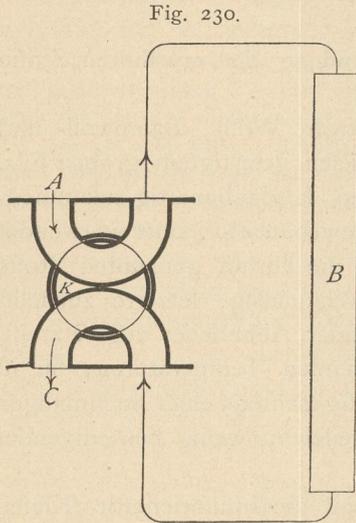


wöhnlicher Einrichtung erreichen; offenbar wird es jedoch angenehmer sein, wenn man mit Hilfe eines Apparates, durch Stellung eines Ventiles oder Hahnes dasselbe erreichen kann.

Es finden zu dem Ende ähnliche Anordnungen Verwendung, wie (in Art. 213, S. 173) für Luftleitungen besprochen wurden; dieselben sind in ihren Theilen natürlich so auszubilden, wie die hier vorliegenden Flüssigkeiten erfordern.

Einen Wechselhahn nach *Wiman-Klein*<sup>84)</sup> giebt Fig. 230 wieder.



Wechselhahn von *Wiman-Klein*.

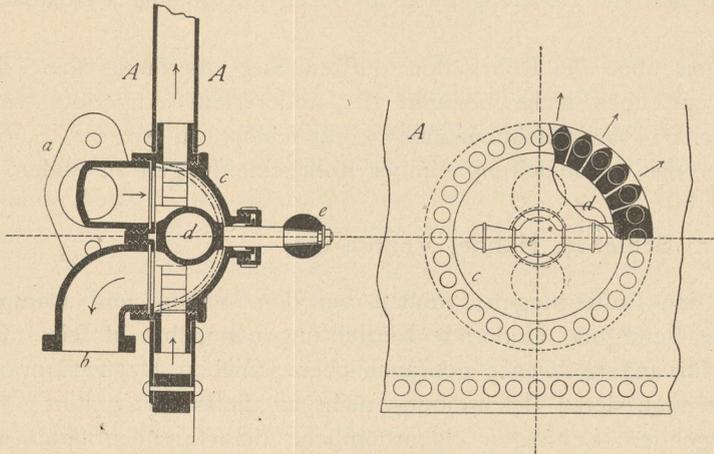
Die Aufgabe verlangt, daß die in Frage kommende Flüssigkeit entweder von *A* aus den Wärme abgebenden Körper *B* durchfließen und bei *C* abfließen, oder dieselbe auf kürzestem Wege von *A* nach *C* gelangen soll. Zu dem Ende ist das Hahnkücken *K* mit zwei bogenförmigen Canälen versehen, die, je nach der Stellung des Kükens, die Verlängerung von je zwei der vier Ansatzrohre des Hahngehäufes bilden. Bei 45 Grad Verdrehung des Hahnkükens (gegen die gezeichnete Stellung) sind sämmtliche Wege geschlossen.

Will man die Flüssigkeit theils durch den Wärme abgebenden Körper, theils auf kürzestem Wege durch den Hahn leiten, so erhält das Kücken *K* die Gestalt einer Platte.

Einen von mir für Warmwasser-Heizungen verwendeten Wechselhahn verinnlicht Fig. 231 in einem lothrechten Querschnitt, einer theilweisen Vorderansicht und einem zu dieser parallel liegenden Schnitt.

*A* bezeichnet den Wafferofen, welcher aus Blechplatten, zwischen deren Ränder Flacheifen genietet sind, verfertigt ist. Zwischen diesen Blechwänden, nahe dem unteren Ofenrande, ist der Wechselhahn ein-

Fig. 231.



Wechselhahn von *Hermann Fischer*.  $\frac{1}{5}$  n. Gr.

genietet. Derselbe besteht aus den hinter dem Ofen liegenden Mündungsstücken *a* und *b*, dem eigentlichen Hahnkörper, dessen Deckel *c*, und dem U-förmig gebogenen Rohr *d*, an welchem der Griff *e* befestigt ist. Der eigentliche Hahnkörper ist ringsum mit Oeffnungen versehen (die in der Figur etwas zu eng gezeichnet sind), so daß sein Inneres mit dem Ofeninneren in freier Verbindung steht. In der ausgezogenen Stellung des Rohres *d* fließt das durch *a* eintretende Wasser durch den Hahnkörper nach oben, während das

im unteren Theile des Ofens befindliche kältere Wasser, die untere Hälfte des Hahnkörpers durchfließend, durch *b* in das Rücklaufrohr gelangt. Da das Rohr *d* in der vorliegenden Stellung den Hohlraum des Hahnkörpers in eine obere und eine untere Hälfte zerlegt, so ist das Wasser gezwungen, zunächst in das Ofeninnere zu treten, bevor dasselbe in das Rücklaufrohr gelangen kann. Dreht man das Rohr *d* mit Hilfe des Griffes *e* um 90 Grad, so vermittelt dasselbe einen kurzen Weg zwischen dem Einströmungsstutzen *a* und dem Rücklaufrohr *b* und verhindert das Wasser zugleich, in das Ofeninnere zu treten. Jede Zwischen-

<sup>84)</sup> Zeitchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 679; 1872, S. 745.

ftellung des Rohres  $d$  fchickt einen Theil des Waffers in den Ofen, den anderen Theil fofort in das Rücklaufrohr. Die Verchlüffe, welche das Rohr  $d$  hervorbringt, find keine vollständig dichten. Dies dürfte in deffen nicht gegen die Anordnung fprechen, da es, wenn die Heizung im Betriebe ift, erwünfcht fein muß, dem betreffenden Ofen wenigftens fo viel Wärme zuzuführen, dafs das Gefrieren des Waffers unmöglich ift.

Aehnliche Wechfelhähne verwendet man für Mitteldruck-Heizungen.

Eine kurze Erörterung erfordern noch die felbftthätigen Dampfdruck-Reducirventile oder fchlechtweg Druckregler. Diefelben haben den Zweck, in einer Leitung oder einem Dampfofen die Dampfspannung nie über ein gewiffes Maß fteigen zu laffen.

Ihre Wirkfamkeit wird entweder auf die Aenderung des hier in Frage kommenden Druckes oder auch die Aenderung des größeren, vor dem Regler vorhandenen Druckes begründet. Durch beide Erfcheinungen vermag man Ventile oder Schieber zu bewegen, welche die Durchftromungsweiten entfprechend ändern und fomit den Druckunterschied in dem gewünfchten Sinne regeln, nicht aber in dem gewünfchten Maße. Bei Verwendung der erft genannten Erfcheinung muß zunächft eine Druckänderung an derjenigen Stelle eintreten, an welcher man einen gleichmäßigen Druck haben will. Diefe Druckänderung muß, da man vollkommen entlaftete Ventile etc. nicht kennt, um fo größer werden, je größer der verlangte Druckunterschied ift; fonach kann die verlangte Verminderung des vor dem Regler vorhandenen Druckes nur angenähert erreicht werden. Anfcheinend verfpriht die Benutzung der Druckänderung vor dem Regler beffere Ergebnisse, indem, wenn hier der Druck fich fteigert, der Durchgangsquerschnitt des Reglers nur entfprechend zu verringern ift und umgekehrt. Jedoch fetzt eine folche Regelung voraus, dafs jenseits des Reglers in derfelben Zeit immer gleiche Dampfmenge verbraucht werden. Zieht man noch die wechfelnden Widerftände der Stopfbüchfen etc. in Betracht, fo fetzt die Thatfache nicht in Erftaunen, dafs die felbftthätigen Druckregler bisher wenig befriedigt haben. Ich beziehe mich defhalb wegen des Weiteren auf die unten genannten Quellen <sup>85)</sup>.

## 6. Kapitel.

### Erwärmung der Luft.

#### a) Brennstoffe.

Die den vorliegenden Zwecken dienenden Brennstoffe entftammen (vielleicht mit Ausnahme des Erdöls) ausschließlich der Holzfafer. Holz und Torf enthalten die Holzfafer wenig oder nicht verändert; Braunkohle, Steinkohle und Erdöl find Erzeugnisse der natürlichen Verkohlung; Holzkohle und Coke einerfeits, Leuchtgas und fog. Waffergas andererseits entftammen der künstlichen Verkohlung. Bis jetzt find von hervorragender Bedeutung nur die Steinkohle und die Coke, während die übrigen genannten Brennstoffe geringere Verwendung finden; letztere follten daher, fo weit ihre mittlere Zufammenfetzung, ihr Wärmentwickelungsvermögen und ihre Rauchzufammenfetzung in Frage kommen, in der auf S. 202 folgenden Tabelle berücksichtigt werden, während erstere außerdem näher befprochen werden mögen.

<sup>239.</sup>  
Selbftthätige  
Druckregler.

<sup>240.</sup>  
Materialien.

<sup>85)</sup> *Société des ingénieurs civiles. Résumé.* Aug. 1879, S. 241. — *Comptes rendus des travaux de la société des ingénieurs civiles* 1879, S. 710. — *Wochschr. des Ver. deutsh. Ing.* 1878, S. 7. — *Polyt. Journ.*, Bd. 234, S. 276, 301.

Die fog. präparirte Kohle, welche aus Holzkohlenklein, Kalifalpete und einem Bindemittel zusammengesetzt und in Ziegelform namentlich zur Beheizung der Eisenbahnwagen dient, die fog. Steinkohlen-Briquettes, Prefstorf, Lohkuchen und andere Brennstoffe, welche nur in Sonderfällen Verwendung finden, sollen hier übergangen werden.

241.  
Wärme-  
entwicklung.

Die Steinkohle besteht aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Schwefel, Wasser und verschiedenen unverbrennlichen Körpern, welche als Asche, bezw. Schlacke nach der Verbrennung der Kohle zurückbleiben. Durch Verbindung von 1 kg Kohlenstoff mit  $\frac{16}{12}$  kg Sauerstoff entsteht Kohlenoxyd und werden  $\approx 2470$  Wärmeeinheiten entwickelt. Verbindet sich dagegen 1 kg Kohlenstoff mit  $\frac{2 \cdot 16}{12}$  kg Sauerstoff zu dem im gewöhnlichen Leben Kohlenäure genannten Gase, so werden  $\approx 8080$  Wärmeeinheiten frei. 1 kg Wasserstoff verbindet sich mit  $\frac{16}{2}$  kg Sauerstoff zu Wasserdampf, bei welchem Vorgange  $\approx 29\,060$  Wärmeeinheiten entbunden werden. Die Wärmeentwicklung bei Verbrennung des Sumpfgases ( $CH_4$ ) ist 11 713, des ölbildenden Gases ( $C_2H_4$ ) ist 11 087 und des Butylen ( $C_4H_8$ ) ist 10 840 Wärmeeinheiten. Der im Brennstoff enthaltene Sauerstoff vermag bei der Verbrennung keine Wärme zu entwickeln, da derselbe zur Verbrennung der anderen Stoffe benutzt wird.

Die Steinkohle enthält durchschnittlich 1 bis 2 Procent Schwefel; die Geringfügigkeit der durch diesen gelieferten Wärme gestattet, daß man den Schwefel bei Berechnung der Wärmeentwicklung vernachlässigt.

Das der Kohle anhaftende Wasser vermindert die bei der Verbrennung frei werdende Wärmemenge, indem dasselbe in Dampf verwandelt wird und hierzu für 1 kg Wasser etwa 650 Wärmeeinheiten erforderlich sind.

Die Aschenteile sind für die Wärmemenge, welche eine Feuerung zu entwickeln vermag, nur mittelbar von Bedeutung, indem dieselben erwärmt werden müssen und demnach einen gewissen Theil der entbundenen Wärme verbrauchen und indem sie den Verbrennungsvorgang zu stören vermögen.

242.  
Verbrennungs-  
vorgang.

Bei Erhitzung der Steinkohle entweicht der Wasserstoffgehalt und ein Theil des Kohlenstoffs in Form von Kohlenwasserstoffen, während der Rest des Kohlenstoffs als Coke zurückbleibt. Findet die Erhitzung unter Zutritt atmosphärischer Luft, also deren Sauerstoff statt, so ist der Vorgang nur in so fern ein anderer, als die Kohlenwasserstoffe vorwiegend und zwar mit lebhafter Flamme verbrennen und nur in geringem Maße der wasserstofffreie Rest der Kohle; nach vollzogener Vercokung verbrennt die Coke mit kurzer Flamme.

Während der Vercokung schmilzt die Kohle mehr oder weniger und bildet eine zähe Masse, die, nachdem sämmtlicher Wasserstoff ausgetrieben ist, die poröse Coke bildet.

Der wechselnde Verbrennungsvorgang und namentlich das theilweise Schmelzen, »Backen«, der Steinkohle erschwert die Regelung des Feuers außerordentlich, weshalb vielfach solche Kohlen vorgezogen werden, welche nur in geringem Maße oder gar nicht backen, ja häufig die theuerere, in besonderen Werken verfertigte Coke verwendet wird.

Wenn auch die Ursache des »Backens« im Allgemeinen bekannt ist, so vermag man doch aus der Zusammensetzung der Kohlen auf den Grad des Backens nicht zu schließen.

Nach *Grashof* rechnet man den in der Kohle vorhandenen Sauerstoff mit Wasserstoff als chemisch gebundenes Wasser vereinigt und nennt das Mehr des vorhandenen Wasserstoffes »freien« Wasserstoff. Es enthalten alsdann durchschnittlich:

	<i>C</i>	$H_2O$	<i>H</i>
magere (nicht backende) Flammkohlen . . .	80,9	15,6	3,5
finternde (wenig backende) Flammkohlen . . .	83,4	12,7	3,9
backende Flammkohlen . . . . .	84,8	11,3	3,9
Fettkohle . . . . .	89,0	6,6	4,4
Efskohle . . . . .	90,7	5,3	4,0
Anthracit-Kohle (nicht backend) . . . . .	91,9	4,6	3,5,

so daß die Menge des freien Wasserstoffes auf das Backen Einfluß zu haben scheint.

Bezeichnet man mit *C* den Kohlenstoffgehalt, mit *H* den Wasserstoffgehalt, mit  $H_2O$  den Gehalt an chemisch gebundenem Wasser, mit *W* den Gehalt an hygroskopischem Wasser, mit *A* den Aschengehalt des Brennstoffs und eben so mit  $CH_4$ ,  $C_2H_4$ ,  $C_4H_8$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  und *N* den Gehalt gasförmiger Brennstoffe an den diese Zeichen führenden Gasen, so gewinnt man in Folge vollkommener Verbrennung aus 1 kg des betreffenden Brennstoffes die in umstehender Tabelle unter *E* genannten Wärmemengen. Die Verbrennung erfordert die unter  $\mathcal{L}$  verzeichneten Luftmengen und erzeugt die unter  $A_c$  gegebenen Kohlenäuremengen, die unter  $A_q$  genannte Wasserdampfmenge, so daß, unter Berücksichtigung des Stickstoffgehaltes der benutzten atmosphärischen Luft, der unter  $\mathcal{N}$  genannt ist, das unter *G* gegebene Gewicht an Rauch entsteht. Wie weiter unten näher erörtert werden wird, ist es nothwendig, dem Brennstoff mehr Luft zuzuführen, als die Rechnung ergibt. Deshalb sind die Reihen für *G* sowohl, als auch die Reihen für  $\delta$  (Dichte des Rauches bezogen auf atmosphärische Luft) und *c* (Wärmemenge, die 1 kg Rauch bei 1 Grad Abkühlung abgiebt) zweimal aufgeführt und zwar einmal für die Annahme, daß die Verbrennung nur mit derjenigen Luftmenge erfolgt, deren Sauerstoffgehalt zur Verbrennung genügt, ferner für die Annahme, daß das Doppelte der soeben genannten Luftmenge dem Feuer zugeführt wird. Die Zahlen der Tabelle sind fast ausschließlich dem mehrfach angezogenen Werke *Grashof's*<sup>86)</sup> entnommen.

