Feuerraum durch die Bogenröhre D¹⁾ in den Rauchkasten E, verbreiten sich daselbst, treten durch vier gerippte Rohre FF abwärts nach dem Sammelkasten G und von da durch den Rauchstutzen i in den Schornstein.

Das Ausrußen des Ofens soll nach Öffnen der Klappe d mit Hilfe einer Bürste deart erfolgen, daß von H₁ her der Ruß aus dem Rauchkasten E und den vier Rohren F nach dem Sammelkasten gefegt und durch H₂ und H₃ entfernt wird.

Die Lage der Transmissionsflächen ist zweckmäßig angeordnet: der Rauch sinkt, seiner Abkühlung entsprechend, in den gerippten Rohren 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 Wasserverdampfungsgefäß ist vorhanden.

V. Der Centralheizungssofen von J. H. Reinhardt in Würzburg ist in Fig. 129 bis 132 dargestellt, und zwar ist Fig. 129 ein Horizontalschnitt in Höhe von E F (Fig. 130) mit dem Arrangement der Einfeuerung und des Rostes; Fig. 130 ist der Querschnitt, Fig. 131 der Längenschnitt durch die Heizkammer und Fig. 132 die Ansicht derselben. Alle Reinigungskapseln sind mit Deckeln d verschlossen.

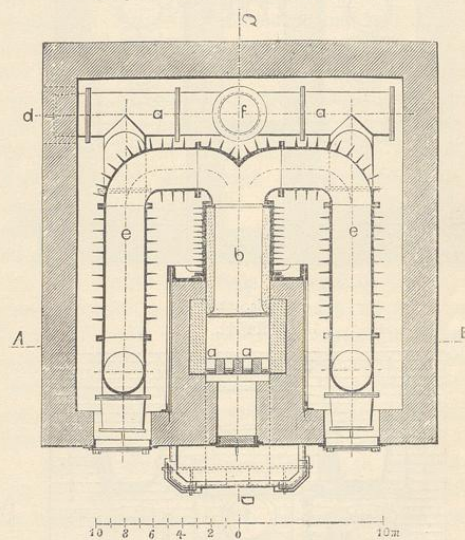
1) An der stark verengten Haube des Feuerraumes stoßen die heißen Feuergase gegen die vortretenden Flanschen v, wobei eine vermehrte Wärmeabgabe stattfindet. Hier dürfte ein Erglühen der betreffenden Wandung trotz der Strahlrippen schwer zu verhindern sein.

Der Feuerherd besteht aus gußeisernen, 20 mm dicken Seiten- und Stirnplatten, die mit Verstärkungsflanschen zwecks der Verschraubung versehen sind; außer der einen halben Stein starken Ziegelausmauerung wird er nach innen noch einen halben Stein stark mit Chamotte ausgefüttert. Hierdurch wird das Erglühen der gußeisernen Wandung vermieden, andererseits ein mächtiges Wärmerefervoir geschaffen. Die Stirn- und Seitenplatten sind seitlich und nach der Länge mit dem Mauerwerk verankert.

Die Verbrennung erfolgt auf einem Planrost; für Rauchverbrennung ist durch die Luftkanäle a a gesorgt. Die Feuergase gelangen sodann in das mit zahlreichen

Fig. 129.

Horizontalschnitt nach E—F in Fig. 130.



Strahlungsrippen versehene gußeiserne Rohr b mit Chamotteausfütterung und von hier in die Heizrohe ee und das Sammelrohr f. Erstere sind 27 cm weit und nur an der oberen Seite gerippt, weil diese von den heißesten Gasen bestrichen wird, daher die Wärme schnell transmittieren soll. 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 Chamotteausfütterung vorhanden. In der Stirnwand des Ofens (Fig. 132) ist ferner die Anordnung der Heizthür und der Aschentür ersichtlich; erstere ist mit innerem Strahlblech, letztere mit Luftregister versehen. Über der Heizthür liegen die Luftkanäle a a für Rauchverbrennung. Endlich sind die Wasserverdampfer mit Zuleitungsrohren und Ab-

schlußhahnen ersichtlich und über diesen (in der Mitte) die Thür zur Revision und Reinigung der Außenflächen des Apparates. Diese wird sich im wesentlichen auf die Ent-

Alle Verbindungen der Rohre erfolgen mittels Flanschen, welche mechanisch bearbeitet sind. Diese Methode ist für horizontale Rohre nicht als mustergiltig von der

Fig. 130.
Schnitt A—B.

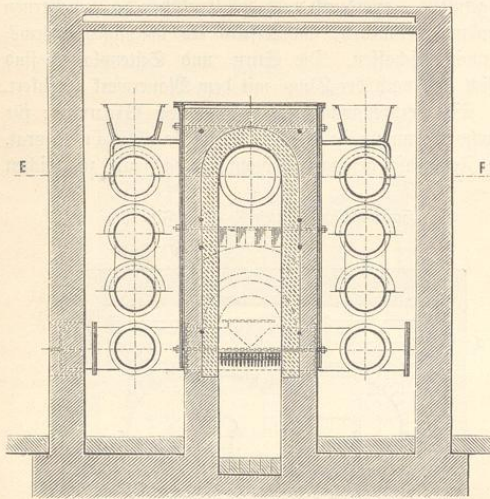


Fig. 131.
Schnitt C—D.

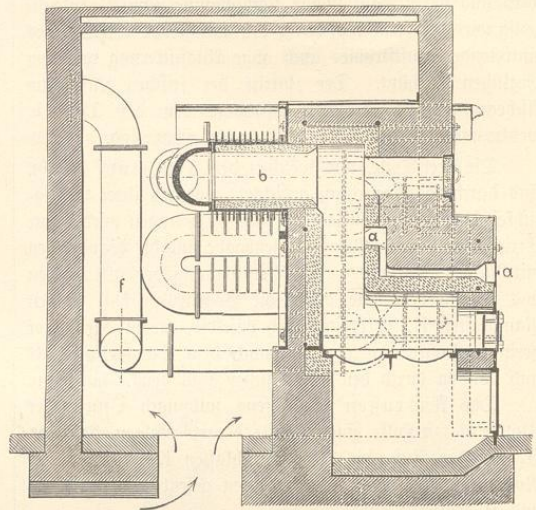
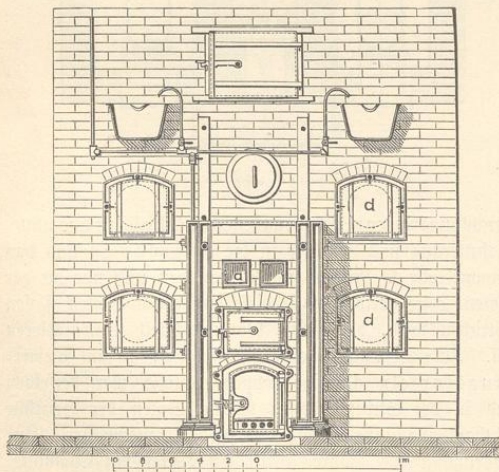


Fig. 132.
Ansicht.



fernung der Staubablagerungen zwischen den Strahlungsrippen der Heizrohre beziehen, denn die Decke des Feuerherdes ist leicht zu putzen.¹⁾

¹⁾ Wegen des starken, nach oben gerichteten Luftstromes ist die Staubablagerung in der Kammer nur eine mäßige.

Kritik bezeichnet worden (wegen der zu erwartenden höheren Erwärmung der oberen Rohrhälfte); indessen haben sich daraus resultierende Übelstände in praxi noch nicht herausgestellt.¹⁾ — Die Heizfläche des dargestellten Apparates beträgt 38 qm.

VI. **Luftheizapparat von Sturm.** Der Reinhardt'sche Apparat ist seit einigen Jahren durch den derzeitigen Inhaber der Firma, E. Sturm in Würzburg, entsprechend modifiziert und teilweise verbessert worden, insbesondere ist die Einrichtung des Brennraumes vorteilhafter und so gestaltet, daß auch die Verwendung minderwertigen Brennmaterials statthaft ist. Auf Tafel 20 ist der Apparat in Fig. 1 bis 4 dargestellt. An die Stelle des Planrostes in Fig. 131 ist ein geneigter Koft getreten, an dessen Wangenstücke sich ein kurzer, auf gewalztem und Winkelisen ruhender Planrost anschließt. Der Luftzutritt durch die Spalten der Koste ist unbehindert; außerdem strömt durch die Öffnungen a a im Chamottegemäuer des Brennschachtes konstant frische und vorgewärmte Luft ein, wodurch vollständige Verbrennung der Rauchgase erstrebt wird. Zur Aufnahme des Brennstoffvorrates dient der Füllschacht b mit regulierbarem Verschlußdeckel. Die

¹⁾ Die Apparate von Kniebandel & Wegner verwenden an dieser Stelle Verbindungsmuffen mit übergeschobenen und durch Lehm gedichteten Rohrschellen.

Außenwände des Feuerraumes sind aus starken gußeisernen Platten mit angegoßenen Flanschen zusammengesetzt. Die Chamotteausfütterung im Brennschacht ist einen halben Stein stark, wozu an der Rückenfläche desselben noch eine gleichstarke Ausfütterung von guten Mauersteinen tritt. Auch das mittlere, 45 cm weite Rohr, dessen Entzũhung von der Ofenstirn her erfolgt, ist mit einer 5 cm starken Chamotteausfütterung versehen, um das Erglũhen der unter Wirkung der Stichtflamme stehenden Gußteile zu hindern. Die Zusammensetzung des Rõhrenzuges aus kurzen, den Wärmewirkungen leichter Widerstand leistenden Teilen ist eine sorgfältige zu nehmen.

Die Anordnung der seitlich vom Feuerraum geführten gerippten Heizrohre ist im wesentlichen die frühere geblieben, dagegen ist das Sammelrohr d vorteilhafter für die Entzũhung, nämlich geradlinig, geführt.

Die Verdunstungspfannen sind breit und mit Mittelöffnungen versehen, durch welche der aufsteigende Strom warmer Luft direkt hindurchtritt und sich unter der Wirkung von Wasserzerstäubern mit Feuchtigkeit sättigt, ehe er unterhalb des Gewölbes in die Heizkanäle eintritt.

VII. **Luftheizungsapparat von Emil Kelling in Dresden.** Der auf Tafel 25 in Fig. 1 bis 4 dargestellte Luftheizapparat besteht aus einem schmiedeeisernen Feuerraum A, schmiedeeisernen vertikalen Brennschacht B und horizontalen Verteilungskanal C aus demselben Material. Die Kästen A, B und C sind mit Chamotte ausgefüttert. Die an den Verteilungskästen C sich zunächst anschließenden oberen Heizrohre E sind inwendig mit angegoßenen Spitzen versehen, welche zur Aufnahme der rohrförmigen Chamotteauskleidung dienen. Nachdem die im Feuerraum entwickelten Rauchgase das Rohr E verlassen haben, durchziehen dieselben die gußeisernen Rõhren EFGHI und münden in den schmiedeeisernen Rauchsammler D. Die Verbindung der Rõhren unter sich, sowie mit dem Verteilungskasten C und Rauchsammler D geschieht durch mit Sand gefüllte Doppelsalze. Die vertikalen Rohrstützen und die Doppelsalze sind an jedes Rohr angegoßen, wodurch die Anzahl der Fugen auf das geringste Maß beschränkt ist. Auf den obersten Rõhren befinden sich Wasserpflanzen, welche das nötige Wasser verdampfen. — Die Heizfläche des Apparates enthält 30 qm. Die totale Kofstfläche für Braunkohlenfeuerung 0,88 qm, die freie 0,2 qm.

Einrichtung des Brennraumes. Der geneigte Kofst 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 Rundstaben (welchen ein lagerähnlich geformter Anfuß der Stäbe umfaßt) und unterhalb auf einen mit der Achse O drehbaren Rahmen. Sobald O

hin und her gedreht wird, schwingen die einzelnen Teile des Kofstes, machen also eine schüttelnde Bewegung, die das Nachrutschen der Kohle veranlaßt. Die Stäbe des horizontalen Kofstes p liegen lose nebeneinander in einem gußeisernen Rahmen. Zwei gußeiserne Rechen oo greifen in die Kofstspalten, diese reinigend, sobald die Stange hin und her geschoben wird. Die Rechen finden ihre Führung in dem Rahmen des Kofstes. Solche Rechen sind notwendig 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 Öffnung der Klappe k eingeworfen und die Verbrennungsluft tritt durch die Öffnungen einer Schraubentür ein. Des Materiales der Heizflächen ist bereits Erwähnung geschehen. Hierzu mag bemerkt werden, daß die Verwendung von Schmiedeeisen zur Herstellung des eigentlichen Brennraumes mit Brennschacht und Verteilungskanal — wegen der größeren Dehnbarkeit des Eisenbleches — ein Verschrauben und Vernieten der Fugenränder (Flanschen) ohne Bedenken gestattet. Dagegen ist Sorge getragen, daß die gußeisernen Rõhren EFGH und I freie Bewegung behalten. Es wird dies erreicht durch kurze, angegoßene Stützen, und zwar haben die nach unten gerichteten Stützen i glatte Ränder, die nach oben gerichteten angegoßene Rippen, in welche die glatten Ränder eingreifen. Der verbleibende Zwischenraum ist mit Sand gefüllt. Die Heizrohre sind am vorderen Ende eingemauert, die hinteren Enden derselben ruhen auf eingemauerten eisernen Trägern.