Die atmosphärische Luft enthält, wenn man von den geringen Beimischungen an Kohlenäure, Wasserdampf und anderen Gasen abieht, etwa 0,24 Gewichtstheile Sauerstoff und 0,76 Gewichtstheile Stickstoff. So oft die Brennstoffe einen Theil Sauerstoff auffuchen, stehen ihnen sonach 3 Theile Stickstoff gleichsam im Wege. Deshalb gelingt es nur schwer, selbst bei gasförmigen Brennstoffen, sämmtlichen Sauerstoff zur Verbrennung zu bringen, während bei festen Brennstoffen eine vollständige Benutzung des in Form atmosphärischer Luft zugeführten Sauerstoffs unmöglich sein dürfte. Man kann bei geschicktester Anordnung der Feuerung und Bedienung des Feuers die zugeführte Luft nicht so vertheilen, daß an jede Stelle der richtige Theil derselben hingelangt; die Brennstoffstücke, die Aschen- und Schlackentheile und — bei backenden Kohlen — die entstehende breiartige Masse stehen aber einem Austausch vielfach hemmend entgegen. Um daher den Brennstoff vollständig in Kohlenäure, bezw. Wasserdampf zu verwandeln, muß man einen Ueberschuß an Luft gewähren, damit überall mindestens genug Sauerstoff vorhanden ist.

Ein solcher Luftüberschuß beeinträchtigt aber die Leistungsfähigkeit der

243.  
Zuzuführende  
Luftmenge.

<sup>86)</sup> Theoretische Maschinenlehre. Bd. I. Leipzig 1875. S. 902 u. ff.

	C	H	H <sub>2</sub> O	W	A	CH <sub>4</sub>	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	C <sub>4</sub> H <sub>8</sub>	CO	CO <sub>2</sub>	N	E	Q	A <sub>c</sub>	A <sub>q</sub>	R	Einfache Luftmenge			Doppelte Luftmenge		
																	G	δ	ε	G	δ	ε
Lufttrockenes Holz . . . . .	0,39	—	0,40	0,195	0,015	—	—	—	—	—	—	2731	4,52	1,43	0,60	3,48	5,50	1,003	0,266	10,02	1,002	0,254
Lufttrockener Torf . . . . .	0,35	0,01	0,29	0,25	0,10	—	—	—	—	—	—	2743	4,41	1,28	0,68	3,40	5,31	0,993	0,268	9,72	0,996	0,256
Lufttrockene Braunkohle . . . . .	0,50	0,015	0,205	0,20	0,08	—	—	—	—	—	—	4176	6,32	1,33	0,54	4,87	7,24	1,023	0,258	13,56	1,012	0,250
Steinkohle . . . . .	0,80	0,04	0,09	0,03	0,04	—	—	—	—	—	—	7483	10,67	2,93	0,48	8,22	11,68	1,043	0,250	22,30	1,022	0,245
Holzkohle . . . . .	0,85	0,01	0,03	0,06	0,05	—	—	—	—	—	—	7034	10,20	3,12	0,18	7,85	11,15	1,071	0,244	21,35	1,038	0,242
Coke . . . . .	0,87	0,005	0,015	0,05	0,06	—	—	—	—	—	—	7065	10,26	3,19	0,11	7,90	11,20	1,077	0,242	21,46	1,039	0,241
Rohes Erdöl . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Steinkohlen - Leuchtgas . . . . .	—	0,05	—	—	—	0,54	0,10	0,08	0,15	—	0,08	10113	14,19	2,29	1,90	11,00	15,19	0,937	0,270	—	—	—
Wassergas . . . . .	—	0,053	—	—	—	0,115	0,019	—	0,701	0,056	0,055	4780	5,62	1,85	1,02	4,33	7,20	0,936	0,254	—	—	—

Feuerung in nicht unbedeutender Weise. Nach nebenstehender Tabelle erzeugt 1 kg Steinkohle im Mittel  $11,63 \text{ kg}$  Rauchgase, wenn einfache Luftzuführung stattfindet. Nimmt man nun an, daß der Rauch mit  $120$  Grad in den Schornstein tritt, so führt derselbe  $11,63 \cdot 0,25 \cdot 120 = 348,9$  Wärmeeinheiten unbenutzt fort. Die doppelte Luftmenge bringt dagegen unter denselben Umständen einen Wärmeverlust von  $22,3 \cdot 0,245 \cdot 120 = 655,6$  Wärmeeinheiten hervor, so daß von der entwickelten Wärme, die zu  $7483$  angegeben war, nur  $7483 - 656 = 6827$  Wärmeeinheiten übrig bleiben. Mangelhaft bediente und eingerichtete Feuerungen arbeiten oft mit der 5-, ja 10-fachen Luftmenge und haben alsdann, namentlich wenn die Rauchttemperatur eine hohe ist, nur eine sehr geringe Nutzleistung. So ist denn erklärlich, warum die Coke, deren Wärmeentwicklung nach unserer Zusammenstellung geringer ist, als die der Steinkohle, welche aber durchschnittlich  $20$  Procent theurer ist, als letztere, wegen ihrer regelmässigeren Verbrennung, also leichteren Bedienung, oft für eine und dieselbe Geldsumme mehr Wärme liefert, als die Steinkohle, ja, daß die Gase, die erst mit Mühe und unter Aufwand von Kosten verfertigt werden müssen, eine verlangte Wärmemenge billiger zu liefern vermögen, als die Rohstoffe, aus denen sie gewonnen wurden.

Ausführliches über diesen Gegenstand findet man in der unten genannten Quelle <sup>87)</sup>.

Durch sorgfältige vergleichende Versuche mit verschiedenen Brennstoffen in verschiedenen Feuerstellen <sup>88)</sup>, welche am zweckmässigsten durch staatlich unterhaltene Versuchsanstalten ausgeführt werden, dürften allmählich die jetzt noch vielfach aus einander gehenden Meinungen aufgeklärt und die z. Z. stattfindenden Brennstoffvergeudungen vermindert werden.

## b) Feuerstellen.

Unter diesem Namen faßt man die Einrichtungen zusammen, welche zur Verbrennung der Brennstoffe zum Zweck der Wärmeentwicklung dienen. Sie sind so anzuordnen, daß den einzelnen Theilen des Brennstoffes die genügende Sauerstoffmenge zugeführt wird, daß der Ueberschuß an Sauerstoff, bezw. Luft nicht zu groß wird, daß die Verbrennung überhaupt stattfindet und daß an Stelle des gebrauchten Brennstoffes neue Mengen desselben zugeführt werden können.

Zur Verbindung des Kohlenstoffes, der Kohlenwasserstoffe und des Wasserstoffes mit dem Sauerstoff der Luft sind gewisse Temperaturen erforderlich; sie werden hervorgebracht durch das Entzündungsmittel und erhalten durch die bei der Verbindung frei werdende Wärme. Diese Wärme hat den Brennstoff auf die nöthige Temperatur zu bringen.

Je größer daher die Wärmemenge ist, welche zur Erwärmung der Raumeinheit des Brennstoffes um  $1$  Grad erforderlich ist, je größer die Wärmeleitungsfähigkeit des Brennstoffes ist, ein um so größerer Theil der frei werdenden Wärme wird für diesen Zweck verwendet; um so schwieriger ist die Entzündung und Erhaltung des Feuers.

Die genannte Wärme wird ferner theilweise verbraucht, um die Temperatur der atmosphärischen Luft, d. h. deren Sauerstoff und Stickstoff in genügendem Maße zu erhöhen. Je größer die zugeführte Luftmenge ist, um so größer wird der hierauf entfallende Wärmeverlust.

<sup>87)</sup> FISCHER, F. Die chemische Technologie der Brennstoffe. Braunschweig 1880.

<sup>88)</sup> Vergl. Polyt. Journ. Bd. 232, S. 237 u. 336; Bd. 233, S. 133 u. 343; Bd. 236, S. 396.

Endlich wird ein Theil der frei gewordenen Wärme an die Umgebung, theils durch Leitung, theils durch Strahlung, abgegeben und zur Verdunstung des etwa vorhandenen hygroskopischen Wassers verbraucht. Diese Verlustquellen können zusammen genommen so groß werden, daß die für die Verbrennung erforderliche Temperatur nicht mehr erzielt wird; es erfolgt alsdann das Verlöschten.

Man muß daher, dem Brennstoff angemessen, die Feuerstelle so einrichten, daß die Verluste an Wärme entsprechend gering ausfallen.

Von den festen Brennstoffen verlangen in dieser Hinsicht die geringste Sorgfalt: der Torf, das Holz und die Braunkohle. Sie verbrennen meistens ohne besondere Schutzmittel gegen Wärmeverluste an freier Luft. Holz und Torf kann man daher ohne andere Hilfsmittel als die Stützfläche, auf welcher sie ruhen, verbrennen.

Von der entbundenen Wärme ist alsdann aber nur die durch Strahlung der Flamme und des heiß gewordenen Brennstoffes abgegebene zu benutzen; die Rauchgase werden durch die in Menge zufließende Luft so abgekühlt, daß sie oft nicht einmal im Stande sind, sich genügend rasch aus der Nähe des Feuers zu entfernen.

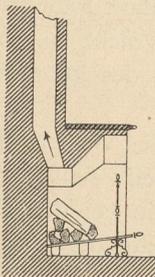
Die offene Feuerstelle ist daher, selbst für die leicht brennbaren festen Stoffe, nur in Ausnahmefällen verwendbar.

Die halb offene Feuerstelle, oder der sog. Kamin, (die *Cheminée*) schützt, je nach seiner Einrichtung, mehr oder weniger gegen übergroße Wärmeverluste.

Fig. 232 ist ein lothrechter Schnitt eines Kamins für Holzfeuerung.

Auf einen Bock werden eiserne Stäbe, sog. Spiesse gelegt, welche zur Stütze der Holzscheite dienen und namentlich ermöglichen, dieselben so locker auf einander zu sichten, daß die Luft bequem in die Zwischenräume gelangen kann. Der gebildete Rauch entweicht in den Schornstein, dessen untere Mündung so liegt, daß zunächst der Rauch in dieselbe tritt und die in der Nähe befindliche Luft nur in so weit, als Raum übrig bleibt. Um den Rauch nicht zu sehr abkühlen, bezw. möglichst wenig abkühlende Luft in den Schornstein gelangen zu lassen, muß die untere Schornsteinmündung auf die zulässig kleinste Weite beschränkt werden.

Fig. 232.



Kamin für Holzfeuerung.

Vorteilhafter ist der Kamin, welchen Fig. 233 darstellt.

Hier wird der Brennstoff (Holz, Torf, Braunkohle, auch leicht entzündliche Steinkohle) in den Korb *A* gelegt, so daß die Verbrennungsluft vorwiegend durch die Spielräume der den Korb bildenden eisernen Stäbe strömen muß. Um den Luftzutritt über dem Feuer zu beschränken, ist ein abnehmbares Metallsieb *B* angebracht. Hierdurch ist die Möglichkeit gegeben, einen Theil der frei gewordenen Wärme an die aus Gusseisen gefertigten Einschließungsflächen des Feuers und Rauches abzugeben, welche die sie befüllende Luft erwärmen und hierdurch zur Erwärmung des betreffenden Zimmers beitragen.

Bei näherer Betrachtung des vorliegenden Kamines findet man, daß die Wärmeabgabe der Einschließungsflächen der Feuerstelle an die Luft nothwendig ist, um gleiche Wärmemengen, wie der vorhin besprochene Kamin an die Luft abgibt, in das betreffende Zimmer gelangen zu lassen. Der Korb, in welchem der Brennstoff rastet, wie auch das Sieb *B* hemmen die Ausstrahlung der Wärme und verringern hierdurch diejenige Wärmemenge, welche auf geradem Wege in das Zimmer gelangt. Die Stäbe des Korbes sowohl, als auch die Maschen des Drahtsiebes werden dem entsprechend erwärmt; sie geben die aufgenommene Wärme zum großen Theil an die sie durchströmende Luft ab und mindern hierdurch die

Abkühlung des Feuers, die Folge der Berührung mit der ihm zugeführten Luft ist. Damit wird ohne Weiteres der Weg gezeigt, auf welchem man der Verbrennungsluft die zur Verbindung ihres Sauerstoffs mit den Brennstoffen nötige Temperatur zu geben vermag.

In fehr einfacher Weise geschieht dieses in der Feuerstelle des *Meidinger*-Ofens (Fig. 234).

Der schachtförmige Brennstoffbehälter *A* ist unten mittels eines Bodens geschlossen und über dem letzteren mit dem Hals *B* versehen, der durch die winkelrecht zur Bildfläche verschiebbare Thür *C* nach Bedarf verschlossen, bezw. frei gelegt werden kann.

Die Luft strömt durch den Spalt, welchen *C* frei läßt, trifft zunächst auf die noch warme Asche und macht deren Wärme auf diesem Wege nutzbar. Die vorliegende Feuerstelle verdient zunächst noch Beachtung in Bezug auf die Regulirbarkeit der zufließenden Luftmengen, vermöge der verschiebbaren Thür *C*.

Größere Brennstoffmengen vermag man in einer solchen Feuerstelle nur schwierig zu verbrennen, indem der Widerstand, den die Luft, bezw. die gebildeten Rauchgase innerhalb der Brennstoffschicht finden, mit der Zunahme der Höhe derselben wächst, auch innerhalb der Wege, welche die Luft zu benutzen vermag, sehr verschieden ist. Holz und Torf lassen sich einigermaßen gleichförmig aufschichten; Kohlen und Coke bilden eine Böschung, die der in der Nähe der Stützfläche eintretenden Luft einen wesentlich längeren Weg vorschreibt, als derjenigen, welche an der oberen Fläche des Halbes *B* zum Brennstoff zu gelangen sucht. Durch Anbringung einiger Stäbe bei *A* (Fig. 235, dem irischen Ofen) vermag man die Böschung in mehrere Theile zu zerlegen und hierdurch den beregten Uebelstand zu vermindern.

Einen weit gleichmäßigeren Widerstand, also auch eine entsprechend gleichmäßigere Vertheilung der Luft gewinnt man, indem man den Brennstoff auf eine wagrechte Platte vertheilt, welche mit zahlreichen Oeffnungen für den Eintritt der

Fig. 233.

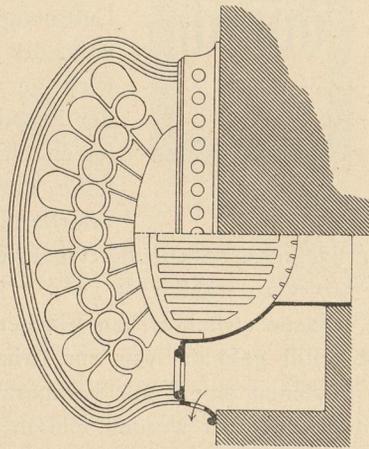
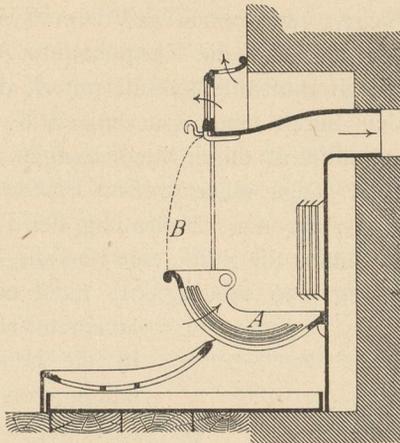
Kamin.  $\frac{1}{10}$  n. Gr.