Um das Erglũhen der Ofenteile zu verhindern, sind nicht allein Feuerraum und Brennschacht, sondern auch der horizontale Verteilungskanal C nebst den Rõhren EE mit Chamotte ausgefüttert. Mit Strahlungsrippen sind die Rõhre EFG und H nicht versehen, was deren äußere Reinigung erleichtert und den Nutzeffekt relativ erhöht.¹⁾

Die Bewegung des Rauches in den Rõhren erfolgt im Sinne der Gegenstromheizung nach unten, diejenige der Luft ungehindert nach oben. Dies Arrangement ist

1) Dem Anbringen von Strahlungsrippen bei Transmissionsrõhren wird in der Regel eine zu hohe Bedeutung beigelegt. Prof. Fischer in Hannover hat darüber Versuche angestellt, wobei sich ergab, daß die Wärmeabgabe eines gerippten vertikalen Rohres von 10,0 cm äußerem Durchmesser mit acht 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 Verhältnis wird noch ungünstiger, wenn die Rippen, wie bei horizontalen Rõhren, parallel gerichtet sind, so daß sich die Flächen gegenseitig bestrahlen. Prof. Wolpert wendet daher bei seinem Strahlungsraumofen sogenannte Strahlbleche an, welche zwischen den Rippen eingehängt werden.

günstig zu nennen, weil dabei eine Steigerung der Lufttemperatur in der Kammer möglich ist, d. h. bei ihrem Aufsteigen Röhren von zunehmender Temperatur angetroffen und umspült werden. Die Reinigung der Flächen des Apparates, auf welchen Staubablagerung möglich ist, wird in der Kammer bewirkt.

Das Ausrufen des Verteilungskanales, der Röhren EFGH und I, sowie des Rauchsammlers D geschieht nach Fortnahme der betreffenden Reinigungsdeckel; schwieriger ist den kurzen Stutzen beizukommen, welche sich rechtwinklig und vertikal abzweigen. Die Prüfung der Rohre auf Ruffreiheit geschieht mit Hilfe eines Lichtes, das an einen Stock gebunden wird. Die Heizkammer wird durch eine dichtschließende, eiserne Thür betreten. Das Mauerwerk der Kammer wird an der Stirnseite einen halben Stein stark in Backstein „gefügt“ hergestellt und die Kammer mit doppeltem Gewölbe abgedeckt. Der Druck der Gewölbeträger auf die der Stirnseite eingefügten Apparateile 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 Öffnungen von 66 cm Seite. Die frische Luft steigt sofort in der Richtung der Pfeile aufwärts, erwärmt sich an den Ofen- und Rohrwandungen und entweicht durch mit Klappen versehene Öffnungen WW in die Kanäle MM. Die Klappen können angezogen werden, um nach Erfordernis auch die kältere Luft vom Fußboden der Kammer in die Warmluftkanäle M eintreten zu lassen und dadurch Mischung der kalten und erhitzten Luft zu bewirken; man nennt sie daher Mischklappen und die Kanäle M Mischkanäle. Dagegen führen die Kanäle ZZ kalte Zimmerluft in den atmosphärischen Kanal K zurück und heißen Cirkulationskanäle. Cirkulation der Zimmerluft nach der Kammer ist nur beim „Anheizen“ zulässig.

Zwischen den Kanälen M und Z liegt das befahrbare Schornsteinrohr S. Die vollständige Anlage einer Central-luftheizung mit Ventilation nach dem System Kelling ist auf den Tafeln 26 bis 28 dargestellt und in § 48 ausführlich beschrieben.

Anm. Zu den Apparaten mit horizontaler Rohrführung gehören sodann ferner:

Der Luftheizungssofen von Kniebandel & Wegner in Berlin, welcher das ältere Müller'sche System mit oblongem, ausgefütterten Heizkasten und in horizontalen Röhren aufwärts geführter Flamme (Parallelstromheizung) kultiviert. Über dessen Rufferverbindung mit Rohrschellen ist bereits berichtet worden.

VIII. Luftheizapparat von Fischer & Stiehl in Essen (Tafel 29). Diese Konstrukteure verwenden zur Leitung der Rauchgase nicht runde, sondern prismatische

Heizröhren nach Art derjenigen des Kaiserläuterner Schacht-ofens, und zwar geht von dem oberen Teile des Feuerschachtes v ein großes, horizontal liegendes, geripptes Heizrohr nach dem hinteren Untersätze, der in zwei Abteilungen zerlegt ist. Von hier führt ein glattes, prismatisches Heizrohr bis zum Feuerschacht und kehrt zurück nach der rechtsseitigen Abteilung des Untersatzes, um sodann in den Schornstein zu entweichen. Der Feuerschacht und ein Teil des Heizrohres sind mit Chamotteplatten ausgefüttert, um dem Erglühen des Apparates vorzubeugen. Die Verbindung der Heizröhren mit dem Untersätze resp. mit dem Feuerschacht und der einzelnen Rohrstücke unter sich ist durch abgehobelte und sorgfältig abgerichtete Flanschen hergestellt. Die acht Reinigungsdeckel der Fußöffnungen beider Rohre und derjenige des Feuerschachtes sind aufgeschraubt und mit feuerfestem Kitt gedichtet. Das obere Heizrohr ist, damit der Apparat sich ungehindert bewegen kann, mit dem Untersatz nicht fest verbunden, sondern ein angegossener Hals taucht in die mit feinem Sand gefüllte Rinne des Untersatzes (Sanddichtung). — Die Reinigung des Apparates von Flugasche u. s. w. muß vom Innern der Kammer her erfolgen.

IX. Körtings Patent-Kalorifere. (Modell 1892.) Abweichend von den vorher beschriebenen Apparaten ist der auf Tafel 30 dargestellte Patent-Kalorifere der Gebr. Körting in Hannover. Derselbe besteht im wesentlichen aus folgenden Hauptteilen, nämlich:

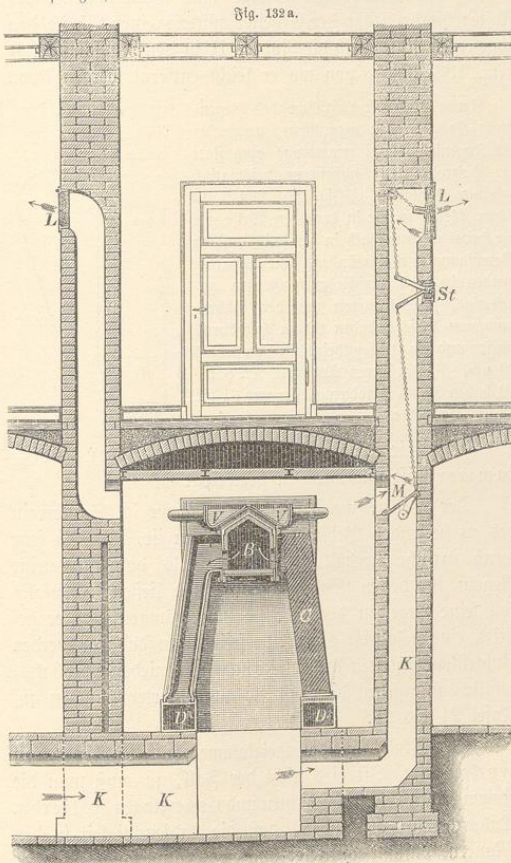
- 1) dem ausgemauerten Verbrennungsraum A mit Züllöffnungen T_1 und T_2 und Inspektionstür mit Regulierscheibe T_3 ;
- 2) einem oberen horizontalen Verteilungsrohr B;
- 3) den sich zu beiden Seiten desselben anschließenden, schräg gestellten, patentierten Diagonal-Rippenheizelementen C und
- 4) den sich an letztere wieder anschließenden horizontalen Rauchsammlkästen D.

Die Feuergase treten aus dem Feuerraume in das Verteilungsrohr B, passieren sämtliche Heizkörper, an die sie ihre Wärme abgeben, treten dann in die Sammelkästen D und gelangen von hier in den Schornstein. — Die frische Luft tritt aus dem Kanal K zwischen den Rauchsammlröhren in den Raum ein, der von den Heizelementen CC umschlossen wird und zwischen diesen hindurch nach dem Außenraume der Heizkammer, indem sie die von den Elementen abgegebene Wärme aufnimmt; hier wird sie durch die Heißluftkanäle ihrer Verwendung zugeführt.

Das Verteilungsrohr B ist fünfeckig, innen mit Chamotte ausgefüttert, oben mit Rippen besetzt; an den Seitenflächen sind Schlitze angebracht, durch welche die Heizgase in die Rippenelemente einströmen. Diese Heizkörper sind so eng gestellt, daß die Rippen zweier benachbarter Elemente sich

nahezu berühren und daher wird der von unten eintretende Luftstrom gezwungen, sich darin zu erwärmen. Die Rippen haben außerdem eine solche Stellung gegen den Horizont, daß die Luft ohne wesentliche Widerstände sie durchströmt. Außerdem ist der Querschnitt der Rippenkanäle groß gewählt, um die Reibungswiderstände beim Passieren derselben zu verringern, und es bietet die flache Gestalt der Heizkörper den Vorteil, daß die heißen Feuergase, die in verhältnismäßig dünner Schicht durch dieselben strömen, eine große Abkühlungsfläche vorfinden.

Der Heizeffekt der Kaloriferen ist daher ein sehr zufriedenstellender, nach Angabe der Fabrikanten findet bei denselben eine Ausnutzung des Brennstoffes bis zu 80 Proz. statt.



Die Befestigung der Rippelemente an dem Verteilungsrohr B erfolgt durch Schrauben, unterhalb greifen dieselben in angelegte Falze an dem Sammelrohr D. Horizontale Flächen, auf welchen sich Staub ablagern

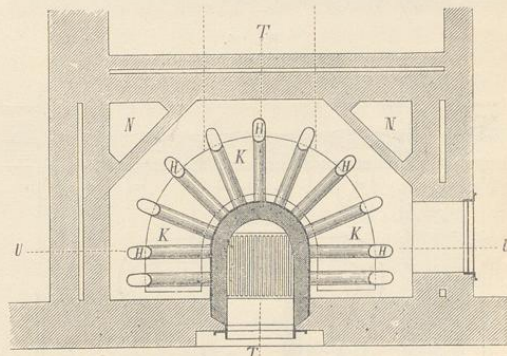
könnte, sind bei dem Apparat von Körting gänzlich vermieden.

Die Luftbefeuchtungswannen werden von der Firma als dreieckige Wassergefäße mit regulierbarem Wasserstand ausgeführt.

Das Entrüßen des Apparates findet von einer besonderen Entrüßungskammer her statt, welche am Ende der Heizkammer liegt. Gegen die Rußkammer ist die Heizkammer durch eine eiserne Heizthür P abgeschlossen. Auch kann man von hier leicht zwischen die Heizelemente und in den Luftkanal gelangen. Das Verteilungsrohr B und die Sammelrohre D treten bis in die Rußkammer hinein, werden von hier aus gereinigt und sind mit eisernen Klappen geschlossen. Der Mantel des Feuerraumes besteht aus Schmiedeeisen. Zur Ausfütterung desselben werden Chamottesteine verwendet.

In Fig. 132^a haben wir den Körting'schen Kaloriferen mit Heizkammer, Abschlußmauern und den darin ausgesparten Luftleitungen, mit Stellklappen u. s. w. übersichtlich dargestellt. Die Leitungskanäle erhalten in den Zimmern Jalousienklappen L mit Stellvorrichtung St, bei M befindet sich die schon früher beschriebene Mischklappe; wird dieselbe gehoben, so tritt neben der warmen auch frische Luft aus dem Kanal K ein.

Fig. 133.



X. Ein neuerer Luftheizapparat ist der in Fig. 133 bis 135 dargestellte „Vertikal-Gegenstrom-Kalorifer“ von Kori in Berlin. Horizontale Heizflächen sind bei diesem Apparat nach Möglichkeit und gerippte Flächen ganz vermieden; erstere um die Ablagerung von Staub und das Verfengen desselben an den Heizflächen zu hindern, letztere der leichteren Reinigung wegen. Heiztechnisch sind die Rippen ohnehin entbehrlich, da mittels einer glatten Heizfläche erfahrungsmäßig ein höherer Wärmeeffekt erzielt werden kann als mit einer gleich großen Rippenheizfläche: die Rippen bilden daher einen unnützen Ballast. Die

Reinigung des Apparates geschieht von der Frontseite, d. h. vom Vorraume aus, wo die Bedienung stattfindet.

Fig. 134.
Durchschnitt nach T—T.

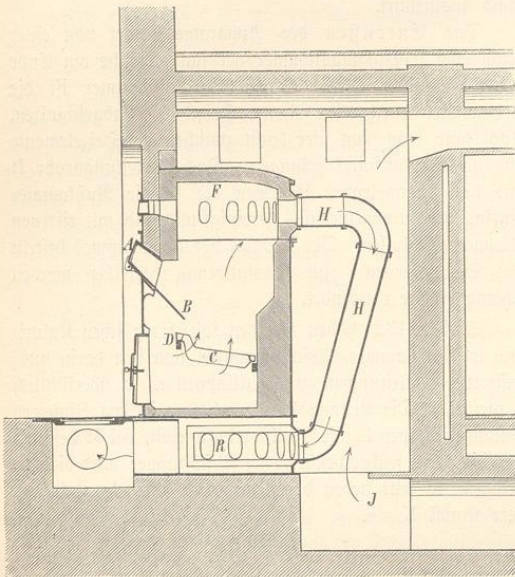
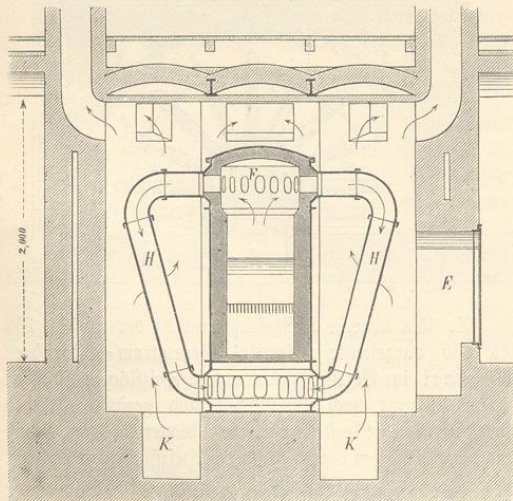


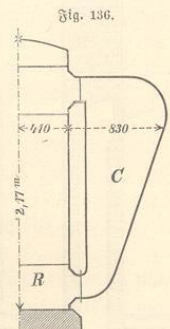
Fig. 135.
Durchschnitt nach U—U.



Ein Vorteil des Gegenstrom-Kalorifers liegt in dessen geringer Konstruktionshöhe und seinen relativ niedrigen Anlagekosten.