Fig. 234.

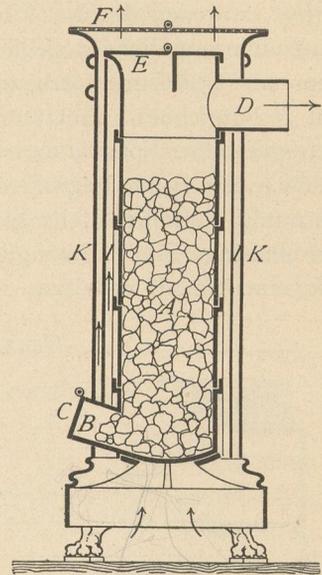
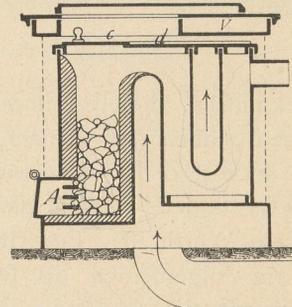
Meidinger-Ofen.  $\frac{1}{20}$  n. Gr.

Fig. 235.

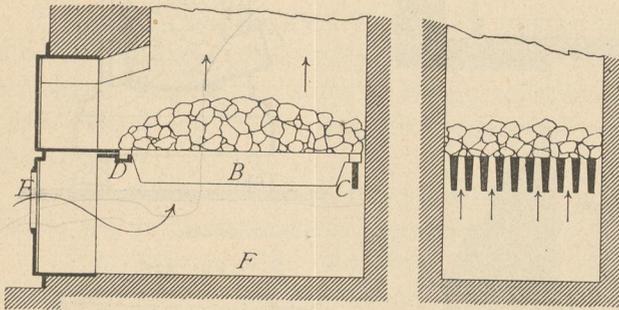
Irischer Ofen.  $\frac{1}{30}$  n. Gr.

246.  
Feuerstellen  
d. *Meidinger*-  
u. ir. Ofens.

247.  
Rofte.

Luft verfehen ist. Diese Platte wird zuweilen als ein zusammenhängendes Stück gefertigt, zuweilen durch Zusammenlegen einzelner Stäbe, deren Zwischenräume für die Luftzuführung dienen, gebildet. Fig. 236 läßt die letztgenannte Anordnung im Längen- und Querschnitt erkennen. Die Brennstoffschicht ist mit *A*, die einzelnen Stäbe mit *B* bezeichnet. Letztere werden durch einen Querbalken *C* und eine Leifte *D* getragen; ihre Spielräume werden bestimmt durch Verdickungen an den Köpfen der Stäbe. Die Luft bespült die Stäbe längs einer großen Fläche, weshalb die Erwärmung derselben sehr gut gelingt; da die Erwärmung der Luft von der Höhe der einzelnen Stäbe abhängig ist, so müssen die Stäbe eine überall gleiche Höhe haben, also eine Gestalt erhalten, welche Fig. 236 wiedergibt, nicht eine solche, welche

Fig. 236.

Feuerstelle mit Planroft.  $\frac{1}{10}$  n. Gr.

an einen Träger erinnert. Auch ist die Höhe der Stäbe abhängig von der Geschwindigkeit der Luft innerhalb der Spalte, bzw. der in der Zeiteinheit durch sie strömenden Luftmenge, keineswegs aber von der Länge der Stäbe. Richtiger ist, die Stabhöhe der Stabdicke proportional zu setzen. Da eine große Stabhöhe nur durch das Raumverhältniß schadet, so ist es zweckmäßig, dieselbe immer der kleineren Stabhöhe vorzuziehen und selbst bei dünnen Stäben (5 mm) nicht unter 40 mm zu wählen <sup>89)</sup>.

In Folge der Wärmeabgabe, welche zwischen den Flächen der Stäbe und der Luft stattfindet, werden die Stäbe selbst gekühlt, was zur Erhaltung derselben von großem Werth ist. Feuerstellen, in denen eine hohe Temperatur herrscht, welche also im Allgemeinen als sehr gute bezeichnet werden müssen, führen den Stäben jedoch oft eine so große Wärmemenge zu, daß diese nur eine geringe Dauer haben. Man drückt alsdann die Temperatur des Feuers durch Wasserdampf herab, welcher in einem unter der Feuerstelle angebrachten Wasserbehälter, einer die Sohle des Aschenfalls *F* (Fig. 236) bildenden, mit Wasser gefüllten Vertiefung entwickelt wird. Der Wasserdampf wird bei Berührung der glühenden Kohle in Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt, wodurch eine entsprechende Wärmemenge gebunden wird. Der Wasserstoff verbrennt demnächst wieder zu Wasserdampf, so daß nur durch die Verdunstung des Wassers ein Wärmeverlust stattfindet.

Die Brennstoffstücke und die gebildete Asche verdecken die Spalte theilweise, letztere klemmt sich sogar in die Spalte. Es ist daher der Querschnitt, welcher der Luft frei liegt, ein überaus wechselnder, je nachdem die Brennstoffstücke gefaltet sind, je nachdem diese unmittelbar auf den sie tragenden Stäben ruhen oder eine Aschenschicht sie von diesen trennt, je nachdem endlich die Spalte frei gehalten werden. Man muß daher durch häufiges »Schüren« den Zustand gleichmäßig zu erhalten suchen; man reinigt insbesondere die Spalte durch rechenartige Geräte; man bewegt die Stäbe durch besondere Mechanismen <sup>90)</sup>. Die Gefammtheit der Stäbe *B* nebst ihren

<sup>89)</sup> Vergl. MEIDINGER. Ueber Feuerungsroste. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1872, S. 213.

<sup>90)</sup> Vergl. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 128 u. 226; Bd. 230, S. 453; Bd. 232, S. 106; Bd. 233, S. 180, 265, 353 u. 437.

Trägern wird »Roft« genannt, weil sie zum »Roften«, Verbrennen der Kohlen etc. dient; man nennt sie mindestens eben so richtig »Raft«, weil sie den Brennstoff trägt.

Nicht weniger einflußreich ist die Art und Höhe der Brennstoffschicht, da von denselben die Widerstände abhängen, welche die Luft in derselben findet, also die Luftmenge, welche einströmt.

Wegen der vielfältigen, einzeln nicht wohl verfolgbareren Einflüsse ist es unmöglich, die zweckmäßigsten Maße für derartige Feuerstellen anzugeben; es folgen deshalb hier die gebräuchlichen Angaben, welche Mittelwerthen entsprechen. Das genauere Regeln des Luftzutrittes kann nur durch Klappen oder Schieber erfolgen, welche z. B. in der Thür *E* (Fig. 236) angebracht sind und zwar auf Grund von Untersuchungen der entstehenden Rauchgase<sup>91)</sup>.

249.  
Maßangaben.

Benennung des Brennstoffs	Höhe der Brennstoffschicht	Dicke der Brennstoffstücke	Verbrennt stündlich auf 1 qm Roftfläche	Widerstand der Luftbewegung im Feuer für 1 qm Querschnittsfläche
Weichholz . . . . .	20	3	180 bis 250	1 bis 1,6
Hartholz . . . . .	20	3	150 » 200	0,9 » 1,2
Torf . . . . .	18	—	70 » 120	0,9 » 1,2
Steinkohle . . . . .	10	1 bis 2	60 » 110	3 » 8
Anthracit . . . . .	10 bis 15	1 » 2	60 » 130	2 » 5
Coke . . . . .	15 » 25	—	60 » 130	2 » 6
	Centimeter.		Kilogramm.	

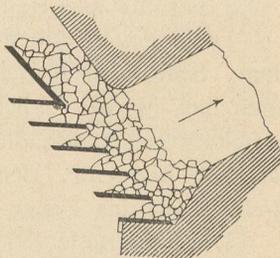
Sehr feinkörniger Brennstoff fällt durch die Roftspalte und geht hierdurch verloren. Eine bedeutendere Schichthöhe und Verwendung einer Feuerstelle nach Art der Fig. 234 (S. 205) ist wegen der Kleinheit der freien Hohlräume nicht anwendbar. Man verwendet für denselben deshalb den sog. Treppenroft (Fig. 237). Derselbe ist aus einer Zahl nach Art der Treppenstufen über einander gelegter eisernen Stäbe gebildet, deren Breite im Verhältniß zu ihrem lothrechten Abstände so gewählt ist, daß die Brennstofftheilchen nicht herausfallen können. Behuf einer gleichmäßigen Luftzuführung sollte die Neigung des Roftes mit dem Böschungswinkel des Brennstoffes zusammenfallen. Dieser Böschungswinkel ist jedoch abhängig von der Korngröße und dem Feuchtigkeitsgehalt des Brennstoffes, der sich fortwährend ändert. Man ist — zumal das Feuer nicht gesehen werden kann — nicht im Stande, eine gleichmäßige Schichthöhe zu schaffen.

Was die Bedienung des Feuers in der Feuerstelle anbetrifft, so ist darüber noch das Folgende zu sagen.

Die Verbrennung des Holzes, des Torfs, der Braunkohle, des Anthracits und der Coke erfordert nur das Beseitigen der Asche, bzw. (bei Anthracit und Coke) der Schlacke, so wie das Aufbringen neuer Brennstoffmengen. Die Steinkohle, namentlich die an Wasserstoff reiche, verlangt eine weiter gehende, sorgfältige Behandlung. Bringt man dieselbe auf das Feuer, so findet eine ziemlich rasche Vergasung der flüchtigen Theile statt. Die gebildeten Kohlenwasserstoffe zerlegen sich,

250.  
Treppenrofte.

Fig. 237.



251.  
Verhütung der Rufs-  
bildung.

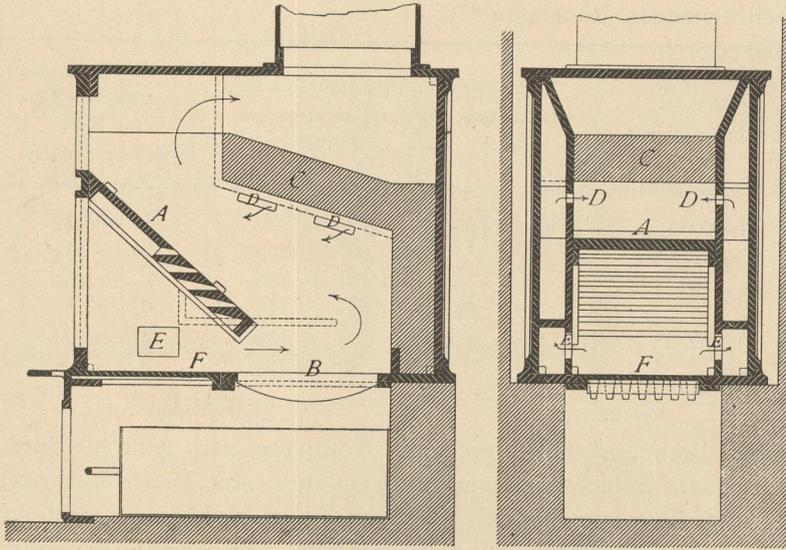
<sup>91)</sup> Vergl. FISCHER, F. Technologie der Brennstoffe. Braunschweig 1880, S. 220.

und wenn es, wie häufig der Fall, an der genügenden Temperatur fehlt, so scheidet sich die Kohle theilweise als Ruß aus. Zu vermindern ist die Rußbildung dadurch, daß man die Rauchgase nicht eher mit kälteren Flächen in Berührung bringt, bis eine vollständige Verbrennung erfolgt ist, und ferner, daß man durch Zuführung erhitzter Luft diese Verbrennung beschleunigt.

Eine zu diesem Zweck construirte Feuerstelle, die für einen Stubenofen bestimmt ist, zeigt Fig. 238 in zwei Schnitten.

Die Kohle wird durch die obere Thüröffnung eingeworfen, stützt sich theils auf die früher gebildete, auf den wagrechten Rost *B* gestofene Coke, theils auf die Platte *A*, und wird durch die hohe Temperatur der

Fig. 238.

Feuerstelle für einen Stubenofen.  $\frac{1}{25}$  n. Gr.

unten liegenden Coke und des Feuerraumes vercokt. Die Gase stofsen zunächst gegen das heiße Gewölbe *C*, wofelbst sie sich mit den Rauchgasen des Coke-Feuers, die in der Regel überschüssigen Sauerstoff enthalten, namentlich aber mit derjenigen heißen Luft mischen, die den Oeffnungen *D* entfrömt.

Die Seitenwände der Feuerstelle sind zu diesem Ende hohl; in den Hohlraum tritt, vermöge der Oeffnungen *E*, Luft ein, welche gezwungen wird, einen größeren Theil der genannten Seitenwände zu bespülen und sich dem entsprechend zu erwärmen. Zu bemerken ist noch, daß sowohl die Rostplatte *A*, als auch der Rost *B* nebst Herdplatte *F* behuf Reinigung des Ofens bequem nach vorn gezogen werden könne.

Diese Feuerstelle gewährt zweifellos die Möglichkeit, die Rußbildung zu verhüten, bezw. den Rauch zu verbrennen. Sobald jedoch die Vercokung sich vollzogen hat, ist die seitliche Luftzuführung unnütz, und da sie einen erheblichen Luftüberschuß liefert, schädlich. Zweckmäsig verwerthbar ist die Einrichtung nur, wenn man sich bequem, den Luftzutritt dem Verbrennungsvorgange entsprechend zu regeln, d. h. das Feuer regelmäsig zu beobachten und sorgfältig zu bedienen.

Die Feuerstelle des fog. Schachtofens (vom Eisenwerk Kaiserslautern, Fig. 239) soll denselben Zweck erfüllen, ohne eine so sorgfame als die foeben angedeutete Bedienung zu verlangen.

Die Kohle gelangt durch die geeigneten Schlote *C* in den Verbrennungsraum *A*, dessen Boden die Rostplatte *h g* bildet. Diese läßt bei *h* einen Spalt für den Zutritt der Luft frei und enthält außerdem in der Nähe von *h* eine Zahl Schlitzte zu demselben Zwecke. Die Verbrennung erfolgt deshalb vorwiegend in der linken Hälfte (in Bezug auf die Figuren) der Feuerstelle *A*. Die von rechts herankommende Kohle gelangt zur Vercokung; ihre Gase mischen sich mit den Rauchgasen. In der Voraussetzung, daß diese nicht mit dem nöthigen Sauerstoffüberschuß behaftet sind, ist eine besondere Zuführung erwärmter Luft vorgesehen. In den oberen Kanten der Schlote *C* befindet sich je ein Canal dreieckigen Querschnittes, welche Canäle mit *K* bezeichnet sind. Sie stellen eine Verbindung zwischen dem Feuer und dem Freien her, so daß, vermöge des Schornsteinzuges, die unterwegs erwärmte Luft, aus den dreieckigen Mündungen frömend, den oben erwähnten Gasen sich beimischt.

Zu dieser Feuerstelle ist zu bemerken, daß der geplante Vorgang nicht in der erwarteten Weise eintreten wird, sobald die Kohle in nennenswerthem Grade bakt, indem alsdann die gebildete Coke mit Schürwerkzeugen zerbrochen werden muß, bevor sie dem Spalt *h* sich nähern kann, und ferner, daß voraussichtlich die Feuerung in der Regel mit großem Luftüberschuß arbeiten muß, um eine vollständige Verbrennung zu erzielen.

Die gewöhnliche Feuerstelle mit ebenem oder Planrost (Fig. 236) vermag bei guter Anordnung und vorsichtiger Bedienung rauchfrei und ohne großen Luftüberschuß zu arbeiten.

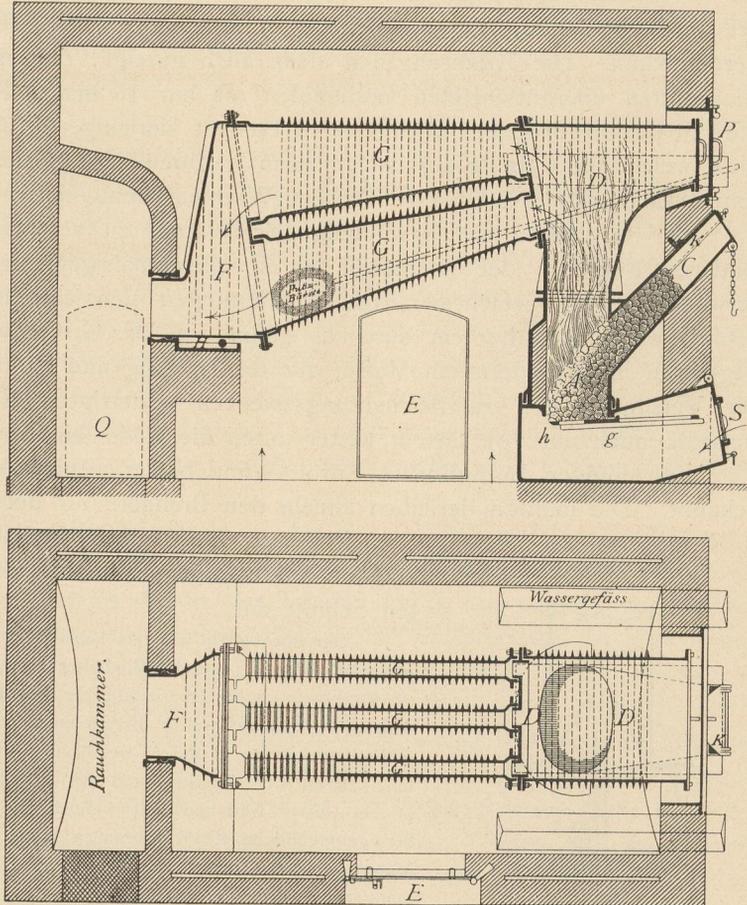
Man schiebt die klar brennende Coke, nachdem die gebildeten Schlacken-theile beseitigt sind, nach hinten und legt die neue Kohlenbefüllung vor diese Cokeschicht. Die Vercokung dieser Kohle findet dann allmählich statt, so daß — wenn man die gebildeten Gase zwingt, über das klare Cokefeuer hinwegzutreiben, und eine zu rasche Abkühlung derselben hindert — eine rauchfreie Verbrennung ohne Schwierigkeit gelingt. Nachdem die Vercokung vollendet, aber nicht früher, behandelt man das Ganze, wie vorhin gesagt wurde.

Diese Art des Feuerns liefert gute Ergebnisse, fordert aber einen sehr fleißigen und geschickten Arbeiter.

In dem *Meidinger*-Ofen (Fig. 234, S. 205), den man bis zum Rauchrohr *D* mit Kohle recht gleichförmiger Körnung füllt — nach Oeffnung der Klappen *E* und *F* — entzündet man dieselbe von oben, so daß die der Kohle entweichenden Kohlenwasserstoffe das höher liegende Feuer durchströmen müssen und hier Gelegenheit zum Verbrennen finden.

Man unterscheidet gewöhnliche, Halbfüll- und Füll-Feuerungen, je nachdem man die mit Planrost verfehene Feuerstelle bei jedesmaliger Bedienung

Fig. 239.



Schachtofen des Eisenwerkes Kaiserslautern. 1/40 n. Gr.

253.  
Bedienung  
gewöhnl.  
Feuerstellen.

254.  
Füll-  
feuerungen.

mit weniger oder mehr Brennstoff beschickt. Diejenigen Feuerstellen, welche eine große Brennstoffmenge zu fassen vermögen, erleichtern die Bedienung, da sie solche feltener verlangen. Fig. 234 u. 235 (S. 205), 238 (S. 208), 239 (S. 209), 249 (S. 217), 250 (S. 218), 252 (S. 220) u. 254 (S. 222) stellen Feuerstellen dar, welche als Halbfull-, bzw. Füllfeuerungen benutzt werden. Man kann in denselben backende Steinkohle nur in beschränkter Weise verbrennen, während Anthracit, Coke und Braunkohle sich für Füllfeuerungen eignen.

Wegen anderer Lösungen der vorliegenden Aufgabe verweise ich auf unten vermerkte Quellen<sup>92)</sup>.

Aus den gegebenen Erörterungen dürfte zur Genüge hervorgehen, dass nur bei guter Bedienung durch geschulte Personen eine tadellose Verbrennung erzielt werden kann. Die Erfahrung hat denn auch gezeigt, dass mit den gewöhnlichen Dienstboten überantworteten Stubenöfen oft nur 15 bis 20 Procent, durchschnittlich 20 bis 30 Procent, höchstens 40 Procent derjenigen Wärme nutzbar gemacht wird, welche die Tabelle auf S. 202 nennt, während gut geleitete, größere Feuerungen durchschnittlich 50 bis 70 Procent Wärmeausbeute liefern.

Der Gedanke, die Gewinnung der Wärme zu vereinfachen, indem in besonderen Fabriken der Brennstoff in ein gleichmäßiges, brennbares Gasgemisch verwandelt wird, welches mittels Rohrleitungen den einzelnen Bedarfsstellen zugeführt wird, ist daher ein durchaus gefunder. Die Großgewerbe benutzen dieses Verfahren in ausgedehntem Masse; für die Heizung und Lüftung ist zur Zeit nur der Verbrauch des zu Beleuchtungszwecken verfertigten Gases von Bedeutung, weshalb auch nur von diesem weiter unten die Rede sein wird.

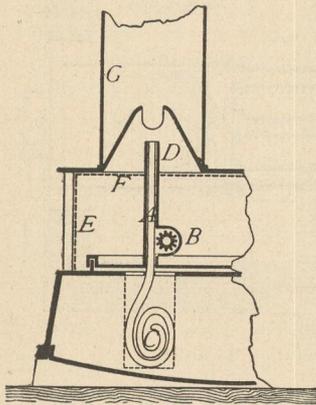
Für flüssigen Brennstoff — Erdöl — sind bisher wenige Arten von Feuerstellen bekannt. Die meisten derselben ähneln den Brennern für Beleuchtungszwecke.

Fig. 240 stellt einen Erdölbrenner, welchen ich längere Zeit beobachten konnte, in theilweisem lothrechten Schnitt dar.

Derselbe besteht aus der 4 bei 100 mm weiten Dochröhre *A*, der Dochtstellwalze *B*, dem Erdölbehälter *C*, in welchen der Docht, durch ein Drahtnetz gegen Ueberleitung der Entzündung geschützt, eintaucht, dem 10 bei 120 mm weiten Brennermaul *D*, den durchbrochenen Einschließungswänden *E* und *F*, welche den Luftzutritt zur Flamme gestatten, aber auch beschränken, und endlich dem Schornsteinrohre *G*, welche 50 bei 180 mm weit und 180 mm hoch ist. Ich konnte stündlich etwa 90 g gebräuchliches Erdöl verbrennen, ohne dass eine Rufs Bildung eintrat. Mehrere solcher Brenner, in einen Körper vereinigt, dienen zur Erwärmung eines Lockschornsteines.

Man verwendet auch Erdölbrenner ohne Docht, bei welchen das Erdöl in einem engen Spalt rechteckigen oder ringförmigen Querschnittes emporgedrückt wird, oder man spritzt das Erdöl in feinen Strahlen

Fig. 240.



Erdöl-Brenner.  $\frac{1}{4}$  n. Gr.

255.  
Wärme-  
ausbeute.

256.  
Feuerstellen  
f. flüssige  
Brennstoffe.

92) TEN-BRINK's rauchverzehrende Feuerung. Polyt. Journ. Bd. 225, S. 245.

FISCHER, H. Bericht über die Ausstellung von Heizungs- und Lüftungs-Anlagen in Cassel. Polyt. Journ. Bd. 225, S. 521.

Verdampfungsversuche mit einem TEN-BRINK'schen Dampfkessel. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 461.

MAC DOUGALL's mechanischer Rost mit Rauchverzehrung. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 128.

PROCTOR's mechanischer Heizer. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 226.

Ueber Feuerungsroste. Polyt. Journ. Bd. 229, S. 474.

Selbstthätige Feuerung mit HOLROYD SMITH's Rostschrauben. Polyt. Journ. Bd. 230, S. 453.

Neuerungen an Dampfkessel-Feuerungen. Polyt. Journ. Bd. 233, S. 180, 265, 353, 437.

in den Verbrennungsraum. Beide Verfahren sind noch zu wenig erprobt, um schon jetzt an dieser Stelle eine weitere Berücksichtigung zu verdienen <sup>93)</sup>.

Mehr Aufmerksamkeit muß man den Brennern für Leuchtgas zuwenden, da diese, trotz des hohen Brennstoffpreises, wegen der Bequemlichkeit der Bedienung und der Reinlichkeit häufiger angewendet werden.

So fern es sich um Erwärmung solcher Luft handelt, welche mit den Rauchgasen des Leuchtgases verunreinigt werden darf, so genügt eine entsprechende Zahl Einlochbrenner (vergl. Art. 6, S. 8), um die Heizkraft des Gases nahezu vollständig auszunutzen. Die Flammen leuchten und dienen deshalb nicht allein dem Zwecke, Wärme zu entbinden, verursachen hierdurch also einen allerdings geringen Wärmeverlust. Wesentlicher ist, daß diese Flammen rufen, wenn sie, bevor vollständige Verbrennung stattfand, mit kalten Flächen in Berührung kommen. Die Flammen werden nicht leuchtend, also auch nicht rußbildend, wenn das Gas vor der Verbrennung mit Luft gemischt wurde. Dies bezweckende Brenneinrichtungen findet man in den unten genannten Quellen beschrieben <sup>94)</sup>.

Im vorliegenden Falle bringt der Luftüberschuß keine Wärmeverluste hervor. Wesentlich anders ist es, wenn man den Rauch des Gases Wänden entlang führen will, deren entgegengesetzte Flächen die Wärme an Luft oder Wasser abgeben sollen, wenn also die Verbrennungsproducte, nachdem sie den benutzbaren Theil ihrer Wärme abgegeben haben, ins Freie entlassen werden sollen. Bei Verwendung des Gases zum Heizen sollte nie anders verfahren werden, um die Verunreinigung der Luft durch den Rauch des Gases zu verhüten. Eigenthümlicher Weise sind dementsprechende Anordnungen nicht bekannt; ich muß mich deshalb darauf beschränken, die Gesichtspunkte anzudeuten, welche bei dem Entwurf solcher Feuerstellen maßgebend sind.

Offenbar muß die der Feuerung in der Zeiteinheit zugeführte Luftmenge in bestimmtem Verhältniß zu der Leuchtgasmenge stehen; wahrscheinlich braucht sie nur wenig größer zu sein, als die in der Tabelle auf S. 202 angegebene einfache Luftmenge. Um die Wärmeentwicklung dem Bedarf entsprechend zu regeln, muß daher der Zufluß des Gases und gleichzeitig derjenige der Luft geregelt werden, was ohne Schwierigkeit durch eine Operation möglich sein dürfte, indem die beiden in Frage kommenden Ventile mit einander in Verbindung stehen. Die Regelung dürfte um so leichter gelingen, da der Brennstoff ein durchaus gleichförmiger ist. Eine vorherige Erwärmung der Luft sowohl, als des Gases ist mindestens sehr nützlich, um eine vollständige Verbrennung zu erreichen. Wegen der entstehenden hohen Temperatur wird man den Verbrennungsraum aus feuerfestem Thon herstellen müssen. Die zahlreichen Gasfeuerungen der Gewerbe dürften Gesichtspunkte genug für den Entwurf einer hier in Frage kommenden Feuerstelle bieten.

<sup>93)</sup> Rohes Petroleum als Brennmaterial für Locomotiven. *Engng.* Vol. 23, S. 9. *Polyt. Journ.* Bd. 225, S. 131.  
Erdöl als Brennmaterial. *Polyt. Journ.* Bd. 228, S. 90.

Dampfkessel-Heizung mittels Injectoren. *Polyt. Journ.* Bd. 237, S. 375.

<sup>94)</sup> PRECHTEL, J. J. v. *Technologische Encyclopädie.* Supplementband 3. Stuttgart 1861. S. 275.

Ein BUNSEN'Scher Brenner ohne Rückschlag. *Scientif. Americ.* Vol. 30, S. 387. *Polyt. Journ.* Bd. 219, S. 408.

MUENCKE, R. Gaslampe für kohlenwasserstoffreiche Leuchtgase, Fettgas, Oelgas etc. *Polyt. Journ.* Bd. 225, S. 83.

FISCHER, H. Ausstellung in Cassel. Feuerungen für flüssige Brennstoffe. *Polyt. Journ.* Bd. 226, S. 15.

GODEFROY'S Brenner. *Polyt. Journ.* Bd. 228, S. 279.

MUENCKE, R. Gaslampe mit Luftregulirungsvorrichtung für gewöhnliches und für an Kohlenwasserstoff reiches Leuchtgas. *Polyt. Journ.* Bd. 233, S. 227.

## c) Wärmeabgabe der Feuergase an die Luft.

Die Wärmeabgabe der Feuergase an die Luft kann stattfinden:

- a) ohne jedes Zwischenmittel (Kaminheizung);
- β) unter Vermittlung einer festen Wand (Ofenheizung), und
- γ) unter Vermittlung fester Wände und Wasser, bezw. Dampf (Wasser- und Dampfheizung).

Im Nachstehenden wird nur die Construction der verschiedenen Arten von Heizkörpern besprochen werden; die decorative Ausstattung derselben ist im Abschnitt über »decorativen Ausbau« (Theil III, Band 3) zu finden.

## α) Wärmeabgabe ohne Zwischenmittel. (Kamine.)

Der reine Kamin (vergl. Art. 245 und Fig. 232 auf S. 204), so wie das offene Feuer bieten hierher gehörige Beispiele. Die Wärmeausnutzung ist aus früher angegebenen Gründen hierbei eine sehr geringe. Auch die Beheizung einiger Lockschornsteine (vergl. Art. 162, S. 132) gehört hierher. Diese nutzen jedoch die Wärme der Feuergase vollständig aus, indem die letzteren sich mit der zu erwärmenden Luft mischen.

258.  
Kamine.

## Literatur

über »Kamine und Kamin-Oefen«.

- ARNOTT. Kamine und Oefen zur Zimmerheizung. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1856, S. 40.  
*A new ventilating stove. Builder,* Vol. 9, S. 533.  
MANGER. Ruffischer Wandkamin. *Zeitschr. f. Bauw.* 1858, S. 93.  
STAMMAN. Kamin aus Guseisen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 109.  
PELIGOT. Verbesserte Heizkamine von MOUSSERON & CO. *Polyt. Journ.* Bd. 170, S. 178.  
*Cheminées de M. FÉLINE. Revue gén. de l'arch.* 1863, S. 227.  
*Economical fireplaces. Builder,* Vol. 31, S. 224.  
Eine neue Kamin-Construction. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1874, S. 117.  
MORIN. GALTON's ventilirender Kaminofen. *Polyt. Journ.* Bd. 211, S. 178.  
WHITWELL. *Stove. Engineer,* Vol. 37, S. 150.  
BOSC, E. *Nouveau foyer de cheminée. Système CH. JOLY. Gaz. des arch. et du bât.* 1875, S. 1.  
TERRIER, CH. *La cheminée Galton. Gaz. des arch. et du bât.* 1879, S. 19.  
BODEMER's Ventilationskamin. *Polyt. Journ.* Bd. 225, S. 105; Bd. 226, S. 116.  
WAZON. *Cheminée. Annales du génie civil.* 1877, S. 393.  
*Cheminée ventilatrice destinée aux casernes. Système DOUGLAS-DALTON. Nouv. annales de la const.* 1876, S. 80.  
*Cheminée d'appartement. Système FURRET. Gaz. des arch. et du bât.* 1877, S. 256.  
*Sanitary science and practice. Iron,* Vol. 10, S. 616.