Konstruktion und Bedienung. Das Brennmaterial wird durch die Füllthür A eingeschüttet, gleitet auf der Fläche B hinab und verbrennt in einem hufeisenförmigen Korbrost C. Die Feuergase werden nun in eine Anzahl strahlenförmig angeordneter Heizrohre H verteilt, die unterhalb in den Rauchsammler R münden. Hierbei findet Gegenstrom statt, da die frische Luft aus dem ringförmigen Kanal K aufwärts steigt und die Heizrohre in einer, den Rauchgasen entgegengesetzten Richtung umspült. Durch horizontale Bleche im oberen Teile der Kammer wird die Luft zu inniger Verlüftung mit dem Rohrsystem gezwungen. Die Heizkammer ist durch eine in der rechten Abschlusswand ausgesparte Thür zugänglich. Die Ent-rufung des Kalorifers erfolgt nach Herausnahme der Roste; hierbei stößt der Arbeiter mittels einer Bürste den angelegten Ruß durch die Röhren H in den Rußsammler R (Fig. 133) hinab, von wo er leicht entfernt werden kann.

Anm. Um die Heizfläche des Gegenstrom-Kalorifers zu vergrößern, verwendet der Ingenieur Kori neuerdings auch statt der Heizrohre HH gußeiserne prismatisch geformte Heizkasten, C Fig. 136, von 5 cm lichter Weite, welche in derselben Weise wie die Heizrohre unterhalb in den kreisförmigen Rauchsammler R einmünden. Die Apparate werden in zehn verschiedenen Größen angefertigt. Die kleineren mit den Fabriknummern 1 bis 6 haben 62 cm Herddurchmesser und eine Gesamtheizfläche von 18 bis 29 qm. Die größeren Apparate Nr. 8 bis 10 haben 82 cm Herddurchmesser und 31 bis 42 qm Heizfläche.



Über die konstruktive Anlage der Heizkammern ist folgendes zu bemerken:

Der Platz, welcher der Heizkammer im Souterrain des zu heizenden Gebäudes anzuweisen ist, wird 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 zentrale sein, denn dadurch werden Ungleichmäßigkeiten in den Leitungen vermieden. Anhaltspunkte dafür geben die Beispiele ausgeführter Anlagen auf Tafel 21 bis 28.

Der Platz für die Heizkammer soll vollkommen trocken sein. Ist dies nicht der Fall, so muß man die Kammer durch Asphalt-schichten und Cementlagen isolieren. Dadurch wird verhindert, daß die Erdfeuchtigkeit in den Mauern konstant aufsteigt und das aufgeaugte Wasser von der warmen Luft aufgenommen, also in Dunstform in die Zimmer getragen wird.

Die Kammer ist so anzulegen, daß sie leicht zugänglich ist und die Reinigung des Apparates sowie

die Ausführung von Reparaturen bequem geschehen kann.)

Die Wände der Heizkammer stellt man gern doppelt, d. h. mit Isolierschichten 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 mit Asche ausgefüllt.

Den Fußboden aus gebrannten Steinen doppelt herzustellen, ist ebenfalls empfehlenswert; 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 konstruiert sein.

§ 43.

Bestimmung des Nutzeffektes und der Heizfläche der Luftheizapparate.

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

- 1) das Volumen 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 mittels eines Anemometers, welches die Abzugsgeschwindigkeit der Luft im Rauchrohre anzeigt, angestellt. Die Temperatur der ein- und ausströmenden Luft wird durch ein gutes Thermometer gemessen.

1) Bei den meisten älteren und manchen neuen Anlagen ist gerade gegen diese Kardinalregel erheblich gesündigt; die Apparate sind eng ummauert, daher nur schwer zugänglich und bilden den Sammelpunkt für Verunreinigungen aller Art. Gerade die Luftkanäle und Heizkammern, in denen die durchströmende Luft den größeren Teil des mitgeführten Staubes absetzt, pflegen kaum je gereinigt zu werden! Es ist dies darauf zurückzuführen, daß man in vielen Fällen die Heizungs- und Lüftungsanlage dem Dienstpersonal als Nebenbeschäftigung überläßt.

Breymann, Bautechnikinstruktionstehre. IV. Vierte Auflage.

Bezeichnet man nun

mit V das Volumen der Luft, welche in einer gegebenen Zeit den Schornstein durchströmt,

„ d deren Dichtigkeit oder das Gewicht eines Kubikmeters Luft an der Stelle, wo das Volumen 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:

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

worin $0,237$ die Wärmekapazität der Luft bei konstantem Drucke bezeichnet.

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

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

das Maximum des kalorischen Nutzeffektes und das Verhältnis

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

der totale kalorische Nutzeffekt des betreffenden Heizapparates oder das totale Ergebnis.

Hiermit ist freilich der wahre Nutzeffekt praktisch noch nicht festgestellt; er ist es nur dann, wenn der Apparat — wie bei lokaler Luftheizung und bei Mantelöfen mit Luftcirculation geschieht — in dem zu erwärmenden Raume 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 Teil der produzierten Wärme verloren gehen. Der Nutzeffekt ist auch im zweiten Falle durch Messung der in gegebener Zeit ausströmenden erwärmten Luftvolumina (wenngleich nicht im ganzen Umfange) nachzuweisen. Hat man zu dem Ende α) die Luftmenge, welche durch die Leitungsröhren abströmt, mit dem Anemometer bestimmt, β) die Temperaturdifferenz zwischen der erwärmten und der in die Heizkammer eintretenden Luft festgestellt, endlich γ) die aus dem aufgewendeten Brennmaterial entwickelte Gesamtwärmemenge C berechnet, so erhält man den wirklichen Nutzeffekt in der Anzahl von Wärmeeinheiten, welche die erwärmte Luft absorbiert hat, und das Verhältnis 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 Austritte aus der Heizkammer meistens noch mehr oder minder lange Röhren zu passieren, in welchen sie einen weiteren Teil ihrer Wärme

verliert. Dasjenige Wärmequantum aber, welches sie in die betreffenden Räume wirklich überträgt, wird der relative Nugeffekt des Apparates genannt.

Der relative Nugeffekt, dividiert durch die entwickelte Wärme des Brennmaterials, heißt das Endergebnis.

Bei Vergleichung von Luftheizapparaten nach ihren Resultaten werden also diese drei Arten des Effektes, nämlich das totale Ergebnis, das nutzbare Ergebnis und das Endergebnis wohl zu berücksichtigen sein.

Versuche über den Nugeffekt von Kalorifären sind von Morin im Conservatoire des arts et métiers in Paris angestellt und deren Resultate veröffentlicht worden.¹⁾

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

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

T_0 die Temperatur der Verbrennungsgase unmittelbar über dem Roste,

T_1 die Temperatur, mit welcher die Verbrennungsgase den Heizapparat verlassen,

t_0 die Temperatur der reinen, kalten Luft, welche in die Heizkammer eingeführt werden soll,

t_1 die Temperatur, bis zu welcher die Luft erwärmt werden soll,

L das Gewicht der Luftmenge, welches stündlich erwärmt wird,

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

F die Oberfläche der sämtlichen Röhrenwandungen, so hat man:

$$F = W \cdot \log. \text{ nat. } \frac{T_0 - t_1}{T_1 - t_0} \cdot \frac{1}{K \cdot T_0 - T_1 - (t_1 - t_0)}$$

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

Nach Untersuchung an gut konstruierten Apparaten darf man annehmen:

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

Für Maximalleistung ist zu setzen:

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

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 Nugeffekt des

1) Salubrité des habitations etc. par A. Morin.

Apparates durch Versuche vorher bestimmt worden und danach die stündlich von dem Quadratmeter Heizfläche effektiv zu erwartende Menge von Wärmeeinheiten annähernd bekannt. Das nutzbare Ergebnis liegt bei gut konstruierten 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 Wärmeeinheiten abgibt, ist in § 45 im Zusammenhang vorgeführt.

§ 44.

Die Luftleitungsapparaturen.

Die Luftleitungsapparate bilden neben dem Kalorifäre einen integrierenden Teil 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 frische Luftmassen zuzuführen (kalte Kanäle);
- III. die verdorbene Zimmerluft abzuführen (Ventilationskanäle), und — wenn das Anheizen nach § 38 A erfolgt —
- IV. die kalte Zimmerluft nach der Heizkammer hinabzuführen (Cirkulationskanäle).

I. Die Heizkanäle. Kanäle für warme Luft müssen aus einem Material hergestellt werden, welches geringes Wärmeleitungsvermögen besitzt, denn die Überleitung der Wärme an das dieselben umgebende Mauerwerk ist offenbar dem Zweck, der verfolgt wird, entgegengesetzt. Metall ist daher nicht geeignet für Warmluftströme; Glas ist zu teuer und zu zerbrechlich: es bleibt daher keine andere Wahl als künstlicher Stein und Thon. Man führt die Heizkanäle gern in massiven Mittelmauern oder in starken Scheidewänden 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 glasierte Thonröhren gleichzeitig 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. 137 u. 138 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 Formel¹⁾ für die theoretische Aus-

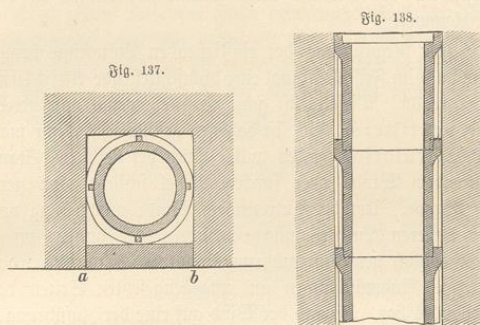
1) Wolpert, Theorie und Praxis der Ventilation und Heizung. Braunschweig 1880.

flußgeschwindigkeit wärmerer Luft in kältere in Anwendung zu bringen:

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

Darin repräsentiert:

- 2 g die Beschleunigung des freien Falles = 9,81 m,
- H die Höhe des Kanales bis zu dessen Mündung im Zimmer.
- T die Temperatur der Heizluft an dessen unterem Teile in der Heizkammer,
- t die Lufttemperatur an seiner Ausmündung.



Für Metermaß 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 Heizkammertemperatur von 60° und die mittlere Zimmertemperatur von 10° C., also die Differenz T-t = 50° zu Grunde zu legen.

Für 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 ist, wenn die Höhe des Erdgeschoßes 4,5 m beträgt,

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

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

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

Um den Querschnitt F der Heizkanäle in Quadratmetern zu erhalten, ist das den einzelnen Räumen stündlich zuzuführende Luftquantum Q durch das Produkt aus Zeitdauer und Geschwindigkeit zu dividieren.

Hiernach findet man:

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

Für ein Zimmer, welchem stündlich 432 cbm Heizluft zuzuführen sind, beträgt also der Querschnitt des Heizkanales im Erdgeschoß nach vorstehender Ermittlung:

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

Einmündungsöffnungen der warmen Luft. Da die Geschwindigkeit der Luft in den Leitungskanälen der oberen Etagen eine bei weitem höhere ist als im 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 Übelstand kann man zum Teil dadurch ausgleichen, daß die Mündungen für die oberen Etagen etwas tiefer gelegt werden, als diejenigen für das Parterregechoß. Andere wirksamere Mittel zur Regelung der Einströmung bestehen in den noch zu besprechenden Regulierungsvorrichtungen (Schiebern und Klappen), welche eine normale und doch gleichzeitige Erwärmung aller Geschosse gestatten. Da nun die heißeste Luft in der Kammer unter dem Gewölbscheitel sich sammelt, so legt man die Einmündungen für das Erdgeschoß dicht unter den Gewölbeansätzen an und die übrigen Öffnungen nur wenig tiefer, um Effektverluste zu vermeiden. In diesem Sinne sind die Anlagen auf Tafel 20 u. 25 bewirkt. Auf Tafel 25 sind die Mündungen der Heizkanäle W W mit Regulierungsvorrichtung, d. h. mit um eine horizontale Achse drehbarer Klappe, welche durch eine Kette stellbar ist, versehen.

Die Heizkammer nach Kelling'schem Systeme (Tafel 25) zeigt eine weitere Eigentümlichkeit darin, daß die Heizkanäle bis zum Fußboden der Kammer hinabgeführt und dort ebenfalls Einmündungsöffnungen erhalten. Übersteigt die Zimmertemperatur die normale Höhe, so wird dann die Mischklappe C angezogen, so daß auch kalte Luft vom Fußboden der Kammer in den Heizkanal eintritt, sich hier mit der darüber eintretenden warmen Luft mischt und als „Mischluft“ in das Zimmer strömt.

Solche Einrichtung empfiehlt sich namentlich für Schulen und Auditorien, in denen die Temperatur während des Unterrichts infolge der Wärmeproduktion der Schüler leicht 20° C. und mehr erreicht. Man hat dann nicht nötig, die Luftführung ganz abzustellen, es wird nur

an Stelle eines 40° heißen Luftstromes ein Luftgemisch von geringerer Temperatur eingeführt.

Ausmündungsöffnungen für warme 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 Wärmeverteilung 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 Mündungsansatz mit Rücksicht auf die Maschen des Verschlusgitters etwas zu erweitern, damit die Luft ungehindert ausströmen kann.

Die Ausmündung der Heizkanäle müßte (zur Erzielung schneller Erwärmung) nahe am Fußbodengetäfel liegen, damit die warme Luft sich schon beim Emporsteigen mit den kältesten Schichten mischen könne; wegen besserer Ventilation des Lokales liegt sie aber vorteilhafter nahe der Decke (und die Ventilationsöffnungen 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 bis 2,20 m über dem Fußboden.

Um den Luftstrom nach Belieben einlassen, absperrn und regulieren zu können, versieht man die Öffnungen mit Schiebern (von Gußeisen, Blech oder Holz), mit Drehklappen oder Jalousieklappen, welche in dem entsprechenden, metallenen Rahmen der Ausmündungsöffnung befestigt sind. Der letztere ist außerdem mit separatem, engmaschigem Gitter verschlossen.

II. Kanäle für Zuleitung frischer Luft. Der Kanal, der die Heizkammer mit frischer und reiner Luft versorgt, muß stets am Fuße der Heizkammer einmünden (vergl. Tafel 20 u. 25). Die Herstellung desselben erfolgt in wasserdichtem Mörtel mit einem Stein starken Wangen und einen halben 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 Mündungsquerschnitte A und B wie die Quadratwurzeln aus den spezifischen 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:

$T = 50^\circ$, $t = -20^\circ$ und der Ausdehnungs-Koeffizient der Luft a ist $= 0,003665$. Durch Einsetzen dieser Werte in vorstehende Formel findet man

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

Indessen ist die warme Luft bei gleichem Druck spezifisch leichter und beweglicher, und da ein Überschuß frischer Luft nicht nachteilig ist, auch bequeme Kanalweite ruhiges Zuströmen veranlaßt, so kann der Querschnitt des Kanales für frische Luft erfahrungsmäßig ein Viertel größer sein, als die Summe aller Warmluftöffnungen in der Heizkammer.

Zur Regulierung der einfließenden Luftmenge bringt man auch im Frischluftkanal eine dichtschließende Abschlußklappe an. Dieselbe ist ganz geöffnet, wenn man heizen und ventilieren will, ist dagegen geschlossen, 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 äußeren Luftströmung ventilieren 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 Ventilieren zur Folge hat —, stellt man diese Öffnung ab und nimmt die Luft aus der gegenüberliegenden, vom Winde nicht getroffenen Mündung des Kanales. Dieser Fall ist in Tafel 26 ersichtlich. An jedem Ende des Kanales, der die atmosphärische Luft in die Heizkammer leitet, befindet sich eine Luftkammer mit Filtervorrichtung. Der mitgerissene Staub soll hier zurückbleiben und die gereinigte Luft erst nach dem Passieren des Filters in den Kanal eintreten.

Wo Luftkammern nicht angeordnet sind, da wird die freie Mündung des Kanales durch eine Siebplatte, ein Draht- oder Eisengitter geschlossen, um das Eindringen von Ratten u. a. Tieren in den Kanal zu verhüten. Eine vollständige Absperrung durch Schieber oder Thüren während der Zeit, wo nicht ventiliert 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 deshalb auch Ventilationskanäle genannt. Im übrigen sind sie wie Heizkanäle zu behandeln, d. h. in den Korridor- oder Mittelwänden massiv aufzuführen und mit Schiebern oder Klappen an ihrer unteren Mündung zu versehen. Man führt sie entweder wie Schornsteine über Dachhöhe hinaus und versieht sie dort mit Luftfangern oder sie werden nur

bis 1 m über den Fußboden des Dachraumes heraufgeführt.

Anm. Das letztere Arrangement ist in der schon erwähnten Volksschule zu Göttingen zur Anwendung gekommen und auf Tafel 28 dargestellt. Die Anordnung von separaten Ventilationschornsteinen, welche über Dach ausmünden, ist dagegen auf Tafel 24 dargestellt und bei dem Neubau des Direktorialgebäudes vom physikalischen Institut in Berlin in Anwendung gekommen.

Für die Bestimmung des Querschnittes der Ventilationskanäle ist das aus den betreffenden Räumen stündlich abzuführende Luftquantum maßgebend. Dasselbe ist abhängig von der Benutzungsart des Lokales und wird in jedem einzelnen Falle erfahrungsmäßig pro Kopf und Stunde festgestellt (vergl. S. 85). Da bei der Winterventilation ein Abfluß wärmerer Luft in kältere stattfindet, so ist der Querschnitt F der Kanäle nach nachstehender Formel dieses Paragraphen zu berechnen

$$F = \frac{Q}{3600 v}$$

Zur Bestimmung von v dient nachstehende Formel für die theoretische Abflußgeschwindigkeit wärmerer Luft in kältere

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

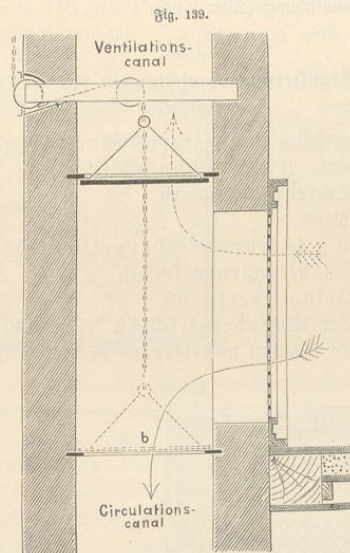
jedoch ist die effektive Abzugsgeschwindigkeit nur = 0,5 der theoretischen.

Damit aber die Kanäle auch bei Temperaturdifferenzen wirksam bleiben, wie solche bei Beginn und am Ende der Heizperiode stattfinden, also bei 10 bis 12° äußerer Lufttemperatur und bei der Zimmertemperatur von + 20° C., wird in letzterer Formel zu setzen sein $T-t = + 8°$ C. Die Höhe H der Kanäle ist zu rechnen vom Fußboden des Geschosses, welches ventilirt werden soll, bis zu ihrer oberen Ausmündung. Für das auf Tafel 21 bis 24 dargestellte Gebäude ist eine derartige Rechnung auf Seite 116 durchgeführt.

Die Mündungen der Ventilationskanäle werden dicht am Fußboden angelegt, auch mit Klappen- oder Schieberverschluß versehen. In gewissen Fällen, nämlich bei Überheizung oder Überfüllung des Lokales und bei starker Wärmeproduktion der Beleuchtungskörper, ist es wünschenswert, die Luftschichten nicht vom Fußboden, sondern da, wo sie am heißesten sind, d. h. unter der Decke, abzuleiten. Aus diesem Grunde wird jeder Ventilationskanal auch mit einer oberen Öffnung 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 (Cirkulationskanäle) werden nur selten als besondere Kanäle aufgeführt.

Gewöhnlich verlängert man zu diesem Zweck die Ventilationskanäle vom Fußboden des Geschosses abwärts bis zur Heizkammer und benutzt den niedersteigenden Teil des Kanales zum Cirkulieren der Zimmerluft, den aufsteigenden zum Ventilieren. Die Trennung aber wird erreicht durch Anlage einer Doppelklappe b , welche nachstehend detailliert dargestellt ist. Ist die Klappe gehoben, wie in Fig. 139, so ist der Weg zum Cirkulationskanal offen; ist sie dagegen gesenkt, d. h. in der Lage b , so findet Ventilation statt.



Das Regulieren der Klappe erfolgt mittels einer über Rollen laufenden Kette, deren ringförmiges Ende an dem, in der Mauer in bemessenem Abstände befestigten, Dorn eingehängt wird. Die Kette kann vom Zimmer oder auch vom Korridor her eingestellt werden; letztere Einrichtung findet statt, wenn man Wandthermometer anbringt, mittels welcher der Heizer die Zimmertemperaturen vom Korridor aus beobachten kann. Solche Thermometer sind mit Vorteil auch in einer mit der oberen Luft der Heizkammer kommunizierenden gebogenen Glasröhre anzubringen, damit die Temperatur der Heizkammer jederzeit ungehindert beobachtet werden kann.

Allgemeine Regeln:

- 1) Jeder zu heizende Raum muß seine eigenen Heiz- und Ventilationskanäle erhalten und diese sollen, soweit angänglich, auf kürzestem Wege aufsteigen. Die Anlage eines gemeinschaftlichen Kanales für mehrere übereinanderliegende Räume ist verwerflich.

- 2) Das ganze Leitungssystem, d. h. Heiz-, Ventilations- und Circulationskanäle sind, ähnlich wie Schornsteinröhren, zuweilen mit Besen und Bürste von dem adhärenenden 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 zur Vorsicht gehörig zu verstreichen. Die Anlage von Reinigungsthüren im Dachboden ist entbehrlich, wenn die Röhren dort ausmünden (vergl. Tafel 28); sicherer aber ist die Ausmündung „über Dach.“

§ 45.

Die Regulierungsvorrichtungen des Leitungssystems.

Sie zerfallen in äußere und innere Regulierungsvorrichtungen. Zu den ersteren gehört:

der Schieberverschluss;

zu den letzteren

die in § 44 besprochene Doppelklappe;

der Drehklappenverschluss;

der Jalousieverchluss.

I. Der Schieberverschluss. Fig. 140 u. 141 stellen einen einfachen gußeisernen Schieber in Ansicht

Fig. 140.

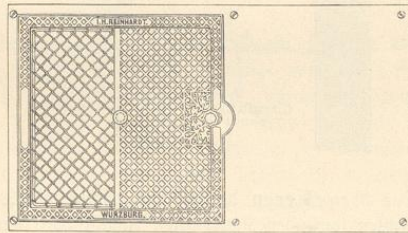
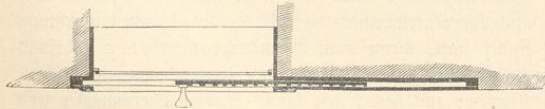


Fig. 141.



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 so weit vorgeschoben, daß nur die halbe Ausströmungsöffnung frei ist. Wenn sich Staub in der Öffnung sammelt oder ein Gegenstand die Bewegung des Schiebers hemmt, dann kann das Gitter ab-

geschraubt, 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 läßt sich eine Skala¹⁾ anbringen, welche erlaubt, dem Schieber die Stellung zu geben, welche der herrschenden Temperatur der Luft im Freien entspricht. Bei den neueren Wiener Schulbauten werden die Schieberstellungen im Laufe der ersten Heizperiode für verschiedene Außentemperaturen ein für allemal mit Hilfe des Anemometers ermittelt und angemerkt.

Dient der Schieber zum Verschluss einer nahe der Decke liegenden Kanalöffnung, so ist der Futterahmen um 90° gedreht, d. h. so einzusetzen, daß der Schieber infolge seiner eigenen Schwere nach unten sinkt und dadurch die Öffnung schließt. An dem Rahmen wird dann eine Rolle angebracht, über welche ein Kettchen läuft, mittels dessen der Schieber von unten angezogen werden kann. Das untere Ketteneinde wird durch einen Knopf oder eine Schraube an der Mauer festgehalten. Im Sommer ist dieser Schieber ganz geöffnet und im Winter gewöhnlich geschlossen.

II. Drehklappenverschlüsse. Man fertigt sie in verschiedenen Formen, mit horizontaler oder vertikaler Drehachse, mit Zahnstangenbetrieb oder mit feststellbarer Verschlussvorrichtung an.

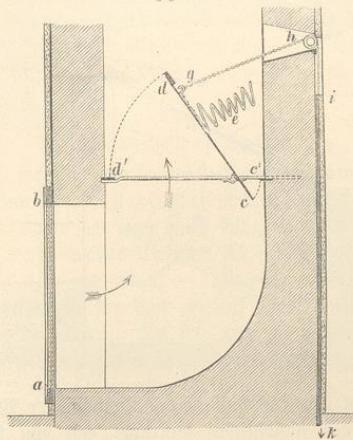
Die auf Tafel 25, Fig. 3, bei W ange deutete Mischklappe ist ebenfalls eine Drehklappe, bei welcher die Drehachse am Fußpunkte der Mündung liegt. Die Klappe hat das Bestreben, durch ihre Schwere in horizontale Lage zu gelangen und dadurch den Mischkanal zu schließen; daran wird sie gehindert durch das an ihrem oberen Rande befestigte Kettchen, welches vertikal über zwei Rollen im Heizkanale gleitet und über eine dritte Rolle im Korridor hinabhängt. Das Ende der Kette wird an einer in der Mauer befindlichen Eisenplatte mit verstellbarem Dorn befestigt. Wenn diese Drehklappe als Verschluss von Ventilationsöffnungen dient und daher vom Zimmer aus gestellt werden soll, so ist nur eine Leitrolle nötig.

Oberingenieur Paul hat in den städtischen Schulen Wiens nachstehende Klappenkonstruktion zur Regulierung des Abzuges der Ventilationsluft angewendet. Die Drehklappe *dc* (Fig. 142) ist in den Kanal hinein verlegt; die senkrechte Stellung derselben wird durch eine Feder *e* verhindert. Eine über die Leitrolle *h* laufende Kette 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

1) Friedrich Paul, Central- und Dienheizung. Wien 1878. S. 9, Fig. 2.

verhindern, wird derselbe in einem dünnen Eisenrohr *i* plaziert. Wenn mit Hilfe des Anemometers die Klappenstellung für ein bestimmtes Quantum in der Stunde ab-

Fig. 142.



zuführender Luft ermittelt ist, kann der Heizer die Lüftung der Zimmer vom Parterre oder Keller aus präzise regulieren. Ein äußerer Verschluss der Öffnung ab findet nicht statt.

Eine dreiteilige Drehklappe mit feststellbarer Verschlussvorrichtung ist in Fig. 143 u. 144 dargestellt. Nachdem mittels des Hebels *a* den Klappen diejenige Stellung

Fig. 143.

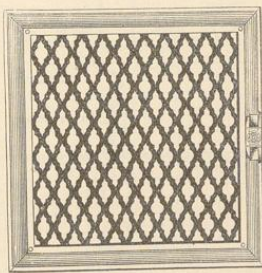
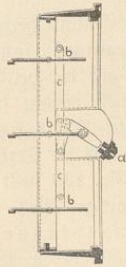


Fig. 144.



gegeben ist, welche einer normalen Beheizung resp. Ventilation für den herrschenden Temperaturgrad entspricht, wird der Hebel mit einem Schlüssel unverrückbar festgestellt.¹⁾ Um die Drehung der Klappen zu bewirken, sind an ihnen Lappen festgenietet, deren Drehpunkte *b b* mit den beiden Leitschienen *c* verbunden sind. Wird nun der Hebel *a* gehoben, so gleiten die Schienen entsprechend abwärts und bewirken dadurch die Drehung der Klappen um ihre Achsen. Die Zapfenlager der Klappen liegen in

1) Diese Anordnung ist für Schuträume besonders empfehlenswert.

dem inneren schmiedeeisernen Rähmchen und sind in der Zeichnung durch Kreise angedeutet. Die äußere Öffnung wird durch ein Gussgitter, Drahtgitter oder — wie in Fig. 143 — eine gitterförmig durchlochte Blechtafel abgeschlossen, welche an den vier Ecken mit versenkten Schrauben gegen entsprechende Winkel am Rahmen befestigt ist.

Der Abschluß der Frischluftkanäle erfolgt gewöhnlich durch eiserne Drehklappen mit vertikaler Drehachse.

III. Der Jalousieklappenverschluss. Die Fig. 145 u. 146 stellen eine Jalousieklappe mit gußeisernem Futterrahmen dar. Die Bewegung wird durch den

Fig. 145.