β) Vermittlung durch eine feste Wand.  
(Oefen für Einzel- und Sammelheizungen. Canal- und Feuerluftheizung.)

Hierher gehören die Heizöfen der Einzel- und der Sammelheizungen, so wie mehr oder weniger die Halböfen oder verbesserten Kamine, auch Kamin- oder Cheminée-Oefen genannt.

Die letzteren entspringen den Versuchen, die äußere Erscheinung des für die heutigen Bedürfnisse ungenügenden eigentlichen Kamins beizubehalten, ihn aber derart umzubilden, daß einerseits die Annehmlichkeiten der offenen Feuerstelle und der damit zusammenhängenden reichlichen Luftabführung gewahrt bleiben, andererseits aber die Nachtheile der Kaminheizung thunlichst gemildert, insbesondere eine

259.  
Verbesserte  
Kamine.

bessere Ausnutzung des Brennstoffes erzielt werde. Obwohl ungeachtet dieser Verbesserungen der Kamin-Ofen als rationelles Heizmittel nicht bezeichnet werden kann, so findet er wegen seiner Form und wegen der angedeuteten Annehmlichkeiten doch vielfache Anwendung, namentlich in solchen Fällen, wo man auf möglichst hohe Wärmeabgabe der Feuergase keinen grossen Werth legt. (Vergl. das vorstehende Literatur-Verzeichniss und die unten genannten Quellen.<sup>95)</sup>

Die Wände der Heizöfen, welche an einer Seite vom Rauch befüllt werden und von dieser diejenige Wärme übernehmen, die der an der anderen Seite befindlichen Luft übermittlelt wird, bestehen vorwiegend aus Eisen und Thon; nur selten werden sie aus anderen Stoffen gefertigt.

Der grösseren Wärmeleitungsfähigkeit wegen verwendet man Eisen und namentlich Gusseisen vorwiegend zu solchen Ofenwänden, welche verhältnissmässig klein werden sollen, während thönerne, aus sog. Kacheln, Thonröhren oder Backsteinen gebildete Oefen für diejenigen Fälle Anwendung finden, in denen der grössere Raumbedarf für dieselben nicht lästig ist, zu gleicher Zeit aber grosser Werth auf geringe Heizflächentemperatur (vergl. Art. 267, S. 218) gelegt wird. Dicke thönerne Wände vermögen eine grössere Wärmemenge in sich aufzuspeichern, was sie befähigt, den Wechsel in der Wärmeentwicklung weniger fühlbar zu machen. (Vergl. Art. 287, S. 245.)

Eiserne Oefen haben vor thönernen immer den Vorzug, widerstandsfähiger gegen Erschütterungen und directe Angriffe zu sein. Man wählt das Eisen deshalb, sobald die Oefen Erschütterungen ausgesetzt sind (in Eisenbahnfahrzeugen, Fabriken, Tanzsälen etc.) oder gar die Gefahr einer absichtlichen Zerstörung vorliegt (in Gefängnissen). Für Zimmerheizung zieht man Kachelöfen den eisernen Oefen vor, indem erstere meistens durch gleichmässiger und anhaltendere Wärmeabgabe sich auszeichnen.

Die Heizung unserer Wohnräume mittels Oefen kann bis auf die frühmittelalterliche Zeit zurückgeführt werden und gehört dem Norden, hauptsächlich Deutschland und der Schweiz an; die ältesten uns erhaltenen Oefen sind grosse Kachelöfen aus dem 15. Jahrhundert. Derlei Oefen wurden Anfangs aus einfach geformten, später aus reicher gegliederten, meist mit plastischem Ornament, mit figürlichen Darstellungen, Inschriften etc. versehenen Kacheln hergestellt, deren Wirkung durch schlichte farbige Glasur, insbesondere aber durch bunten Farbensmelz gehoben wurde. Es kann auf diese äusserst charakteristischen, oft sehr reichen und schönen Arbeiten des späten Mittelalters und der Renaissance-Zeit hier nicht eingegangen werden; es mag auf die unten genannten Quellen<sup>96)</sup> verwiesen und nur erwähnt werden, dass die alten Vorbilder in neuerer Zeit nicht allein getreu und schön nachgeahmt (dabei mit verbesserten Heizeinrichtungen versehen) werden, sondern dass sie auch die Anregung zu freier formaler Weiterentwicklung und zur Wiederaufnahme des Farbensmelzes für die modernen Kachelöfen gegeben haben. (Vergl. auch Theil I, Band 1 dieses Handbuchs, Kap. 2: Keramische Erzeugnisse, Art. 48, S. 111.)

Die alten (auch die reicher verzierten) Kacheln haben eine Breite von annähernd 20 cm und eine meist grössere Höhe, bis zu 30 cm; die neueren Muster sind niedriger und zeigen vorherrschend grüne und braune Glasur; die bunte Farbenbehandlung ist jetzt weniger häufig, als in früheren Zeiten. Neben diesen sind noch die modernen glatten Kacheln, die vor wenigen Jahren fast ausschliesslich Verwendung fanden und als halbweisse, weisse und feine weisse Schmelzkacheln unterschieden werden, zu erwähnen; ferner die sog. Damastkacheln, bei denen

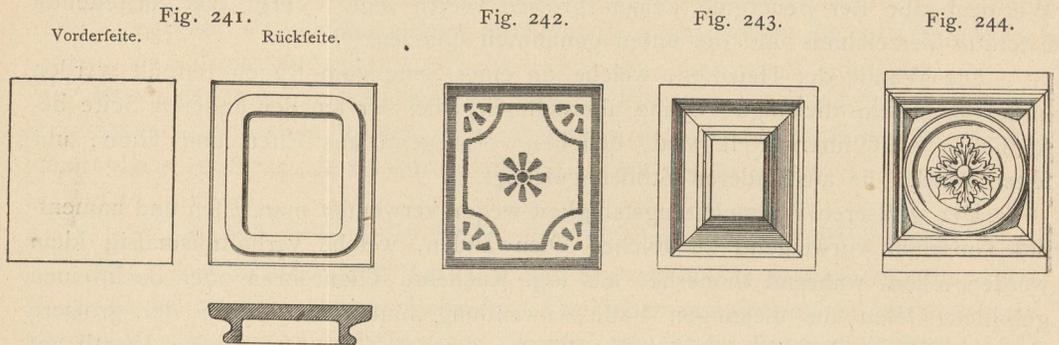
<sup>95)</sup> Polyt. Journ. Bd. 226, S. 116; Bd. 231, S. 200.

<sup>96)</sup> ESSENWEIN, A. Buntglasirte Thonwaaren des 15.—18. Jahrhunderts im germanischen Museum. Anzeiger für Kunde der deutschen Vorzeit 1875, S. 33, 65, 137 u. 169.

BÜHLER, Ch. Die Kachelöfen in Graubünden aus dem 16.—17. Jahrhundert. Zürich 1881.

auf der weissen oder farbig glazierten Aussenfläche mittels des Sandblaseverfahrens Muster hervorgebracht sind. (Siehe Fig. 241—244.)

Solche Kacheln werden fast überall in der Grösse von 20 bis 22 cm Breite auf 24 bis 26 cm Höhe, oft auch quadratisch mit 17 bis 20 cm Seitenlänge und pro-



Kacheln.  $\frac{1}{10}$  n. Gr.

flirten oder einfach abgefasten Kanten hergestellt. Des Verbandes wegen sind Eckkacheln, welche einerseits die ganze, andererseits die halbe Breite haben, nothwendig.

Die Gefimfe und Ornamente der weissen Kachelöfen, welche durch Glazur an Schärfe der Form verlieren, werden häufig als unglazirte Terracotten hergestellt. Weiteres über architektonische Gestaltung der Zimmeröfen im vorhergehenden Bande dieses Handbuches, Abschn. 3: Decorativer Ausbau.

261.  
Ofenmäntel.

Man kann die Heizflächen in dem zu erwärmenden Raum so aufstellen, dass die Wärmestrahlen nur durch die Luft gehemmt werden, sonst frei auf gegenüber befindliche Menschen, Möbel etc. fallen. Dieses Verfahren hat zwei Nachteile. Zunächst stören die Wärmestrahlen denjenigen, welchen sie treffen; ferner findet die Erwärmung der unmittelbar über dem Fussboden befindlichen Luft nur in mangelhafter Weise statt. Stellt man einen Schirm, dessen unterer Rand um ein gewisses Maf von dem Fussboden entfernt ist, vor der betreffenden Heizfläche auf, so wird — in erster Linie — nur die zwischen diesem Schirm und der Heizfläche befindliche Luft erwärmt; sie steigt nach oben und veranlasst die nahe dem Fussboden befindliche kälteste Luft durch den Spalt, welcher zwischen dem unteren Schirmrande und dem Fussboden vorhanden ist, zur Heizfläche zu strömen. Die kälteste Luft wird also beseitigt; an ihre Stelle tritt wärmere, von oben allmählich niederfinkende Luft, d. h. unmittelbar über dem Fussboden entsteht eine höhere Temperatur, als wenn der Schirm nicht vorhanden wäre. Der zu einem die Heizfläche ganz umgebenden Mantel ausgebildete Schirm wirkt offenbar vollkommener, so dass meistens die Anwendung solcher Ofenmäntel der freien Lage der Heizflächen vorzuziehen ist. So weit vorläufig über Ofenmäntel und nicht ummantelte Oefen.

262.  
Erwärmung  
mittels  
Canalheizung.

Die Wärme des Rauches wird an die Luft abgegeben, indem man den Rauch durch einen Canal (den Rauchweg) führt, dessen Wände mit ihrer Aussenfläche Luft berühren. Die Gestalt des Rauchwegs ist von Einfluss auf die Leistung der Oefen. Man kann dem Rauchweg eine nahezu wagrecht liegende, langgestreckte gerade Gestalt geben<sup>97)</sup>. Diese Anordnung leidet zunächst an dem Mangel der schwierigen

<sup>97)</sup> Vergl. Canalheizung in: WOLPERT, A. Theorie und Praxis der Ventilation u. Heizung. Braunschweig 1880, S. 691. Der Umbau der Jerusalem-Kirche in Berlin. Deutsche Bauz. 1880, S. 216. Kirchenheizung. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover 1869, S. 285.

BLANKENSTEIN. Ueber die WAGNER'sche Canalheizung in den Kirchen Leipzigs. Zeitschr. f. Bauw. 1872, S. 37.

Dichthaltung der Verbindungen, indem die große ununterbrochene Länge des Rauchweges entsprechend große Dehnungen verursacht, denen der Canal, seines großen Gewichtes halber, nicht genügend zu folgen vermag. Außerdem bietet die Canalheizung erhebliche Schwierigkeiten beim Anheizen (vergl. Art. 126, S. 99), welches meistens ein zuvoriges Anwärmen des Schornsteines verlangt. Der lange wagrechte Rauchweg kann auch in mehrere kürzere neben einander liegende Stücke zerlegt werden, von denen jeder einen Theil des Rauches erhält<sup>98)</sup>. Die Schwierigkeit, den Rauch auf die einzelnen Rauchwege gleichmäßig zu vertheilen, macht diese Anordnung wenig empfehlenswerth.

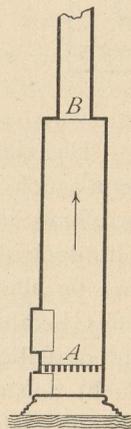
Es ist ferner möglich, den Rauch lothrecht oder doch nahezu lothrecht nach oben strömen zu lassen. Fig. 245 verinnlicht diese Einrichtung. Nur derjenige Rauch, welcher die Ofenwandungen berührt, wird unmittelbar abgekühlt, der in der Mitte des Rauchweges befindliche dagegen nur in so weit, als derselbe — vielleicht in Folge von Wirbelungen — an den erstgenannten Wärme abgibt. Der kühlere Rauch ist der schwerere; derselbe ist den Reibungswiderständen der Wandung unmittelbar ausgesetzt, weshalb er sich wesentlich langsamer nach oben bewegt, als der in der Mitte des Rauchweges befindliche wärmere Rauch. Dieser gelangt daher rascher und weniger entwärmt von der Feuerstelle *A* zum Schornstein *B*, als derjenige Rauch, welcher mit den Ofenwänden in Berührung steht. Die Leistung der Anordnung wird daher eine geringe sein, wie man von den fog. Kanonen- oder Säulenöfen weiß. Je weiter der Querschnitt des den Schornstein bildenden, bzw. des zum Schornstein führenden (fog. Rauch-) Rohres *B* ist, um so rascher wird der wärmere Rauch entweichen, um so geringer die Wärmeabgabe des Ofens werden.

Der Zickzackofen (Fig. 246) ist vortheilhafter, indem an jeder scharfen Ablenkung des Rauchweges lebhafte Wirbelungen entstehen, die Mischungen des kalten und wärmeren Rauches hervorrufen. Diese Mischungen gelingen jedoch nicht vollständig, so daß, namentlich bei weiten Rauchwegen, die wärmsten, am wenigsten ausgenutzten Rauchgase den anderen voreilen. Durch zweckmäßige Wahl der Querschnitte vermag man diesen Uebelstand sehr herabzudrücken; jedoch ist ein vollständiges Anpassen derselben an die zu leitenden Rauchmengen nicht möglich, theils wegen des wechselnden Wärmebedarfs, theils wegen der Rufsansammlung, welche die Querschnitte fortwährend ändert.

Die dritte der möglichen Rauchwegsformen, welche durch Fig. 117 schematisch dargestellt und bereits in Art. 176, S. 146 besprochen wurde, erscheint daher als die vortheilhaftere, indem diese nur den am meisten abgekühlten Rauch in den Schornstein entweichen läßt. Sie vereinigt hiermit noch den Vortheil, daß, wenn der betreffende Ofen ummantelt oder derselbe in einer besonderen Heizkammer aufgestellt ist, der kälteste Rauch der kältesten Luft gegenüber sich befindet, also eine möglichst

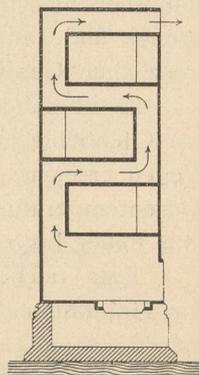
263.  
Erwärmung  
mittels  
Ofenheizung.

Fig. 245.



Säulenofen.

Fig. 246.

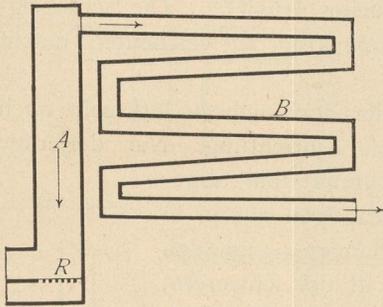


Zickzackofen.

<sup>98)</sup> REDTENBACHER, F. Der Maschinenbau. Bd. 2. Mannheim 1863. S. 444.

starke Abkühlung des Rauches, bevor derselbe in den Schornstein entweicht, gestattet. Man führt die vorliegende Rauchwegsanordnung entweder getreu nach dem Schema aus<sup>99)</sup>, wobei nach Umständen eine Zerlegung des Kastens *B* (Fig. 117) in lothrechte nebeneinander liegende Theile stattfindet, oder man läßt den Rauch in zickzackförmig gestalteten Rohren *B*, nach der schematischen Figur 247, von dem lothrechten Feuerchacht *A* nach dem Schornstein sich bewegen<sup>100)</sup>.

Fig. 247.



Gleichgiltig, ob man den zweiten Theil des Ofens, in welchem der Rauch vorwiegend seine Wärme abgeben soll, kastenförmig oder in der angegebenen Art aus Rohren bildet, ist die Weite der Querschnitte nur in so fern zu beachten, als sie für das Durchströmen des Rauches weit genug sein müssen. Eine beliebige Vergrößerung der Querschnitte über das nothwendige Bedürfnis hinaus stört die Nutzleistung des Ofens nicht.

264.  
Entruffung  
der  
Rauchwege.

Die Gestalt der Rauchwege ist mit Rücksicht auf ihre Entruffung zu wählen. Wenn auch die nach dem zuletzt genannten Schema angeordneten Oefen einer Entruffung im Interesse des Freihaltens der Rauchwegsquerschnitte nicht bedürfen, so ist doch die Beseitigung des Ruffes geboten, um die innere Seite der Wandungen rein, sie also zur Wärmeleitung geeigneter zu erhalten. Die feine Zertheilung des Ruffes befähigt denselben, geringem Luftzuge folgend, sich weit zu verbreiten, sobald derselbe von den Rauchwegwänden abgelöst worden ist. Das Entruffen verursacht deshalb, trotz größter Vorsicht, Verunreinigung der Luft. In den Zimmern stehende Oefen wird man, wenigstens in der Regel, nur so einrichten können, daß die Entruffung derselben von diesem Zimmer aus erfolgt; Oefen, die in Heizkammern aufgestellt sind, können und sollen immer so eingerichtet werden, daß der Rufs nicht in die Heizkammern gelangen kann.

265.  
Verhütung  
zu hoher  
Temperatur.

Die Temperatur in der Feuerstelle und des ihr zunächst liegenden Theiles des Rauchweges ist eine so hohe, daß die mit den Außenflächen derselben in Berührung tretende Luft häufig zu sehr erwärmt wird. Der Luft sind fast immer zahlreiche Staubtheilchen beigemischt, welche, so weit sie pflanzlichen oder thierischen Ursprungs sind, an den zu heißen Ofenwänden zerfetzt werden und hierdurch einen brenzlichen Geruch hervorbringen.

Es ist daher Sorge zu tragen, daß die Außentemperatur der in Rede stehenden Ofentheile ein gewisses Maß nicht überschreitet. Dies wird auf verschiedenen Wegen erreicht: man führt die Wärme so entschieden aus der Wand ab, daß die Außentemperatur entsprechend sinkt, oder man erschwert den Durchgang der Wärme vom Feuer bis zur Außenfläche des Ofens.

Eine rasche Abführung der Wärme ist zunächst möglich durch Anbringung von Hohlräumen zwischen Außen- und Innenfläche der fraglichen Wand, durch

<sup>99)</sup> BOYER'S Luftheizungsöfen. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover 1869, S. 282.

Oefen von CORDES u. HERM. FISCHER. Mitth. d. Gwbver. f. Hannover 1872, S. 28.  
Schachtofen Kaiserslautern. Art. 252, S. 208 dieses Bandes.

<sup>100)</sup> FISCHER, H. Ausstellung in Cassel. Oefen von REINHARDT in Würzburg und von KELLING in Dresden. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 10 u. 11.

FISCHER, H. Weltausstellung in Paris. Halbofen von GAILLARD, HAILLOT & Co. in Paris. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 201.

welche Wasser geleitet wird; das Wasser giebt die aufgenommene Wärme an einem anderen Orte an die Luft ab<sup>101)</sup>.

Sie kann ferner erreicht werden durch Vergrößerung der Wärme abgebenden Oberfläche. Dicke, kugelförmige oder cylindrische Wände (vergl. Art. 55 u. 57, S. 49 u. 50) haben eine weit grössere Außen-, als Innenfläche und können deshalb im vorliegenden Sinne verwendet werden<sup>102)</sup>. Die geriffelte Außenfläche (Fig. 248) ist  $n$ -mal grösser, als die glatte Innenfläche.

Behuf Benutzung der Formeln 12., 16. und 18. (S. 49 u. 50) zur Berechnung der Oberflächentemperaturen kann man wie folgt verfahren. Man berechnet zunächst das zur glatten Außenfläche gehörige  $\psi$  und multiplicirt dieses mit  $n$ , so dass  $\psi_a = n\psi$  wird und benutzt dieses  $\psi_a$  in gewöhnlicher Weise.

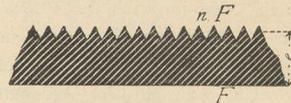
Statt der in Fig. 248 angedeuteten feinen Riffeln verwenden einige Constructeure ungemein grobe Rippen<sup>103)</sup>; diese sind nicht von dem Mangel freizusprechen, dass am Boden der Rippen, der nur wenig von dem Rauch entfernt ist, die Außenwand sehr heiss wird. Statt der Rippen kommen auch spitzen- und knopfförmige Auswüchse zur Verwendung.

Die Erschwerung des Wärmedurchganges vom Rauch zur Außenfläche des Ofens wird zunächst erreicht durch Anwendung dicker, aus nicht gut leitenden Stoffen gefertigter Wände. Namentlich ist die Auskleidung der Feuerstelle mit feuerfesten Steinen oder feuerfestem Mörtel beliebt und zweckmässig. Die weiter unten beschriebenen Oefen bieten mehrfach Beispiele dieses Verfahrens. Es ist jedoch nicht zu verkennen, dass dasselbe zu häufigeren Ausbesserungsarbeiten Veranlassung giebt.

Durch Einschaltung einer Luftschicht zwischen Feuer und Außenwand ist eben so der Wärmedurchgang zu erschweren. Fig. 249 stellt den Perry'schen, nur

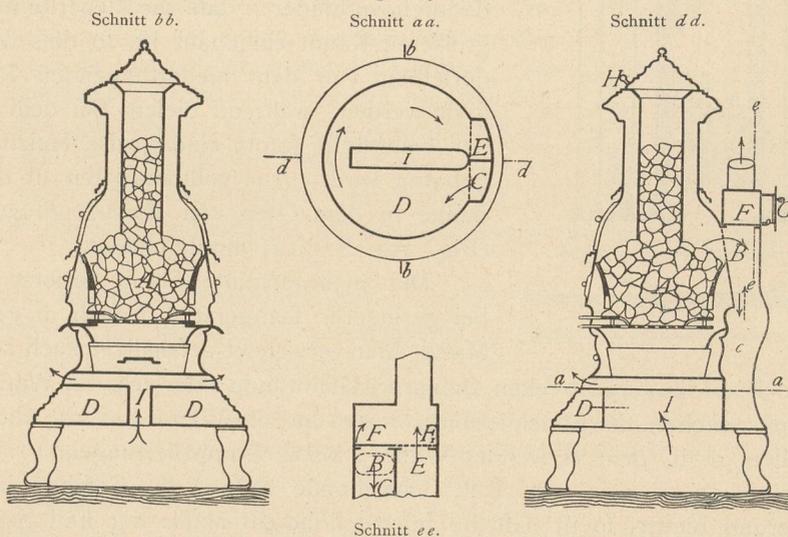
266.  
Vergrößerung  
der Wärme  
abgebenden  
Fläche.

Fig. 248.



267.  
Erschwerung  
des Wärmedurchganges.

Fig. 249.

Schnitt ee.  
Perry's amerikanischer Ofen.

für Anthracit, bezw. wenig schlackende Coke verwendbaren amerikanischen Ofen (*Crown-jewel*) in zwei lothrechten, einem wagrechten und einem Nebenschnitt dar.

<sup>101)</sup> Ofen von KELLING. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 122.

<sup>102)</sup> Ofen der »Schweizerischen Industrie-Gesellschaft«. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 117.

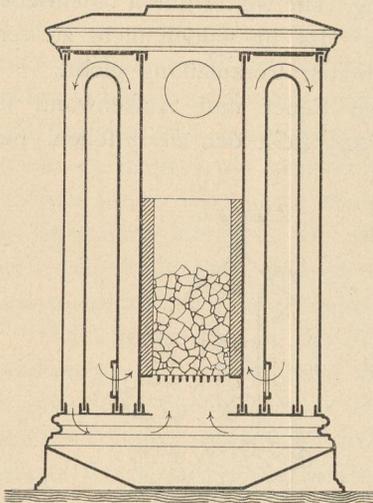
<sup>103)</sup> Luftheizungsofen von THIERRY, VIOTTE und DEROSNE. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 289.

Die Feuerstelle *A* ist ein sich nach unten verjüngender gusseiserner Topf, dessen Boden eine durchlöchernte Platte bildet. Dieser Topf wird durch eine weiter abliegende Wand umschlossen. Es wird daher diese Wand nur vermöge der unmittelbaren Strahlung und vermöge der an dem Topf erwärmten, sich jedenfalls rasch bewegenden Luft erwärmt. Die Rauchgase verlassen den Feuerraum bei *B* (Schnitt *dd*). Vorher machen dieselben eine Nebenströmung in dem ringförmigen Hohlraum zwischen dem Vorrathsbehälter des Brennstoffes und der oberen Außenwand des Ofens. Ersterer wird viel wärmer sein, als letztere; folglich strömen die Gase vorwiegend an jenem empor, während der kältere Rauch, unterwegs mit dem aufsteigenden Rauch vielfach Mischungen eingehend, an der Innenfläche der Außenwand niederfinkt, so daß diese nicht im Uebermaß erwärmt wird. Es sei bei dieser Gelegenheit die übrige Ofeneinrichtung kurz erwähnt. Der Rauch soll in der Regel von *B* (Schnitt *dd*) aus durch den Canal *C* nach unten strömen, den im Fuß des Ofens befindlichen Raum *D* durchfließen (Schnitt *aa*), um dann durch den neben *C* liegenden Canal *E* zum Schornstein zu gelangen. Die Rauchführung ist hiernach im Sinne früherer Erörterungen als zweckmäßig zu bezeichnen.

Um während des Anfeuerns dem wenig warmen Rauch die Erwärmung des Schornsteines zu erleichtern, kann man die Klappe *F* (Schnitt *ee*) in die punktirte Lage  $F_1$  bringen, indem man dieselbe mit Hilfe des Hebels *G* (Schnitt *dd*) um 180 Grad dreht. Die kalte Luft des Fußbodens steigt durch den Spalt *I* des Ofenfußes empor, erwärmt sich an den betreffenden Wandungen des Canales *D* und entweicht seitwärts in das Zimmer.

*Wehrenbold* in Lehen a. d. Lippe erwärmt, wie aus Fig. 250 zu erkennen ist, mittels der schon durch Mauerwerk gering leitend gemachten Wände der Feuer-

Fig. 250.

Ofen von *Wehrenbold* in Lehen a. d. Lippe.

stelle Luft, welche, zwei Canäle durchströmend, ihre Wärme an die Zimmerluft abgibt und hierauf zur Nahrung des Feuers dient. Dieser Gedanke würde, wenn zweckmäßig ausgebildet, im vorliegenden Sinne sehr gut zu verwenden sein; leider ist der Ofen im Uebrigen nicht zu loben.

Endlich ist noch das Verfahren zu nennen, welches die übergroße Erwärmung der Heizflächen dadurch verhindert, daß die Feuerstelle in einen größeren Raum eingebaut ist, so daß die Wände derselben von dem niedersteigenden Rauch befüllt werden, während diesem bei dem Verlassen der Feuerstelle sofort eine große Heizfläche dargeboten wird. Am vollständigsten ist dieser Gedanke in dem Ofen von *Weibel, Briquet & Co.* (Fig. 254, S. 222) durchgebildet.

Der mehrgenannte Staub zerfällt sich auch bei geringerer Temperatur, jedoch in geringerem Maße. Man verwendet deshalb vielfach ausschließ-

lich oder doch auf längere Strecken thönerne Ofenwände oder schaltet Wasser, bezw. Wasserdampf zwischen die Einschließungswände und die Wände, welche die Luft erwärmen sollen, d. h. man verwendet Wasser-, bezw. Dampfheizungen.

Wenn schon der in der Luft schwebende Staub die Gefahr einer Luftverschlechterung bietet, so ist dasselbe in viel höherem Maße der Fall Seitens desjenigen Staubes, welcher sich auf den Heizflächen ablagert. Es sind daher die Heizflächen regelmäßig rein zu halten, also an jeden Ofen und auch an die Aufstellungsart desselben die Forderung zu stellen, daß die Heizflächen, welche Staub aufzunehmen vermögen, möglichst klein und von Staub möglichst bequem zu säubern sind. Da an lothrechten Flächen die Staubablagerung sehr gering ist und diese, wie an anderem Orte besprochen wurde, für die Wärmeabgabe sehr günstig

find, so ist das Ueberwiegen der lothrechten Flächen eines Heizkörpers regelmässig als Vorzug desselben aufzufassen.

Die lebhaften Temperaturschwankungen, denen die Ofenwände unterworfen sind, bedingen wechselnde und verschiedenartige Ausdehnungen. Den selben ist namentlich deshalb Rechnung zu tragen, weil sie — durch Zerfspringen der Wände oder allmähliches Zerftören derselben — Undichtheiten hervorrufen. Diese veranlassen einen Wärmeverlust, indem Luft durch sie eingefogen wird; sie lassen aber auch Rauch ausströmen, sobald durch irgend einen Zufall der Druck in den Rauchwegen grösser wird, als ausserhalb derselben. Die Verdichtung der Fugen mittels Sand (vergl. Art. 177, S. 146) dient in vielen Fällen, eine genügende Dichtheit hervorzubringen, während die freie Beweglichkeit der Wandtheile nicht gestört wird. In anderen Fällen muss die Anordnung der Ofentheile so getroffen werden, dass dieselben ihrem Dehnungsbestreben, ohne zu grosse Spannungen hervorzubringen, nachzugeben vermögen. Bemerkenswerth ist in dieser Beziehung der Kachelofen von *Wiman* (Fig. 251)

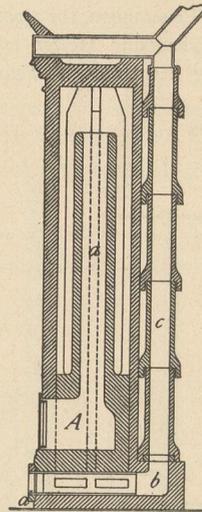
Von der Feuerstelle *A* steigt der Rauch in dem gemauerten Schacht *a* empor und sinkt alsdann, seine Wärme abgebend, allmählich in dem den genannten Schacht ringförmig umgebenden Hohlraum bis in den Rauchweg *b*, von wo aus derselbe mittels des thönernen Rohres *c* zum Schornstein gelangt. In derselben wagrechten Ebene haben sonach die zusammenhängenden Theile des Ofens annähernd gleiche Temperaturen, so dass sie sich gleichmässig zu dehnen vermögen. Der Ofen ist für Holzfeuerung bestimmt und deshalb ohne Rost; Rufs und Flugasche werden durch die einzige Reinigungsöffnung *d* abgezogen. (Eingehendere Beschreibung in: *Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1880, S. 7.)

Nach den gegebenen, vorwiegend allgemeinen Erörterungen will ich noch einige Heizöfen besonders beschreiben, wenn auch die Auswahl, mit Rücksicht auf den Rahmen dieses »Handbuches«, nur eine sehr knappe sein darf.