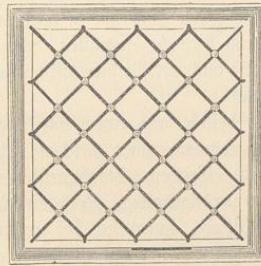
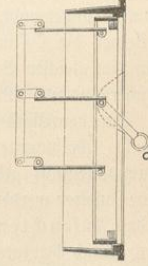


Fig. 146.



Hebel *a* vermittelt und bedarf der Mechanismus keiner weiteren Beschreibung. Bringt man den Hebel in seine obere, um 90° gedrehte Stellung, so hängen die Klappen senkrecht und schließen die Öffnung. Zwischen beiden Lagen des Hebels sind verschiedene Klappenstellungen und dadurch gehemmtes oder freieres Einströmen der Luft möglich. Bei Ventilationsklappen, welche nahe der Decke liegen, wird die Bewegung des Hebels durch Stellstangen bewirkt.

§ 46.

Entnahme, Reinigung und Befestigung der Luft.

Luftentnahme.

Dieselbe soll an derjenigen Stelle des zu beheizenden Gebäudes resp. seiner Umgebungen stattfinden, welche von Staub, Ruß und Ausdünstungen der Senkgruben, Aborte u. s. w. am wenigsten verunreinigt wird. Ist kein geeigneter Ort für Luftentnahme in Terrainhöhe zu finden, so kann man dieselbe auch aus höher gelegenen Orten entnehmen oder aus entfernter liegenden Gärten durch einen unterirdischen Kanal zuführen, der aber, wie erwähnt, gegen Grundluft und Grundfeuchtigkeit zu schützen ist. Alle Einströmungsöffnungen für frische Luft sind durch weitmaschige Gitter abzuschließen (§ 44, II).

Luftreinigung.

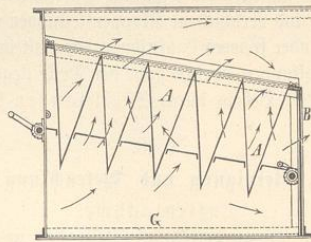
Die einfachste Methode, die Luft zu reinigen, besteht in der Anlage von Staubkammern, in welchen sie die

in ihr suspendierten schwereren Teilchen absetzen soll. Leichte Staubteile werden freilich schon durch eine geringe Luftbewegung aufgewirbelt und in der Schwebelage gehalten, aber durch Befeuchtung werden dieselben, wie dies auch in der Natur geschieht, niedergeschlagen. Dieser Umstand führte dazu, die Luft durch künstlichen Regen zu reinigen. Weil das Verfahren aber viel Wasser erfordert, auch nicht überall befriedigende Resultate lieferte, ist es neuerdings seltener zur Anwendung gekommen. Künstlich befeuchtete Luft ist nämlich stets mit Feuchtigkeit gesättigt und es entsteht dann in den Zimmern bei mittlerer Außentemperatur ein zu hoher Feuchtigkeitsgehalt.

In vielen Fällen werden zur Luftreinigung Filter aus rauhen Geweben in Verbindung mit geräumigen Staubkammern angewandt. Diese Filter sind um so wirksamer, je kleiner die Öffnungen im Gewebe ausfallen, aber es wächst im gleichen Verhältnis auch der für die Luftströmung zu überwindende Widerstand.

Ein derartiges Filter besteht aus einem mit Drahtgeflecht überspannten Holzrahmen, über welchen dichter Baumwollstoff gedeckt ist. Größere Staubpartikel und kleine Insekten werden darin zurückgehalten. Noch wirksamer ist das Anfeuchten des Filters, namentlich bei trockener, durch Wind bewegter Luft. Die Filter müssen ferner eine möglichst große Fläche erhalten, was erreicht wird, wenn das Filtertuch im Zickzack oder in Taschenform über die Filterrahmen gelegt wird.

Fig. 147.

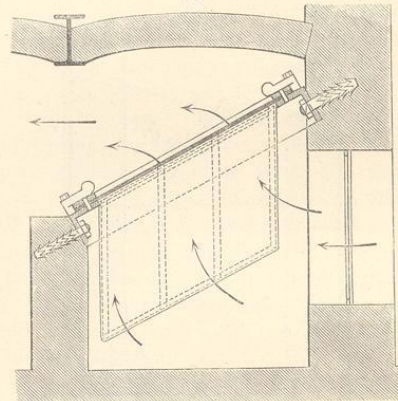


Eine möglichst große Filterfläche in kleinem Raume liefert die verbesserte Luftfilteranlage von K. Müller in Kupferhammer bei Brachweide. (D. R. P. Kl. 12, Nr. 26 663.) Der Filterstoff A ist hier (vergl. Fig. 147), innerhalb des festen Gehäuses G in Taschenform angeordnet und wird durch eine mit Handkurbel betriebene Spannvorrichtung mit Sperrwerk in der vorgeschriebenen Lage festgehalten. Die zu reinigende Luft durchzieht das Filter in der Richtung der Pfeile.

In Fig. 148 ist die Filteranlage direkt gegen die Umschließungsmauern der Staubkammer, und zwar gegen ein aus eisernen Winkeln hergestelltes Gerüst befestigt. Der Stoff ist taschenförmig gefaltet und über das in der Zeichnung punktierte Rahmenwerk gespannt; die frische

Luft tritt durch ein Fenster des Souterraingeschosses in die von massiven Wänden umschlossene Staubkammer ein,

Fig. 148.



durchdringt den Filterstoff in der Richtung der Pfeile, gelangt in den anstoßenden Vorraum und von hier aus unter den Kalorifere der Heizkammer.

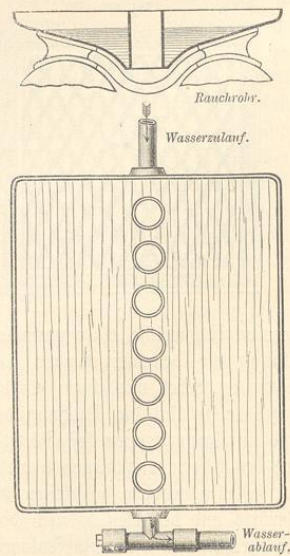
Da die Trockenfilter schnell verstauben, muß auf bequeme Entfernbarkeit derselben zum Zweck ihrer Reinigung Bedacht genommen werden.

Befeuchtung der Luft.

Die Vorrichtungen zur Befeuchtung der Luft beschränken sich bei Central-Heizungsanlagen auf Pfannen, die auf die Heizkörper gestellt werden (vergl. Tafel 25 und Fig. 130 bis 132 im Text).

Fig. 149 stellt eine derartige Befeuchtungspfanne mit durchgehenden Warmlufttröhren, wie solche von der Firma Kelling in Dresden konstruiert werden im Grundriß und Querschnitt dar. Die aus Kupferblech hergestellte Pfanne folgt in ihrer Kontour der Form der beiden obersten Rauchrohre des Kalorifere,

Fig. 149.



auf welche sie sich aufsetzt. Von der einen Seite der Wanne fließt das Wasser mittels Zuflußrohr ein, an der anderen Seite ist das Abflußrohr angebracht. Die Regulierung der Befeuchtung ist indessen bei einfachen Pfannen schwierig; besser wird dieselbe mittels der Körting'schen „Streudüsen“ mit eingelegter Spirale bewirkt, indem man nach Bedarf einige derselben ein- oder ausschaltet.

Gewicht der Luft.

Daß die Luft die Eigenschaft der „Schwere“ besitzt, ist durch den Torricelli'schen Versuch hinreichend dargethan; auch hat man durch Wägung direkt ermittelt, daß ein Kubikmeter Luft bei 0° und 760 mm Barometerstand 1,293 kg wiegt. — Hiernach kann man das spezifische Gewicht der Luft — auf Wasser als Einheit bezogen — bestimmen. Da sich nun die spezifischen Gewichte zweier verschiedenen Substanzen bei gleichem Volumen wie die absoluten Gewichte derselben verhalten und ein Kubikmeter Wasser von normaler Dichte 1000 kg wiegt, so gilt die Gleichung:

$$x : 1 = 1,293 : 1000$$

wonach

$$x = 0,001293.$$

Diese Zahl stellt das spezifische Gewicht der Luft bei 0° und 760 mm Barometerstand dar, d. h. Wasser

hat ungefähr das 770fache Gewicht eines gleichen Volumens Luft. — Da aber gewöhnlich der Luftdruck geringer ist, auch Temperatur und Feuchtigkeitsgehalt ihren Einfluß geltend machen, so pflegt man für praktische Berechnungen das Gewicht von 1 cbm Luft in der Regel = 1,25 kg anzunehmen.

Bei höherer Temperatur und gleichem Volumen ist das Gewicht geringer: denn trockene Luft dehnt sich bei konstantem Druck infolge zunehmender Erwärmung für jeden Grad des hundertteiligen Thermometers um 0,003665 ihres Volumens, das sie bei 0° hatte, aus. Diese Zahl nennt man den Ausdehnungs-Koeffizienten der Luft. Hiernach ist das Volumen eines Kubikmeter Luft von 0° bei t° C.:

$$1 + 0,003665 \cdot t \text{ cbm}$$

und für t = 100° C. = 1,3665.

Da bei dieser Ausdehnung das Volumengewicht sich nicht geändert hat, so besteht die Gleichung:

$$1 \cdot 1,293 \text{ kg} = 1,3665 \cdot x \text{ kg},$$

worin x das Gewicht der auf 100° C. erhitzten Luft bezeichnet und ist hiernach

$$x = 0,946 \text{ kg}.$$

In nachstehender Tabelle ist das absolute Gewicht der Luft für Lufttemperaturen von -20° C. bis +98° C. zusammengestellt.

Tabelle XIV. Dichtigkeit der Luft bei verschiedenen Temperaturen.

Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg	Temperatur	Dichtigkeit kg
-20°	1,400	0°	1,289	+20°	1,209	+40°	1,132	+60°	1,064	+80°	1,004
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°	0,045	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°	0,083	74°	1,021	94°	0,965
4°	1,318	16°	1,225	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

Nachdem im Vorhergehenden die wichtigsten Teile jeder Luftheizungsanlage, nämlich die Heizkammer mit Luftheizofen, die Luftleitungs- und die Regulierungsvorrichtungen eingehend erörtert worden sind, lassen wir in § 47 die Gesamtanlage zur Beheizung eines Wohngebäudes mit erwärmter Luft und als Beispiel die Anleitung zur Berechnung dieser Heizung folgen.

Breymann, Bautechniklehre. IV. Vierte Auflage.

§ 47.

Luftheizungsanlage im Direktorialgebäude des Physiologischen Institutes zu Berlin,

dargestellt auf Taf. 21 bis 24. Erbaut 1878—1880.

Zur Beheizung des Gebäudes sind, wie die nachstehende Berechnung ergibt, zwei Apparate, daher zwei Heizkammern erforderlich geworden. Die dafür geeigneten Räume haben, ihren Dimensionen entsprechend, zu einer verschiedenen Röhrenanordnung der Kaloriferen An-

laß 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.

Die frische Luft wird jeder der Kammern durch einen unterirdischen, gewölbten Kanal zugeleitet, der etwa inmitten der Kammer ausmündet. Die Heizluft strömt aus der oblongen Kammer durch elf Öffnungen verschiedener Größe und versorgt ebensoviele Räume (in drei Geschossen) mit zusammen 1598 cbm Inhalt. Die bei C gelegene Heizkammer beheizt elf Räume verschiedener Größe mit 1252 cbm Inhalt. — Nach den entfernteren Heizrohrmündungen strömt die Heizluft in gezogenen Kanälen unterhalb des Gewölbes.

Die Richtung des warmen Luftstromes $w w$ ist durch Pfeile im Grundriß des Kellergeschosses angedeutet (vergl. Tafel 21).

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 markiert. Im Durchschnitt (Tafel 24) sind dagegen die verschiedenen Luftleitungen durch charakterisierende Farben anschaulich gemacht, die Heizkanäle sind rot, die Frischluftkanäle grün, die Ventilationskanäle blau eingetragen und die Mündungen der Kanäle durch Buchstaben erläutert. Alle Ventilationskanäle münden über Dachhöhe aus und sind mit Deflektoren versehen. Die Regulierung der Luftströmungen wird durch Droßelklappen bewirkt. Weitere Beschreibungen sind durch vier Blatt Zeichnungen und die darin „enthaltenen Erklärungen“ entbehrlich gemacht.

Berechnung der Luftheizungsanlage für das Direktorial-Wohngebäude des Physikalischen Institutes zu Berlin.

Vorbemerkungen. Im III. Kapitel ist der theoretische Nachweis geführt worden, daß jeder von festen Wänden umschlossene Raum durch Strahlung und Leitung so lange Wärme abgibt, bis er die Temperatur der Umgebung erlangt hat. Da diese aber in unserem Klima während der Wintermonate erheblich sinkt, so müssen die Oberflächen der uns umgebenden Behausung durch Heizvorrichtungen eine solche Temperatur erhalten, daß die von ihnen ausströmenden Wärmestrahlen mit der physiologischen Körperwärme übereinstimmen.¹⁾

1) In den §§ 15 und folgende ist auf wissenschaftlicher Basis die Wärmemenge W ermittelt, welche stündlich durch einen Quadratmeter Umschließungsfläche bei 1° Temperaturdifferenz entweicht; dieselbe ist abhängig

1) Edm. Trélat, Wiener med. Presse. 1889, S. 1466.

von der Art der Umschließung und demgemäß für Mauern, Fensterflächen, Decken, Fußböden u. s. w. besonders hergeleitet. Die Anzahl von Wärmeeinheiten, welche durch den Quadratmeter stündlich übergeht, haben wir den Transmissions-Koeffizienten genannt und mit K bezeichnet.

Die Transmissions-Koeffizienten für Ziegelmauerwerk von verschiedener Stärke sind in den Tabellen XII und XIII zusammengestellt; für Quaderverblendung ist bei gleicher Wandstärke den Tabellenwerten ein Zuschlag von 15° zuzufügen.

Die Transmissions-Koeffizienten von Deckenkonstruktionen verschiedener Art sind aus § 17 zu entnehmen.