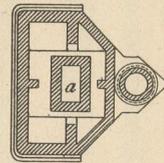
In jeder Beziehung empfehlenswerthe Gasöfen kenne ich nicht, verweise deshalb lediglich auf die nachstehend verzeichneten Quellen.

- Le chauffage au gaz (cheminées, fourneaux, foyers divers)*. *Nouv. annales de la const.* 1857, S. 74.  
 SCHNUHR. Gas-Heiz- und Koch-Apparate. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 641.  
 SCHNUHR. Gasheizungen für grosse und hohe Räume, resp. Kirchen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 649.  
 Ueber Verwendung des Leuchtgas zum Heizen der Kirchen. *Polyt. Journ.* Bd. 164, S. 32.  
 HENNEBERG. Neuer Gasofen. *Maschin.-Conf.* 1871, S. 87.  
 BLACKHAM. Verbesserte Gasofen. *Polyt. Journ.* Bd. 212, S. 79.  
 Ueber Gasheizung. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1874, S. 616.  
 MÜLLER et EICHELBRENNER. *Nouveau système de chauffage des fours à gaz*. *Nouv. annales de la const.* 1874, S. 6.  
 KIDD's Gasofen für Haushaltzwecke. *Polyt. Journ.* Bd. 217, S. 105.  
 MARLIN, PH. Heizung von Zimmern mit Leuchtgas. *Journ. de l'éclairage* 1875, S. 341.  
 KUHLMANN, F. *De l'éclairage et du chauffage par le gaz au point de vue de l'hygiène*. Paris 1876.  
 GERMINET, G. *Chauffage et éclairage par le gaz*. Paris 1876.  
 TASKIN. BICHEROUX' Gasofen. *Polyt. Journ.* Bd. 219, S. 220.

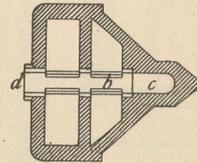
Fig. 251.



Lothrechter Schnitt.



Wagrechter Schnitt in mittlerer Höhe.



Wagrechter Schnitt durch den Rauchweg b.

Kachelofen von *Wiman*.

269.  
Einfluss  
d. Temperatur-  
schwankungen.

270.  
Öfen für  
Gas u. präpa-  
rirte Kohle.

Gasofen von L. VANDERKELEN. Polyt. Journ. Bd. 222, S. 3.

WALLACE, J. Die Anwendung des Steinkohlengases zum Heizen. *Eng. and mining journ.* Vol. 21, S. 37. Bericht über die Weltausstellung von Philadelphia 1876. Herausgegeben von der österreichischen Commission. 17. Heft. Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Von L. STROHMAYER. Wien 1877. S. 16.

VANDERKELEN. Gasofen. Maschinenb. 1877, S. 317.

Gasheizung der Wohnhäuser und Küchen. Rohrleger 1879, S. 160.

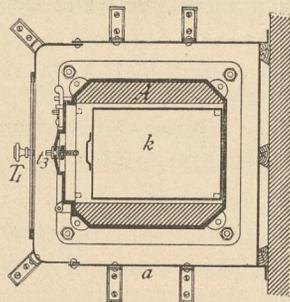
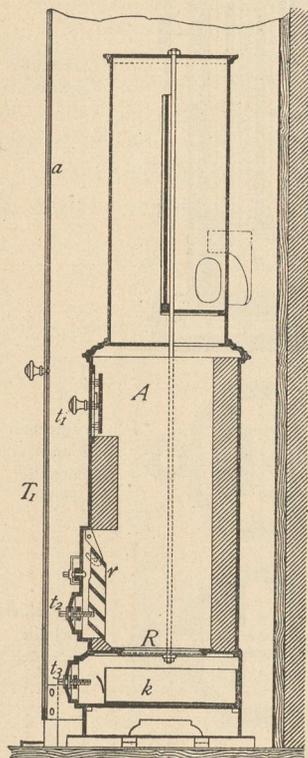
FISCHER, H. Feuerungen für Gas. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 197.

BUHE, A. Kochen und Heizen mit Leuchtgas. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1880, S. 542.

Zur Anwendung des Gases für Heizzwecke. Journ. f. Gasb. u. Waff. 1880, S. 741.

Fig. 252.

271.  
Mantel-  
öfen.



Halbfüllöfen.

Oefen für die fog. präparirte Kohle werden fast nur für Eisenbahnwagen verwendet; ich darf mich daher begnügen, die unten stehenden Quellen zu nennen<sup>104</sup>).

Von Zimmeröfen mit Mantel erwähne ich zunächst den *Meidinger*-Ofen (vgl. Art. 246 u. Fig. 234, S. 205).

Stark backende Kohle vermag man in dem Ofen nicht zu verbrennen. Bei Verwendung von Coke ist es leicht möglich, den Ofen mehrere Tage ununterbrochen im Betrieb zu erhalten. Der Verlauf des Rauchweges ist kein günstiger; jedoch zwingt der hoch aufgeschichtete Brennstoff den Rauch, vorwiegend den Wänden entlang zu strömen. Die zu große Erwärmung der Außenflächen soll verhütet werden durch Rippen, welche in großer Zahl an denselben angebracht sind. Der Ofenschacht ist zunächst von einem Blechmantel *I* und ferner von einem zweiten, eben solchen Mantel *K* umgeben, so daß die Außenfläche genügend kalt gehalten wird, um einen Anstrich erhalten zu können. Der vorliegende Ofen erwärmt die im Zimmer befindliche Luft; es ist leicht, den unteren Theil des Ofens so anzuordnen, daß dem Ofen nur, oder doch theilweise frische Luft zugeführt wird.

Der irische Ofen (vergl. Art. 246 und Fig. 235, S. 205) ist dem *Meidinger*-Ofen betreffs der Feuerung sehr nahe verwandt. Die Rauchwärme wird aber durch denselben besser ausgenutzt, indem der Rauch vom Feuerfchachte ab noch einmal niederfinken und steigen muß, bevor er zum Schornstein gelangt. Die Beschickung des Ofens erfolgt von oben, nachdem sowohl die obere Deckelplatte als auch der Deckel *c*, welcher zwischen Leisten *d* Führung findet, zur Seite geschoben ist. Man vermag dem Ofen frische kalte Luft zuzuführen; auch ist durch Anbringung des Wasserbeckens *V* für Anfeuchtung der Luft geforgt.

Sehr gebräuchlich ist der Halbfüllöfen (Fig. 252).

<sup>104</sup>) Mitth. d. Gewbver. f. Hannover 1871, S. 316.

Die durch einen eisernen Kasten gebildete Feuerstelle *A* ist mit feuerfesten Steinen ausgekleidet. Die Zuführung der Verbrennungsluft erfolgt zum Theil durch den wagrechten Roß *R*, zum Theil durch den lothrecht angeordneten Roß *r*. Letzterer vermag das Feuer auch bei Füllung der Feuerstelle noch mit Luft zu versorgen; es wird alsdann die Luftklappe  $t_3$  geschlossen, die Klappe  $t_2$  entsprechend geöffnet. Nach entsprechender Verringerung der Brennstoffschicht schließt man die Klappe  $t_2$  und öffnet statt ihrer die Klappe  $t_3$ . Offenbar ist es möglich, den Ofen sowohl mit dünner Brennstoffschicht als auch so zu verwenden, daß zur Zeit eine sehr große Brennstoffmenge eingeworfen wird. Behuf des Reinigens ist der lothrechte Roß *r* auszuheben; das Einfüllen des Brennstoffs geschieht durch die Thür  $t_1$ . Von der Feuerstelle aus steigt der Rauch in der einen Hälfte des cylindrischen Ofenaufsatzes empor, überschreitet die Querwand desselben und sinkt nunmehr nach unten, um in den Schornstein abzufließen. Durch Einthüllen des Ofens mittels eines Blechmantels vermag man die lästigen Wärmestrahlen zu vermindern, auch die Anordnung zu treffen, vermöge welcher nach Bedarf den Heizflächen frische Luft zugeführt werden kann.

Fig. 253 stellt einen recht zweckmäßigen, von *Rafsch*<sup>105)</sup> angegebenen eisernen Ofen in zwei lothrechten Schnitten dar.

Vom Planroß *A* steigt der Rauch im Rohr *B* empor und entweicht entweder — bei geöffneter Droffklappe *C* während des Anheizens — auf kürzestem Wege in das zum Schornstein führende Rohr *D* oder — während des eigentlichen Heizens — auf dem längeren Wege durch die Rohre *E*, *F*, *G* nach derselben Stelle. Das Erglühen der Feuerstellenwände wird durch den topf-

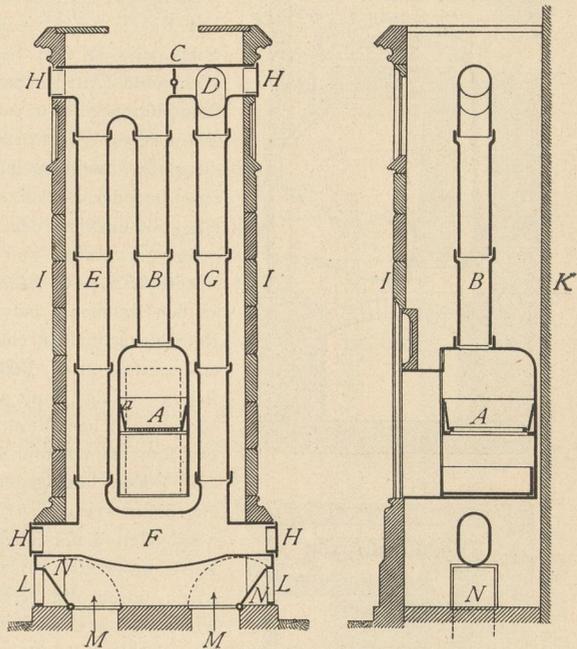
Fig. 253.

förmigen eisernen Einsatz *a* verhütet. *H* bezeichnet die vier Putzöffnungen. Der Ofen ist an drei Seiten von einem aus Kacheln gebildeten Mantel *I* umgeben, der durch die Wand *K* abgeschlossen ist. Der Mantel ist oben offen, unten jedoch bis auf die beiden Oeffnungen *L* geschlossen. Unter dem Ofen befinden sich zwei Luftzuführungsöffnungen; je nachdem man nun mittels der Klappen *N* die Oeffnungen *L* oder *M* schließt, führt man dem Ofen frische Luft oder Luft des Zimmers zur Erwärmung zu.

Oefen, wie der eben beschriebene, führen häufig den wenig zutreffenden Namen »Ventilationsofen«. Mehrere derselben, so wie zahlreiche Zimmeröfen überhaupt sind in der unten genannten Quelle<sup>106)</sup> beschrieben, und es sei auch noch auf das auf S. 224 aufgenommene Literaturverzeichniß verwiesen.

Von den Oefen für Sammelheizungen, die häufig den Namen Caloriferen erhalten, nenne ich zunächst den schon erwähnten Schachtofen des Eisenwerks Kaiserslautern (vergl. Art. 252 u. Fig. 239, S. 208 u. 209).

Der Zutritt der Verbrennungsluft wird durch den Schieber *S* geregelt; die Wände der Feuerstelle sind durch Ausmauerung vor übergroßer Erhitzung geschützt. Der Rauch bewegt sich in dem Schacht *D* zunächst nach oben, durchströmt die Canäle *G* und gelangt, seiner Abkühlung entsprechend, allmählich sinkend durch den Hals *F* zum Schornstein. Die Lage der Rauchwege ist sonach in Bezug auf Wärmeausnutzung sehr zweckmäßig; sie ist es nicht weniger in Bezug auf Entruffung. Nach Lösung der hinter der Thür *P* befindlichen Kopfplatte vermag man mittels einer Bürste mit langem Stiel die Rauchwege *G*

Ofen von *Rafsch*.  $\frac{1}{35}$  n. Gr.

272.  
Oefen für  
Feuerluft-  
heizungen.

<sup>105)</sup> Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1866, S. 399.

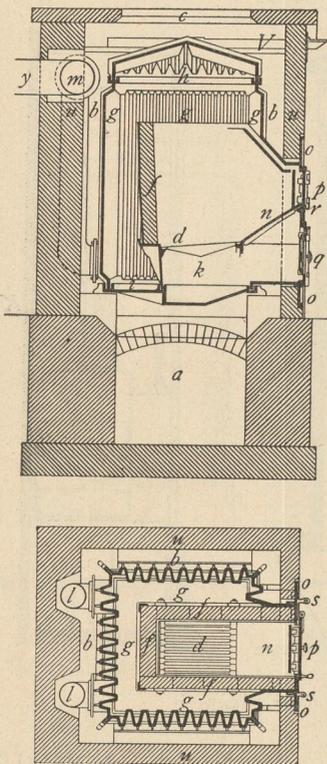
<sup>106)</sup> SCHOTT, E. Ueber Zimmerheizung. Hannover 1854.

zu putzen und Rufs nebst Flugafche in den Raum *F* zu stofsen; von *Q* aus wird der angefammelte Schmutz entfernt. Man vermag ferner, wenn in den Raum *F* ein Licht gehalten wird, von der Oeffnung *P* aus die Innenwände der Rauchwege deutlich zu überfehen und auf ihre Reinheit zu prüfen. Der Ausdehnung der Ofentheile ift dadurch Rechnung getragen, dafs der Schacht *AD* nur an feinem unteren Ende gefützt ift, in der Vorderwand der Heizkammer aber fich frei bewegen kann, dafs ferner der Hals *F* auf einer Rolle ruht, die auf der Bahn *H* eine bequeme Verſchiebung des Ofenhintertheils vermittelt. Die faft ausschließlich lothrechten Heizflächen find fowohl in Bezug auf Wärmeabgabe, als auch in Bezug auf Ablagerung des Staubes fehr günstig angelegt; der etwa abgelagerte Staub kann leicht entfernt werden. Die in dem unteren Theil der Heizkammer eintretende Luft vermag faft ausschließlich in lothrechter Richtung nach oben zu ſtrömen; überall find reichliche Querſchnitte für den Durchlaß der Luft. *E* bezeichnet die Einſtiegthür der Heizkammer.

Bemerkenswerth ift der Ofen von *Weibel, Briquet & Co.* in Genf, welchen Fig. 254 im lothrechten, bezw. wagrechten Schnitt wiedergiebt.

Die Feuerſtelle befindet ſich etwa in der Mitte des Ofens; *d* bezeichnet den Planroſt, deſſen Stäbe ſich einerſeits gegen die Roſtplatte *n*, andererseits auf eine Leiſte des Unterſatzes *k* ſtützen. Unter dem

Fig. 254.



Ofen von *Weibel, Briquet & Co.* in Genf.