Die durch eine wärmeüberführende Fläche F bei $t - t_0$ Grad Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenluft entweichende Wärmemenge wird ausgedrückt durch die Formel:

$$W = F \cdot K (t - t_0),$$

worin K den Transmissions-Koeffizienten der Umschließungs-substanz bezeichnet.

2) In Nord- und Mitteldeutschland wird für die Berechnung von Wärmeverlusten gewöhnlich eine Winter Temperatur von -20° C. zu Grunde gelegt. Für Innenräume soll laut Ministerialerlaß vom 7. Mai 1894 der Grad der Erwärmung in öffentlichen Gebäuden betragen:¹⁾

für Wohn- und Geschäftsräume	20°
„ Auditorien	18°
„ Korridore, Flure, Treppenhäuser	12°

so daß für Wohn- und Geschäftsräume $t - t_0 = 40^\circ$ C. zu setzen ist.

Die Summe der Wärmeverluste der einzelnen umschließenden Flächen eines Raumes (der Wände, Türen, Fenster u. s. w.) ist sein Gesamtwärmeverlust.

3) Soll, wie üblich, mit der Heizung eine Lüftungsanlage verbunden werden, so muß auch die für die Vorwärmung der Frischluft auf Zimmertemperatur nötige Wärme durch den Heizapparat erzeugt werden.

4) Die Berechnung der Wärmeverluste bildet die Grundlage für die Größe der Luftheizungsanlage, sie giebt den eigentlichen „Wärmebedarf“ an und daraus ist die Leistungsfähigkeit des Kalorifers zu bestimmen.

Für sämtliche Wohnräume ist eine Maximalleistung, d. h. Erwärmung der Zimmer auf $+20^\circ$ C. bei einer Winter Temperatur im Freien von -20° C. vorausgesetzt. Für das Treppenhaus genügt eine Erwärmung auf 10° C. Die Korridore nehmen wegen ihrer geschützten Lage zwischen geheizten Räumen und wegen der zahlreichen Heizkanäle,

1) Vergl. Kapitel 7, § 90, III.

die in den Korridorwänden angebracht sind, leicht eine Temperatur von 10 bis 12° C. dauernd an. Hiernach ergeben sich für die Wärme transmittierenden Wandflächen, Decken u. s. w. nachstehende Temperaturdifferenzen:

Für Außenwände	40° C.
" Wände am Treppenhause	10° "
" " des ungeheizten Vestibüls	20° "
" " der ungeheizten Innenräume	15° "
" die Fußböden des Erdgeschosses	15° "
" " Decken des II. Stockwerkes	35° "

Diese Temperaturdifferenzen sind der Transmissionsberechnung zu Grunde gelegt und in der nachstehenden Tabelle (Spalte 7) verzeichnet. Die Transmissions-Koeffizienten der Spalte 8 sind für Backsteinmauern nach der Formel des § 17 . . $k = \frac{16,8}{4,9 + 24e}$ bestimmt worden, worin e die Wanddicke bezeichnet.

Das Produkt aus dem Flächeninhalt, der Temperaturdifferenz und dem zugehörigen Transmissions-Koeffizienten giebt den stündlichen Wärmeverlust dieser Fläche für Maximalleistung. Diese Wärmeverluste, in Wärmeeinheiten ausgedrückt, sind in der letzten Spalte der Berechnung auf Seite 118 enthalten.

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

$$\begin{aligned} \text{die spezifische Wärme der Luft} & . . = 0,2375, \\ \text{das absolute Gewicht}^1) \text{ bei } + 20^\circ & = 1,209, \end{aligned}$$

in einem Kubikmeter Ventilationsluft von + 20° sind daher enthalten:

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

In Tabelle B, Spalte 2, sind die stündlich für jeden Raum abzuführenden Luftmengen in Kubikmetern angegeben unter der Annahme, daß in der Stunde eine 1½- bis 2malige Lüfterneuerung stattfindet. Für den Gesellschaftssaal ist eine dreimalige Lüfterneuerung pro Stunde zu Grunde gelegt.

Nun. Dieses Luftquantum wird schon bei der niedrigsten Temperaturdifferenz — wie solche zu Anfang und am Ende der Heizperiode zu herrschen pflegt —, d. h. bei 10 bis 12° Außentemperatur und + 20° C. Zimmertemperatur, abgeführt: Bei hohen Kältegraden fällt es daher noch bedeutender aus.

Multipliziert man die Zahlen der Spalte 2, Tabelle B, mit der vorstehend ermittelten Zahl 5,7, so erhält man die

1) Hierzu die Tabellen A und B auf S. 118 bis 120.

Wärmeverluste durch Ventilation; diese Resultate sind in Spalte 4 zusammengestellt.

Von dem Wärmeverluste durch Ventilation ist noch für den Gesellschaftssaal die darin stündlich produzierte Wärmemenge mit 120 Wärmeeinheiten pro Kopf in Abzug zu bringen, also für 20 Personen mit 2400 Wärmeeinheiten.¹⁾

In Tabelle B, Spalte 5, endlich sind die Gesamtwärmeverluste sämtlicher zu heizenden Räume des Gebäudes enthalten.

Größe der Heizfläche.

Die Heizfläche des Kalorifere bestimmt sich aus der Summe der Gesamtwärmeverluste, 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

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

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

für Gruppe I	3433,5 cbm
" " II	3089 "

Beide Luftvolumina müssen sich im Maximum von — 20° auf + 40° erwärmen 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 Temperaturerhöhung und a den Ausdehnungs-Koeffizienten der Luft = 0,003665 bezeichnet. Hiernach ist:

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

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

Zur Erwärmung eines Kubikmeter Luft von — 20° Temperatur und 1,4 kg Gewicht auf + 40° C. sind erforderlich:

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

Hiernach berechnet sich die Gesamtwärmeproduktion für Gruppe I zu $2814 \times 19,9 = 55999$ Wärmeeinh.,
" " II " $2532 \times 19,9 = 50386$ "

1) Die Wärmeerzeugung durch Gasflammen ist nicht in Betracht gezogen. Der Verf.

Für kontinuierliche Heizung bei Tage und Unterbrechung bei Nacht sind diese Zahlen (vergl. S. 44) zu multiplizieren mit dem empirischen Koeffizienten 1,2, so daß die voraussichtlich höchste Gesamtwärmeproduktion betragen dürfte:

für den Kalorifer der Gruppe I = 67 200 W.-Ein.,
 " " " " " " II = 60 463 "

Die stündlich durch einen Quadratmeter glatte, gußeiserne Heizfläche entwickelte Wärmemenge beträgt 2500 bis 3000 Wärmeeinheiten. Ein größerer Teil der Flächen des Apparates besteht jedoch aus gerippten Strahlungsflächen, welche vom Feuer nicht direkt berührt werden, auch sind horizontale Heizröhren nur mit einem Teile ihres Umfanges in Rechnung zu stellen: Wir wollen daher im Durchschnitt die Wärmeproduktion eines Quadratmeters Heizfläche nur zu 2000 Wärmeeinheiten annehmen. Danach sind erforderlich rot:

für den Kalorifer I $\frac{67\ 200}{2000}$ rot. = 34 qm Heizfläche.
 " " " " " " II $\frac{60\ 463}{2000}$ rot. = 30 qm Heizfläche.

Querschnitt der Heizkanäle.

Hierbei ist nur eine Ausströmungsgeschwindigkeit zu Grunde gelegt, wie sie etwa der mittleren Temperatur des Januar in Berlin bei einer Heizkammertemperatur von 60° C. entspricht.

Nach den im Gymnasium zu Rendsburg¹⁾ vorgenommenen anemometrischen Versuchen (welche mit den in § 44 durch Rechnung ermittelten Geschwindigkeiten nahezu übereinstimmen) beträgt die Ausströmungsgeschwindigkeit:

Für das Erdgesch. im Mittel 1,2 bis 1,5 m in der Sekunde,
 " " I. Stockwerk im Mittel 2,0 bis 2,38 m " " "
 " " II. " " " " 2,2 bis 2,6 m " " "

Man erhält nun die Querschnitte der Heizkanäle in Quadratmetern, indem man das den Räumen zuzuführende Luftquantum dividiert durch das Produkt aus Geschwindigkeit und Zeitdauer. Danach sind die in Tabelle B, Spalte 8, enthaltenen Querschnitte unter Zugrundelegung folgender Ausströmungsgeschwindigkeiten berechnet:

Im Erdgesch. 1,2 m,
 " I. Stockwerk 2,0 m,
 " II. " " " " " 2,5 m.

Für Zimmer Nr. 1 beträgt demnach der Querschnitt des Heizkanals:

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

1) Diese Messungen sind bei + 2° äußerer Temperatur und für ähnliche Etagenhöhen vorgenommen worden. Der Verf.

Querschnitte der Ventilationskanäle.

Dieselben sind für die Minimal-Temperaturdifferenz von 8° C., wie solche zu Anfang und am Ende der Heizperiode stattfindet, nämlich für + 10 bis 12° Lufttemperatur im Freien und + 20° C. Zimmertemperatur zu berechnen. Schon bei dieser Differenz von 8° C. soll ein- bis zweimaliger Luftwechsel für die Wohn- und Schlafzimmer, und eine dreimalige Lüfterneuerung 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, § 44

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

Die effektive Abzugsgeschwindigkeit ist nur 1/2 der theoretischen.

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

für die Räume im Erdgesch. . . 16,16 m,
 " " " " " " I. Stock . . . 12,26 m,
 " " " " " " II. " " . . . 7,39 m.

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

für das Erdgesch. $0,5 \times 4,4 \sqrt{\frac{16,16 \times 8}{293}} = 1,487 \text{ m,}$
 " " 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 ein- bis zweimaligen Luftwechsels in den Wohnräumen und einer dreimaligen Lüfterneuerung im Salon folgende Querschnitte für die Räume von Gruppe I, wie sie in Spalte 9 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 x 3600) = 0,056 "
I	{	" " Treppenhaus . . . $263 : (1,49 \times 3600) = 0,049 \text{ "}$
		" " Arbeitszimmer . . . $325 : (1,28 \times 3600) = 0,070 \text{ "}$
		" " Vorzimmer . . . $100 : (1,28 \times 3600) = 0,021 \text{ "}$
II	{	" " Zimmer der Töchter 250 : (1,28 x 3600) = 0,054 "
		" " Salon (zur Hälfte) 426 : (1,28 x 3600) = 0,092 "
		" " Schlafzimmer . . . $154 : (0,98 \times 3600) = 0,043 \text{ "}$
		" " " " " " 250 : (0,98 x 3600) = 0,070 "
II	{	" " " " " " 160 : (0,98 x 3600) = 0,045 "
		" " den disponiblen Raum 79 : (0,96 x 3600) = 0,022 "

Bei der Ausführung sind vorstehende Querschnittsdimensionen — zum Teil des Mauerverbandes wegen — auf die Zahlen der Spalte 10 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 Maximalbedarfes, also

für Gruppe I $\frac{67200 \times 21}{40} = 35280$ Wärme-Einh.

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

zusammen 67023 Wärme-Einh.

Bei täglich 10stündiger Heizung resultiert also ein täglicher mittlerer Wärmebedarf von zusammen

$10 \times 67023 = 670000$ Wärme-Einh. rot.

Nun beträgt der theoretische Heizeffekt mittelguter Steinkohlen pro Kilogramm 6000 Wärmeeinheiten, wovon in Wirklichkeit nur nutzbar gemacht werden 67 Proz. oder

rot. 4000 Wärmeeinheiten: der gesamte Kohlenverbrauch für sechs Heizmonate oder 180 Heiztage (Mitte Oktober bis Mitte April) berechnet sich daher pro Heizperiode auf

$\frac{670000 \times 180}{4000} = 30150 \text{ kg} = \frac{30150}{75} = 402 \text{ hl.}$

In praxi betrug der tägliche Kohlenverbrauch nach sieben tägiger Beobachtung bei im Mittel $2,5^{\circ}$ äußerer Temperatur für beide Kaloriferen = 3 hl.

Die Gesamtkosten der Heizungsanlage betrug laut nachstehender Aufstellung 8730 Mark.

Der Kubikinhalt sämtlicher zu erwärmenden Räume beträgt nach Tabelle B, Kol. 1 rot. $1598 + 1252 = 2850$ cbm; hiernach erforderten je 100 cbm zu heizender Raum einschließlich der Ventilationseinrichtungen

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

Kosten der Heizanlage.

Nr.	Anzahl	Benennung der Gegenstände	Geldbetrag			
			im einzelnen		im ganzen	
			M	δ	M	δ
I. Erd- und Mauerarbeiten.						
1	—	Die Fundamente der beiden Heizapparate und				
2	12	lauf. Meter Kanal, letzterer 0,38 m in den Wangen stark mit $\frac{1}{2}$ Stein starkem Gewölbe. Hierzu die Erde ausgehoben, das Fundament in angemessener Breite in Beton hergestellt, die Wangenmauern des Kanals mit Klütern in Cement aufgeführt und überwölbt, auch das umgekehrte Gewölbe als Sohle desselben in Cement hergestellt und den Kanal abgedeckt. Hierzu an Arbeitslohn zusammen	363	—		
		Material	960	—		
3	—	Sonstige Mauerarbeiten an den Stirnmauern der beiden Kammern, beim Vermauern der Reinigungskapellen und der Zuleitungen für warme Luft in die Steigeanäle, beim Einsetzen der sämtlichen Verschlussgitter, der Drossel- und Jalousieklappen und der Befestigung von Deflektoren auf den Ventilationsseffen	840	—		
		Mauerarbeiten	—	—	2163	—
II. Eisenteile und Geräte.						
4	2	Kalorifere von Reinhardt in Würzburg, mit 36 qm Heizfläche und Wasserverdunstungsgefäßen	3462	—		
5	2	Rauchrohre vom Heizapparate nach dem Schornsteine führend, von 30 cm lichter Weite, zusammen 4 m lang	80	—		
6	2	Einschlussklappen zu den Heizkammern	42	—		
7	2	Saß große Schürgeräte	72	—		
8	1	große Fußbüchse	7	—		
9	2	eiserne Drehklappen mit Schlüssel für den kalten Kanal, à 1,20 breit, 0,90 m lang à 50 M	100	—		
10	—	Fracht und Aufstellungskosten (Montage)	650	—		
11	15	qm eiserne Gitter zum Verkleiden der Heiz- und Ventilations-Öffnungen	540	—		
12	22	Drosselklappen verschiedener Größe zum Abschluß der Heizkanäle durchschnittlich à 12,5 M	297	—		
13	—	desgl. für die Ventilationskanäle	297	—		
14	50	Drehklappen für den Verschluss der unteren Ausströmungsöffnungen	600	—		
15	28	Jalousieklappen mit Stellstange für die oberen Ventilationsöffnungen	420	—		
		Gesamtkosten	—	—	6567	—
					8730	—

A. Berechnung der Wärmetransmission von den Räumen im Direktorialgebäude des „Physikalischen Institutes“ zu Berlin.

Stad	Nr.	Benennung der Räume	Transmittierende Flächen	Dimensionen			Flächeninhalt	Temperaturdifferenz	Transmissionskoeffizient	Anzahl der W.-Einh.	
				Mauerstärke	Länge	Höhe				in einzelnen	in ganzen
Gruppe I.											
E.	1	Zimmer des Direktors	Frontwand abz. der Fenster	0,64	6,37	4,15	19,94	40°	0,82	654,03	2427,52
			2 Doppelfenster	—	2,60	2,50	6,50	40	1,54	400,40	
			Angebaute Wand	0,64	7,41	4,15	28,22	15	0,82	349,57	
			Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	15	2,60	93,47	
			Wand am Klosett	0,51	6,37	4,15	26,44	15	0,96	380,74	
			Teil der Wand am Korridor	0,64	3,00	4,15	7,95	8	0,82	52,15	
			Die Tür darin	—	1,50	3,00	4,50	8	2,60	93,60	
			Der Fußboden	—	6,37	7,41	47,20	15	0,39	276,12	
			Die gestaffte Decke	—	6,37	7,41	47,20	5	0,54	127,44	
E.	2	Vorzimmer	Frontwand abz. 2 Fenster	0,64	2,70	4,15	7,7	40	0,82	231,90	
			2 Doppelfenster	—	1,80	2,30	4,14	40	1,54	255,02	
			Korridorwand	0,25	2,70	4,15	8,68	8	1,55	107,63	
			1 Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	8	2,60	52,62	
			Fußboden	—	4,40	2,70	11,88	15	0,39	69,50	
			Decke (gestaft)	—	4,40	2,70	11,88	5	0,54	32,08	
E.	3	Privatlaboratorium	2 Frontwände abz. 3 Fenster	0,64	{ 6,37 5,98 }	4,15	41,50	40	0,82	1361,20	2722,66
			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 Korridor	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 (gestaft)	—	6,37	5,98	38,09	5	0,54	102,84	
E.	4	Treppenhaus	Frontwand abz. 2 Fenster	0,51	3,10	13,20	28,68	30	0,82	705,53	3261,91
			2 einfache Fenster	—	3,60	3,40	12,24	30	3,00	1101,60	
			2 Mangelmauern	0,38	14,00	13,20	184,80	5	1,12	1034,88	
			alter Fußboden	—	3,10	7,00	21,70	15	0,39	126,95	
			alte Decke	—	3,10	7,00	21,70	25	0,54	292,95	
I.	5	Arbeitszimmer	Frontwand abz. 2 Fenster	0,64	6,37	4,60	20,02	40	0,82	656,66	2464,71
			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 Tür darin	—	1,10	2,30	2,53	15	2,60	98,67	
			Wand am Klosett	0,51	6,37	4,60	29,30	15	0,96	421,92	
			Wand am Korridor	0,64	3,00	4,60	11,27	8	0,82	73,93	
			1 Tür 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 (gestaft)	—	6,37	7,41	47,20	5	0,54	127,44	
I.	6	Vorzimmer	Eckwand abz. 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	2,20	40	1,54	490,34	
			Einfache Glaswand	{	2,70	3,80	10,26	8	3,00	246,24	
				—	2,70	0,80	2,16	8	2,60	44,93	
			Fußboden	—	5,20	2,70	14,04	4	0,39	21,90	
			Decke (gestaft)	—	5,20	2,70	14,04	5	0,54	37,91	
I.	7	Zimmer der Töchter	2 Frontwände abz. 2 Fenster	0,64	{ 6,37 5,98 }	4,60	42,89	40	0,82	1406,79	2528,93
			3 Doppelfenster	—	4,35	3,20	13,92	40	1,54	857,47	
			Wandteil am Korridor	0,64	2,20	4,60	7,59	8	0,82	49,79	
			1 Tür 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 (gestaft)	—	6,37	5,98	38,09	5	0,54	102,84	
Seitenbetrag										15343,70	

Stoß	Nr.	Benennung der Räume	Transmittierende Flächen	Dimensionen			Flächeninhalt	Temperaturdifferenz	Transmissionskoeffizient	Anzahl der W.-Einh.				
				Mauerstärke	Länge	Höhe				im einzelnen	im ganzen			
I.	8	Salon	Frontwand abz. 4 Fenster	0,64 0,51	7,20	4,60	23,84	40°	0,82 0,96	Übertrag: 15343,70				
			4 Fenster		3,54	4,60	8,32	40		781,95 319,49				
			2 Fenster	—	4,70	3,20	17,24	40	1,54	1061,98				
			Korridorwand	—	1,00	2,20	—	—	—	—	—			
			2 Türen darin	0,64	9,74	4,60	35,50	8	0,82	232,88				
			Fußboden	—	3,10	3,00	9,30	8	2,60	193,44				
			Decke (gestaft)	—	9,74	6,37	62,04	4	0,39	96,78				
			—	—	9,74	6,37	62,04	5	0,54	167,51				
			—	—	—	—	—	—	—	2854,03				
			hievon 1/2 für Gruppe I =										1427,01	
II.	9	Eckschlafzimmer	2 Frontwände abz. 4 Fenster	0,51	{6,43}	3,65	35,52	40°	0,96	1363,97				
			4 Fenster		{6,04}					4,00	2,50	10,00	40	1,54
			Korridorwand	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 (gestaft)	—	6,43	6,04	38,84	35	0,54	734,08	2858,55			
II.	10 u. 11	Schlafzimmer	Frontwand abz. 3 Fenster	0,51	{3,08}	3,65	15,93	40	0,96	611,71				
			3 Fenster		{3,34}					3,00	2,50	7,50	40	1,54
			Korridorwand	0,64	6,42	3,65	18,37	8	0,82	120,51				
			2 Türen 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 (gestaft)	—	6,42	6,43	41,28	35	0,54	780,19	2144,06						
II.	12	Disponibler Raum	—	—	—	—	—	—	—	1035,00				
			Summa: Gruppe I									22808,32		
Gruppe II.														
E.	13 E. 14	Dienerzimmer do.	Wie Gruppe I Nr. 3.			—	—	—	—	—	2722,66			
			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 Vestibül	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 Korridor	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 (gestaft)	—	6,37	2,81	17,90	5	0,54	48,33				
										1436,89				
I.	15	Salon	Wie Gruppe I Nr. 8.			—	—	—	—	—	1427,01			
			Zimmer der Frau			—	—	—	—	—	—	2528,93		
I.	16 I. 17	Blumenzimmer	Wie Gruppe I Nr. 7.			—	—	—	—	—	1189,22			
			Wie Gruppe I Nr. 6.			—	—	—	—	—	—	—		
I.	18	Speisezimmer	2 Frontwände abz. 2 Fenster	0,64	{6,37}	4,60	36,58	40	0,82	1199,82				
			2 Fenster		{3,60}					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 Korridor	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 dafelbst	—	—	—	7,07	35	0,54	133,62	3805,43			
			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
Korridorwand	—	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	1004,49			
Gruppe II Seitenbetrag										14114,63				

Stock	Nr.	Benennung der Räume	Transmittierende Flächen	Dimensionen			Flächeninhalt	Temperaturdifferenz	Transmissionskoeffizient	Anzahl der W.-Einb.	
				Mauerstärke	Länge	Höhe				im einzelnen	im ganzen
II.	20	Schlafzimmer	Wie Gruppe I Nr. 9	—	—	—	—	—	Übertrag: . . . 14114,63		
II.	21	Schlafzimmer	Frontwände abg. 5 Fenster	0,51	{6,93 6,43}	3,65	36,26	40°	0,96	1392,38	2858,55
			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	
			Korridorwand	—	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	
II.	22	Ankleidezimmer	Frontwand abg. 2 Fenster	0,51	2,70	3,65	4,86	40	0,96	186,62	856,88
			2 Fenster	—	2,00	2,50	5,00	40	1,54	308,00	
			Korridorwand	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	
										Summe: Gruppe II 21265,41	

B. Übersicht des Gesamt-Wärmeverlustes.

Stock	Nr.	Benennung der Räume	Rauminhalt	Evakuierte Luftmenge	Wärmeverlust		Gesamt-Wärmeverlust	ebm Heizluft	Querschnitt der Heizkanäle	Querschnitt der Ventilationsfanäle	
					Transmission in der Stunde	Ventilation in der Stunde				berechnet	ausgeführt
Gruppe I.											
E.	1	Direktorzimmer	196	300	2428	1710	4138	386,7	0,089	0,056	0,16
E.	2	Borzimmer	49	73	749	279	1028	96,0	0,022	0,014	0,04
E.	3	Privatlaboratorium	158	300	2723	1710	4433	414,3	0,095	0,056	0,21
E.	4	Treppenhaus	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	Borzimmer	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			
Gruppe II.											
E.	13	Dienerzimmer	158	300	2723	1710	4433	414,3	0,095	0,056	0,19
E.	14	"	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	Nummernzimmer	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			

§ 48.

Heizungs- und Ventilationsanlage der Volksschule am Albanithor in Göttingen.

Auf Tafel 26 u. 27 sind die Grundrisse des Kellers und der drei zu heizenden Geschosse dargestellt. Die Schulanstalt ist für Knaben und Mädchen bestimmt, daher die Grundrisanlage eine nahezu symmetrische. Zum Verständnis derselben wird die Zeichnung je einer Etagehälfte genügen.

Jede der Gebäudehälften wird durch einen Apparat beheizt, und für jede der beiden Heizkammern ist ein besonderer Luftzuführungskanal angeordnet. Dieser 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 ventiliert werden.

Tafel 28 stellt den Durchschnitt des Schulgebäudes nach der Linie A—B im Grundriß dar. Die Bewegung und Verteilung der Ströme warmer und kalter Luft in den Leitungskanälen ist durch Farben charakterisiert, welche mit den Farben der Grundrisse korrespondieren. In Tafel 28 bedeutet:

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

Der Cirkulationskanal wird vom Ventilationskanal durch die früher beschriebene Doppelklappe (Fig. 158) geschlossen. Ist sie gehoben, so ist der Weg zum Cirkulationskanal offen; ist sie gesenkt, so tritt der Ventilationskanal in Funktion.

I. Anheizung der Zimmer. Die Klappen stehen folgendermaßen:

- die Klappe des Zuführungskanales im Keller ist geschlossen,
- die Heizklappe a geöffnet,
- die Doppelklappe b gehoben,
- die Ventilationsklappen c und c' sind 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 Cirkulationskanal 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-Extraparis auf 18—20° C. zu bringen.

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

- Klappe im kalten Luftkanal geöffnet,
- Heizklappe a geöffnet,

Breymann, Bautechniklehre. IV. Vierte Auflage.

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 Heizkanal aufwärts nach den Zimmern und verdrängt die verdorbene Zimmerluft durch den Ventilationskanal in den Dachraum und durch die Ventilationsöffnen im First ins Freie.

Steigt die Temperatur während des Unterrichtes auf 20 bis 21° C., so tritt die Mischklappe in Tätigkeit, 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 äußerer Lufttemperatur von 14 bis 15° C. ist folgende Klappenstellung anzuwenden:

- die Klappe des Zuführungskanales wird geöffnet,
- die Klappe a geöffnet,
- Klappe c und c' geschlossen,
- die Doppelklappe b gesenkt.

Bei solcher Stellung tritt frische atmosphärische Luft von der Kammer in die Zimmer 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 Öffnung 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 Maximalwärmeverlust durch Transmission,
 W_v der Wärmeverlust durch Ventilation.

Von dem inzwischen verstorbenen Konstrukteur Kelling wurde nach Grundlage analoger Ausführungen angenommen, daß $W_v = 1,6 W_a$ sei und demnach der Gesamtwärmeverlust $\Sigma W_a + W_v = 2,6 W_a$ Wärmeeinheiten.

Erfahrungsmäßig soll ein Quadratmeter Heizfläche des Kelling'schen Apparates stündlich bis 3000 Wärmeeinheiten erzeugen: die Gesamtheizfläche findet man daher empirisch durch die Formel

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

Die Heizfläche des detailliert dargestellten Apparates wird zu 30 qm angegeben, wobei die mit Chamotteausfütterung versehenen Heizflächen und der Rauchkasten nur mit der halben äußeren Fläche in Ansatz gebracht sind.

Die Heizkanäle haben folgende Abmessungen:

im Erdgeschoß	0,38 × 0,60
„ I. Stockwerk	0,38 × 0,40
„ II. „	0,38 × 0,40. ¹⁾

Beheizungskosten. Für Klaffengrößen von 8,5 m Länge, 6,25 m Tiefe und 4 m Höhe werden täglich bei achtstündigem Betriebe der Ventilation ein Drittel Hektoliter Müschkohle (halb Braun-, halb Steinkohle) verbraucht. Die Zeit zum Anheizen beträgt bei einer Außentemperatur von 0° C. zwei Stunden und nach Unterbrechungen — z. B. Montags — mehr.

§ 49.

Kanalheizung.

Diese Heizmethode war schon bei den Römern der Kaiserzeit, namentlich zur Erwärmung in den Thermen, gebräuchlich, und die Chinesen verwenden sie noch heute mit Vorliebe, da sie meist Räume zu ebener Erde bewohnen. Für unsere Verhältnisse findet die Kanalheizung da Anwendung, wo man die Verbrennungsgase in Kanälen oder Röhren unter oder über dem Fußboden zirkulieren 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 Heizraume aus bedient. Die Verbrennungsprodukte strömen nun vom Feuerraume 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 Lokales direkt übertragen wird. — Hiernach kann die Kanalheizung wegen der Art der Wärmeübertragung zu den Lokalheizungen, wegen Anlage und Konstruktion des Feuerherdes zu den Centralheizungen gerechnet werden. Bei den neueren Kanalheizungen ist stets eine Luftkammer zugefügt, welche den Feuerraum umschließt und vor Abkühlung schützt. Da die kalte Luft vom Fußboden des Lokales in Kanälen abwärts zur Heizkammer und erwärmt in dasselbe zurückgeleitet wird, findet Cirkulation statt, wie wir dieselbe bei der Luftheizung kennen gelernt haben. Dieser Umstand rechtfertigt die Besprechung der Kanalheizungen an dieser Stelle, d. h. nach den Luftheizungsanlagen.

Mit Rücksicht auf Feuergefahr sind Fußböden von Holz ausgeschlossen und deshalb findet in Wohnhäusern mit Balkendecken die Kanalheizung nicht leicht Anwendung:

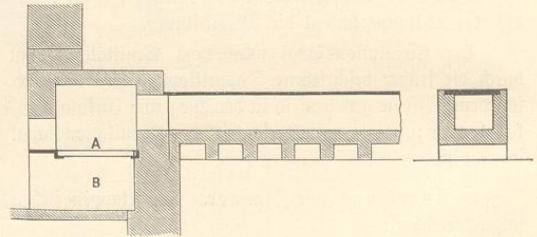
1) Wegen der kalten Decken im II. Stockwerk sind die Kanalquerschnitte gleich denjenigen des I. Stockwerkes ausgeführt, obwohl sie theoretisch kleinere Abmessungen erhalten könnten.

Dagegen wird sie mit Vorteil zur Erwärmung von Treibhäusern, Orangeriegebäuden, Trockenräumen, Werkstätten und vielfach auch zur Heizung von Kirchen gebraucht. Denn auch vorhandene Kirchengebäude lassen sich ohne nennenswerte Schwierigkeiten mit Bodenheizung versehen (vergl. Tafel 31 u. 32).

Bei kleineren und einfacheren Anlagen, namentlich in Gewächshäusern, werden die Feuergänge oder Kanäle aus Mauersteinen oder aus Kacheln hergestellt. Im ersteren Falle macht man die Höhe des Feuerganges nicht geringer als 25 cm und seine Weite gleich der Höhe. Die Sohle des Kanales besteht aus flachen Mauersteinen und ruht auf Steinunterlagen, wodurch Heizfläche gewonnen wird. Die Seitewände werden aus hochkantig gestellten Mauersteinen hergestellt, die Decke aus doppelten Dachsteinen in Lehmörtel.

Kanäle aus Kacheln erhalten eine Höhe im Lichten gleich der Kachelhöhe (23 cm); die Kacheln werden mit Dachsteinen ausgefüttert und zwei benachbarte mit Klammern geankert. Zur Abdeckung verwendet man die Spiegel der Kacheln, besser geformte Thonplatten oder gußeiserne Falzplatten (Fig. 150).

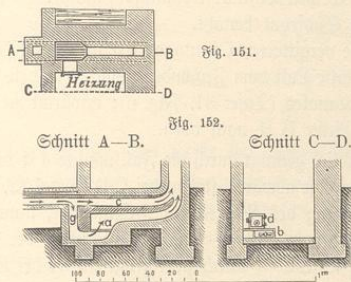
Fig. 150.



Befonderes Grundmauerwerk ist für die Feuergänge nicht nötig, vielmehr genügt ein Pflaster von Ziegeln über einer gut gestampften Erdschüttung.

Länge der Feuergänge. Wenn deren Querschnitt nicht unter 450—500 gem beträgt, kann ihre Länge bis zu 36 und 40 m ausgedehnt werden, wobei man ihnen — zur Erzielung guten Zuges — eine Steigung von mindestens 1:50 geben soll. Die Höhe des Schornsteines macht man erfahrungsmäßig nicht unter ein Drittel der Länge der Züge. Müssen die Feuerzüge größere Länge erhalten oder kann man ihnen nicht genügende Steigung geben, so bringe man ein sogenanntes Lockfeuer an, d. h. man lege nahe der Einmündung des Kanales in den Schornstein einen Kofst an und entzünde auf diesem ein Feuer, wodurch im Schornsteine Luftverdämmung, also eine aufwärts gehende Luftströmung hervorgerufen und in diese die kalte, stagnierende Kanalluft hineingezogen wird.

Eine derartige Feuerung wurde im **Drangerieschlöße zu Kassel** durch den Rektor W. Meyer ausgeführt.¹⁾ Diese Einrichtung ist nachstehend in Fig. 151 u. 152 im Grundriß und in zwei Durchschnitten dargestellt. Wegen



des hohen Grundwasserstandes konnten die Kanäle pro laufendes Meter nur 8 mm Steigung erhalten, und ist daher folgende Einrichtung getroffen. Sobald auf dem Roste a das Lockfeuer entzündet ist, wird die Kanalzunge über dem Roste und dadurch die Luft im Kanal c erwärmt und zum Aufsteigen in den Schornstein genötigt.

Ist das Feuer auf dem Roste gehörig in Brand, so wird der Zug im Kanal durch Schließen des Aschenloches b noch vermehrt, weil das Lockfeuer die für den Verbrennungsprozess erforderliche Luftmenge aus dem Kanal c, nämlich durch den Verbindungskanal g bezieht. Wird endlich das Lockfeuer gleichzeitig mit dem Hauptfeuer unterhalten, so gelangen die Feuergase zur vollständigen Verbrennung.

Statt gemauert Kanäle verwendet man in neuerer Zeit Kanalarbeitungen mit runden oder ovalen Röhren von gebranntem Thon oder Eisen. Diese sind mit Nuffenverbindung versehen und die Dichtung der Nuffe wird durch eine Mischung von gleichen Teilen Thon und Chamottmehl bewirkt. Die Röhre erhalten 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 verzieht man sie mit Deckeln, welche gewöhnlich in Lehm gedichtet werden.

Der Feuerraum ist bei einfacheren Anlagen aus Ziegeln in Lehmörtel aufgeführt, wie in Fig. 150, mit Rost A und Aschenfall B versehen und dann entweder einen halben Stein stark mit feuerfesten Steinen überwölbt oder zwischen Eisenschienen mit Chamotteplatten 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 bis 0,6 m Breite und 0,70 bis 0,75 m Höhe. — Ist die Anlage der

1) Katalog der Spezialausstellung zu Kassel.

Heizung von größerer Ausdehnung, so erhalten Feuerraum und Kanäle entsprechend größere Dimensionen. Den Heizröhren giebt man dann häufig bedeutenden Durchmesser bei großer Länge¹⁾ des Feuerganges. Derartige Schutzkanäle werden in den Wandungen mindestens einen halben Stein stark ausgeführt, auch von dem umgebenden Erdreich durch Isolierwände 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 (Regierungsbezirk Potsdam). Dieselbe ist auf Tafel 31 im Grundriß und auf Tafel 32 im Längenschnitt dargestellt. Die Ausführung wurde der Fabrik von **Remy & Reisenrath zu Herborn** in Hessen-Nassau nach deren Entwurf übertragen und die Anlage hat sich durchaus bewährt.

Der zu erwärmende Kirchenraum hat eine Lichtweite von 22,2 m und bis zum Schluß des Chorpolygones 36,6 m Länge. Das Mittelschiff ist 17 m hoch; die Decke des Seitenschiffes liegt circa 0,30 m tiefer als diejenige des Mittelschiffes. Zwecks Herrichtung eines Heizraumes wurde der nördliche Chorumgang unterkellert und mit einer äußeren Eingangstür versehen. Dieser Vorraum ist im Lichten 2,5 m hoch; der eigentliche Heizraum liegt noch fünf Stufen tiefer, so daß vom Pflaster des Heizraumes bis zum Kirchenpflaster 4 m Höhe absorbiert sind.

Der Heizapparat ist für Coaksfeuerung hergerichtet und zu dem Zwecke mit doppelten ovalen Fülltrichtern v versehen, welche die gußeiserne Stirnwand durchdringen. In dieser Wand befindet sich auch eine Reinigungskapsel mit Thürverschluß, eine drehbare Schlackentür und die zweiflügelige Aschenfalltür. Mit der gußeisernen 2 cm dicken Stirnwand ist ein 80 cm über dem Pflaster liegender gußeisener Rahmen, welcher die Sohlplatte vertritt und zur Aufnahme der Roststäbe dient, verschraubt; sein hinteres Ende ruht auf der massiven Stützwanne 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 Chamottsteinen ausgefüttert und mit einem dergleichen Gewölbe nach der Korblinie

1) In dem Werkstattgebäude der Aktiengesellschaft für Holzarbeit zu Berlin ist von dem Heizofen aus ein 0,60 m weites gußeisernes Rohr in einem Kanal unter dem Fußboden in gerader Linie durch die Werkstatt in den Schornstein geführt; seine Länge beträgt circa 70 m. Die vom Brennmaterial entwickelte Wärme steigt von dem im Kanal frei aufgehängten Rohre durch die gußeiserne, gitterartige Kanalbedeckung in den Werkstattraum ein.

überdeckt. Für gehörige Verankerung der Seitenplatten und der Stirnwand ist Sorge getragen.

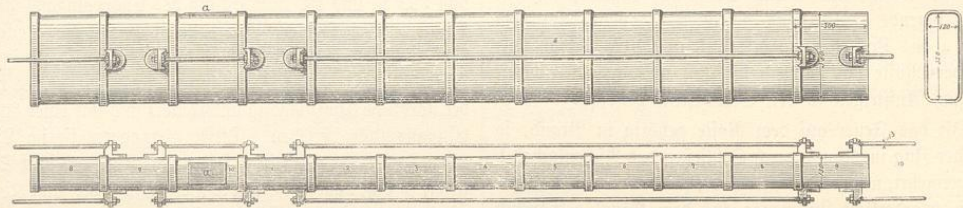
Infolge der hohen Anordnung des Feuerraumes — der Scheitel des Gewölbes liegt 1,78 m über dem Kof — wird hohe Schichtung des Brennmaterials ermöglicht und das Versten des Gewölbes vermieden. Dicht unter dem Gewölbescheitel spalten sich die Feuergase und treten bei z im Grundriß in einen mittleren und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

gelangt in den Bereich der eisernen Heizröhren (Tafel 32, Fig. 2), und — nachdem sie sich an deren Wandungen erwärmt hat — strömt sie durch die Gitterplatten, mit denen der Kanal überdeckt ist, aus. In ähnlicher Weise werden die beiden Luftausströmungsöffnungen c c an der Nord- und Südfront benutzt.

2) Die vergitterten Öffnungen b b im Chor (Tafel 31) führen die kalte Luft vom Fußboden abwärts in den Isolierraum des Kanales (Tafel 31, Fig. 6); erwärmt strömt sie durch die Gitter H H nach oben.

3) Endlich gelangt durch die Fallschächte d d am Chor ein Teil der Luft abwärts, strömt bei C D (Tafel 32, Fig. 1) in der Richtung des Pfeiles zur Heizkammer, nimmt dort Wärme auf und tritt — in der Richtung des oberen Pfeiles aufsteigend — durch zwei große Gitter bei E und F erwärmt in den Kirchenraum zurück. Die Sakristei an

Fig. 153.



Diese Rohre sind oblong im Querschnitt, schwach in den Wandungen und werden nur in Längen von 28 cm gegossen. Jedes zehnte Rohr ist ein Reinigungsrohr, d. h. mit Öffnung und Reinigungsdeckel a versehen. Jedes System von neun Rohren wird in nebenstehender Art in der Längsrichtung durch Schraubenbolzen zusammengehalten, um die Rohrstränge gegen die deformierende Wirkung einer starken und andauernden Erhitzung zu sichern.

Die Konstruktion der Feuergänge ist auf Tafel 31 in Fig. 2 bis 6 detailliert dargestellt.

Die größte Länge der seitlichen Feuergänge beträgt 40 m (bis zur Einmündung in den Schornstein): Letzterer ist an der Nordostecke aus dem alten Mauerwerk des Turmes ausgestemmt worden; er hat 38/48 cm Lichtweite und 29 m Höhe, d. h. etwa drei Viertel der Länge der Feuerkanäle zur Höhe erhalten. Zur Erwärmung desselben bei Beginn der Heizung dient der neben dem Schornsteine errichtete Lochherd.

Die Erwärmung der Kirche geschieht in folgender Weise:

1) Unterhalb der Sitzbänke sind (vergl. Tafel 31) alternierend zu beiden Seiten der Feuergänge quadratische Öffnungen a a von 0,25 m Lichtweite im Fußboden angelegt. Durch diese sinkt die kalte Luft abwärts,

der Nordseite wird auf ähnliche Weise erwärmt. Die Richtung der ab- und zuströmenden Luft ist auch hier durch Pfeile angedeutet.

Der garantierte Effekt nämlich: in der Kirche eine Temperatur von + 10° R. selbst bei starker Kälte herzustellen, wurde mit verhältnismäßig nicht zu hohem Brennmaterialverbrauch erreicht. Es wurden gebraucht für jede Heizung 1,5 bis 2 hl Coaks.

Ein anschauliches Bild der Temperaturverhältnisse giebt der Verlauf einer nach demselben System hergerichteten Kirchenbeheizung.

Beim Beginn der Heizung, am Sonntag früh 4 Uhr, betrug 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	Zeit- aufwand
Temperat. 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 m über dem Fußboden der Kirche	+ 12° R.
1,25 m " " " " " "	+ 11½° R.
Am Podium der Kirchenstühle	11¼° R.
Zweite Empore	10¾° R.

Über Nachhaltigkeit der Wärme geben folgende Zahlen Aufschluß:

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

Bestimmung der Heizfläche bei Kanalheizungen.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3) Nachhaltigkeit der Wärme in der Ziegelmaße.

4) Dauerhaftigkeit, da die Anlage geschützt im Boden liegt.

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

B. Die Wasserheizung.

§ 50.

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