Roſt befindet ſich ein Becken, welches beſtimmt ift, Waſſer aufzunehmen (vergl. Art. 247, S. 206). Die Feuerſtelle ift von gemauerten, mit eiſernem Gerüſt verſehenen Wänden *f* umgeben, deren Außenfläche Seitens der zu erwärmenden Luft nicht beſpült wird. Der Rauch erhebt ſich von der Feuerſtelle lothrecht nach oben und ſinkt dann an drei Seiten der Feuerſtelle nach unten, um durch die Blechrohre *l* in das Sammelrohr *m* und von dieſem in das zum Schornſtein führende Rohr *y* zu gelangen. Der Rauchweg ift in Bezug auf Wärmeabgabe recht zweckmäßſig, wenn auch die Blechrohranwendung *lm y* nicht zu loben ift. Um die nöthige Heizfläche zu ſchaffen, ſind der Deckel *h* des Ofens und die Wandungen *g* fowohl gefaltet als auch an der Außenſeite mit Rippen verſehen. Die Befreiung des Ruffes und der Flugafche erfolgt nach Wegnahme der Feuerthür *p*, der Aſchenfallthür *q* und der Zwischenplatte *r*, welche an den Rahmen *o* geſchraubt ſind, ſo wie der Roſtplatte *n* nebst den Roſtfläben, indem ein Arbeiter auf den Boden des Aſchenfalls tritt, und mittels eines Befens fowohl die Wände abkehrt, als auch den Boden *i* reinigt, Rufs wie Flugafche aus den beiden, links und rechts von der Aſchenfallthür angebrachten Putzöffnungen *s* hinauswerfend. Das Rauchſammelrohr *m* wird von feinen Enden aus gereinigt. Deckel und Boden ſind gegen den Mantel durch mit Sand gefüllte Rillen abgedichtet (vergl. Art. 177, S. 146), ſo dafs eine gegenſeitige Beweglichkeit dieſer Theile geſichert ift. Ob jedoch der der ſtärkſten Hitze ausgeſetzte Deckel, welcher verſchiedenartig erwärmt werden wird, durch die verlangten Dehnungen nicht theilweiſe geprengt wird, ift mir zweifelhaft. Die Falten des ausgedehnten Deckels werden viel Staub anfammeln, welcher, da man dieſelben nicht zu reinigen vermag, recht unangenehme Gerüche entwickeln dürfte. Ueberhaupt ift die enge Einſchließung des Ofens Seitens der Heizkammerwände *u* nicht zu loben.

Die zu erwärmende Luft tritt bei *a* ein und verläßt die Heizkammer bei *c*.

Theils um die Temperatur der Heizflächen gering, theils um ſie von der wechselnden Wärmeentwicklung unabhängiger zu machen, verfertigen einige Heiztechniker die Oefen ganz aus Steinen. Es mögen hier zwei derartige Oefen kurz beſprochen werden. Beide beſitzen ihre Feuerſtelle im Fuße eines lothrechten Schachtes. Der Rauch tritt am oberſten Ende deſſelben in mehrere neben einander liegende Canäle und ſtrömt in dieſen bis nahe an das hintere Ende der Heizkammer, ſinkt dann in eine zweite Reihe folcher Canäle, in denen er ſich nach vorn be-

wegt etc., bis er endlich aus den unteren Canälen unter Vermittelung eines Sammelcanales in den Schornstein gelangt. Die Canäle sind durch die Hinterwand der Heizkammer verlängert und dort mit Deckeln versehen, nach deren Entfernung sie bequem geputzt werden können. So nach ist der Verlauf der Rauchwege ein recht günstiger. In Bezug auf die Detailconstruction unterscheiden sich beide in Rede stehende Oefen.

Der Ofen von *Wiman*<sup>107)</sup> ist theils aus feuerfesten, theils aus gewöhnlichen Ziegeln hergestellt. Die Construction der Rauch- und Luftcanäle ist aus den beiden lothrechten Schnitten (Fig. 255) erkennbar.

Der Querschnitt läßt die gegenfeitige Lage der Rauchcanäle *a* deutlich erkennen, während die lothrechten Luftwege *b* durch die Versteifungssteine *c* theilweise verdeckt sind. Die Rauchcanäle liegen auch dicht an der Heizkammerwand *e*, was wohl nicht zu loben ist. Der Längenschnitt ist durch die Luftcanäle geführt. Grundfätzliche Mängel dieses Ofens sind nur die schwierige, bezw. unmögliche Befestigung des Staubes von den oberen Flächen der Versteifungssteine *c*, so wie die vielen, nur durch Mörtel gedichteten Fugen, welche den Eintritt erheblicher Luftmengen in die Rauchcanäle gestatten und dadurch die Nutzleistung des Ofens herabdrücken dürften.

*Gaillard, Haillet & Co.* haben die Mängel des vorhergehenden Ofens theilweise beseitigt<sup>108)</sup>.

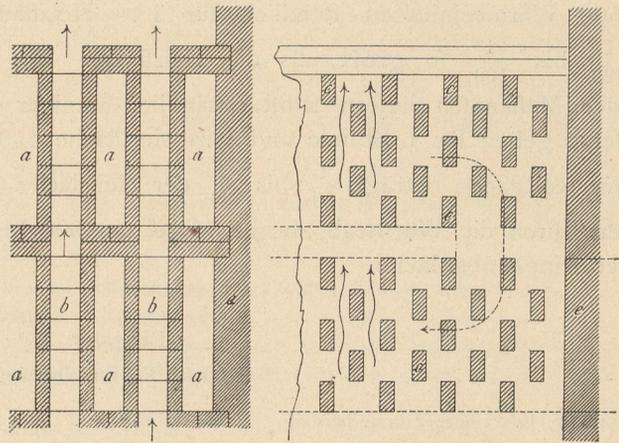
Fig. 256 giebt oben einen lothrechten, unten einen wagrechten Schnitt eines Theils des betreffenden Ofens.

Durch Aufeinandersetzen der Hohlsteine *A* sind die lothrechten Luftcanäle *b* gebildet; vorspringende Leisten der Steine *A* tragen die Platten *B*, wodurch die wagrechten Rauchwege *a* entstehen. Behuf möglicher Abdichtung der Luftcanäle *b* gegen die Rauchcanäle *a* sind erstere an den Fugen der Steine *A* mit eisernen Büchsen *c* versehen.

Die soeben beschriebenen Oefen haben, wie schon erwähnt, auch den Zweck der Wärmeaufspeicherung, so daß auch bei weniger gleichförmigem Feuer eine gleichförmige Wärmeentwicklung vermittelt wird. In welchem Maße diese Wärmeaufspeicherung gelingt, ist rechnungsmäßig nicht zu bestimmen.

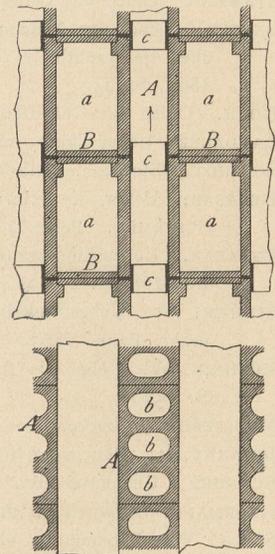
Die für eine bestimmte Wärmeabgabe erforderliche Heizfläche könnte man bestimmen, indem man die wechselnde Temperatur des Rauches und auch die Temperatur der Luft, welche die Heizflächen zu bespülen hat, zu bestimmen sucht und mit Hilfe der Wärmeübergangszahlen, die früher gegeben wurden (vergl. Art. 72, S. 65), rechnet. Das Verfahren ist jedoch nicht allein ein äußerst mühseliges,

Fig. 255. Querschnitt. Längenschnitt.



Luftheizungs-Ofen von *Wiman*.  $\frac{1}{30}$  n. Gr.

Fig. 256.



Luftheizungs-Ofen von *Gaillard, Haillet & Co.*  $\frac{1}{20}$  n. Gr.

273.  
Erforderliche  
Heiz- u. Rost-  
fläche.

<sup>107)</sup> Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 383.

<sup>108)</sup> Polyt. Journ. Bd. 231, S. 294.

fordern auch oft ein erfolgloses, da die Rauchttemperaturen, die Einflüsse der Be-  
ruffung, die Lage der Heizflächen etc. bis jetzt noch nicht genügend verfolgt werden  
können. Ich begnüge mich daher mit der Angabe einiger Durchschnittszahlen.

Man rechnet für Oefen aus Thon, deren Wandungen dünn sind, 1000 bis  
1500 Wärmeeinheiten stündlich für 1 qm Heizfläche und macht die Rostfläche  
 $\frac{1}{120}$  bis  $\frac{1}{100}$  so groß, als die Heizfläche. Die Heizflächen der dickwandigen  
oder Massenöfen liefern selbstverständlich weniger Wärme. Eiserne, glattwandige  
Oefen geben für 1 Stunde und 1 qm Heizfläche 1500 bis 2500 Wärmeeinheiten ab;  
ihre Rostfläche beträgt  $\frac{1}{50}$  bis  $\frac{1}{80}$  der Heizfläche. Die Rippen der eisernen Oefen  
vermehren die Wärmeabgabe im Mittel um 600 bis 1000 Wärmeeinheiten für 1 qm  
der Rippenoberfläche.

### Literatur

über »Oefen für Einzelheizungen«.

- SCHOTT, E. Ueber Zimmerheizung. Hannover 1854.
- HERRMANN, Beitrag zur Zimmerheizung mittels Kachelöfen nebst Angabe verschiedener von innen und  
von außen heizbarer Kachelöfen. Allg. Bauz. 1856, S. 222.
- MANGER. Ruffische Stubenöfen. Zeitfchr. f. Bauw. 1858, S. 259.
- SCHMIDT, E. Kachelöfen für Steinkohlenbrand. Zeitfchr. d. Ver. deutsch. Ing. 1859, S. 89. Polyt.  
Centralbl. 1859, S. 939.
- STAMMAN. Oefen aus Gufseifen. Zeitfchr. f. Bauw. 1861, S. 110.
- BECKER. Ueber den Nutzen und die Vortheile der Anwendung luftdicht schließender Ofenthüren, so wie  
über die Nachtheile bei zweckwidriger Behandlung derselben. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk.  
1861, S. 24.
- KOCH. Oefen aus Gufseifen mit vergrößerter Heizfläche. Zeitfchr. f. Bauw. 1863, S. 132.
- LANDAUER. Ueber Cokes- und Steinkohlenöfen zur Beheizung von Zimmern. Polyt. Journ. Bd. 164, S. 101.
- SCHMIDT. Steinkohlenfüllöfen von Gebr. CORNEAU. Polyt. Journ. Bd. 166, S. 183.
- DELABAR. Ueber die Einrichtung, Wirkungsweise und Leistungsfähigkeit des neuen Zimmerofens von  
SCHIRMER. Polyt. Journ. Bd. 166, S. 258.
- DELABAR. Ueber die weiteren Verbesserungen der neuen Zimmeröfen von SCHIRMER. Polyt. Journ.  
Bd. 168, S. 17, 114.
- SPILLER, PH. Ueber Beheizungsmethoden und einen neu construirten Stubenofen. ROMBERG's Zeitfchr. f.  
prakt. Bauk. 1863, S. 245.
- RÜTHNIK, W. Ueber die Anwendung luftdichter Ofenthüren. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1864,  
S. 153.
- MOUSSERON. *Nouveau foyer pour le chauffage des appartements. Nouv. annales de la const.* 1864, S. 44.
- JOHANNY, R. Rauchverzehrende Oefen. Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver. 1864, S. 113.
- SCHNUHR. Chamottekasten für Cokesheizung. Zeitfchr. f. Bauw. 1865, S. 77.
- HERRMANN. Zimmeröfen mit Luftkasten und fenkrechten Rauchzügen. Allg. Bauz. 1865, S. 125.
- STAIB. Vervollkommnung von Heizapparaten. Allg. Bauz. 1865, S. 333.
- GRAFF. Ueber einen Ventilations-Zimmerofen. Polyt. Journ. Bd. 177, S. 367.
- REGNAULT u. CHEVREUL. Ueber die vermeintliche Ungesundheit gufseiferer Zimmeröfen. Polyt. Journ.  
Bd. 177, S. 408.
- Heizapparat mit gefättigter Luft. Allg. Bauz. 1866, S. 203.
- BREMEN. Stubenofen aus Blech. Polyt. Centralbl. 1866, S. 378.
- Verhältnisse der gewöhnlichen Zimmeröfen sowie der mit Ventilation verbundenen Luftkastenöfen zu den  
geheizten oder ventilirten Räumen. Allg. Bauz. 1867, S. 242.
- Circulationsöfen. Allg. Bauz. 1867, S. 290.
- Ueber Zimmeröfen und Luftheizungs-Apparate. ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 141 u. 263.
- Ofen-Regulator. Deutsche Bauz. 1867, S. 392.
- Leistungsfähigkeit verschiedener Oefen. Deutsche Bauz. 1867, S. 476.

- DOBB's Zimmerofen. *Polyt. Centralbl.* 1867, S. 241.
- TREUDING. Ueber fehlerhafte Construction von Kachelöfen. *Zeitfchr. f. Bauw.* 1868, S. 326 u. 462.
- Vorfichtsmaßregeln gegen Entwicklung von Kohlenoxyd-Gas. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 509; 1868, S. 61.
- Nachtheile der eisernen Oefen. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 203.
- Apostel-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 482.
- LERAS. Ventilofen. *Maschin.-Conf.* 1868, S. 43.
- BUCHNER, O. Ueber Ofenheizung aus der Parifer Ausstellung. *ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk.* 1868, S. 21.
- BOYER. Ventilations-Oefen. *Allg. Bauz.* 1868—69, S. 215.
- Coaksofen zur Zimmerheizung, theils aus Thon, theils aus Eifen erbaut. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1869, S. 457.
- KÖNIG's Coaksofen zur Zimmerheizung. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1869, S. 458.
- Verjüngt (von unten nach oben) construirte Züge für Stubenöfen zur Brennmaterial-Erfparnis und Vermeidung von Rufsverstopfung. *Maschin.-Conf.* 1869, S. 254.
- Ventilations-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 27.
- Les inconveniens hygiéniques des poêles en fonte. Moniteur des arch.* 1869, S. 120, 141.
- MORLOK, G. Die Heizung durch Zimmeröfen. Stuttgart 1870.
- Bericht der Commission des Vereins der Gasfachmänner Deutschlands über die eingegangenen Concurrenzarbeiten für die Construction zweckmäßigster Stubenöfen zu Gascoke. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1870, S. 601.
- Oefen für Bahnwärterbuden. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 91.
- Oefen für Arbeiter-Wohnungen. *Deutsche Bauz.* 1871, S. 222.
- WOLPERT. Die patentirten WOLPERT'schen Füllöfen. *Zeitfchr. d. bayer. Arch.- u. Ing.-Ver.* 1871, S. 12.
- Die MEIDINGER'schen Regulirfüllöfen und WOLPERT'schen Oefen. *Baugwks.-Ztg.* 1871, S. 87, 97. *Journ. f. Gasb. u. Waff.* 1871, S. 389.
- RIST-KUSTERMANN. Regulir-Füllöfen. *Baugwks.-Ztg.* 1871, S. 104.
- HAILER, RIST-KUSTERMANN's pat. Regulirfüllöfen. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 220.
- WIEDERHOLD. Ueber einige Zimmeröfen neuer Construction. *Polyt. Centralbl.* 1871, S. 766.
- Amerikanischer hygienischer Heizofen, zugleich ventilirend. *Maschin.-Conf.* 1871, S. 285.
- MEIDINGER's Füllöfen. *HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1871, S. 140.
- CORDES. Patentregulirofen. *HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1871, S. 141.
- OPDENHOFF. Glafirter Chamotteofen. *HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1871, S. 141.
- HEINO. Ofen. *HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1872, S. 173.
- ZWICK, H. Die Zimmer-Oefen der letzten 10 Jahre. Leipzig 1874.
- KAMMERER. Füllöfen für Zimmerheizung. *Polyt. Journ.* Bd. 212, S. 79.
- BLAZICEK's neue Ofenconstruction. *Polyt. Centralbl.* 1874, S. 1275. *Maschinenb.* 1874, S. 390.
- BROWN u. GREEN's stove. *Engineer*, Vol. 37, S. 112.
- Oefen mit Ventilation. *Public health*, Vol. 2, S. 279.
- BLAZICEK. Füllöfen. *Maschinenb.* 1875, S. 207.
- HOTOP. Ueber einen verbesserten thönernen Zimmerofen. *Polyt. Centralbl.* 1875, S. 1351.
- Ueber Stuben- oder Zimmeröfen. *HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1875, S. 6, 24, 37, 52, 70.
- STEER's stove. *Iron*, Vol. 5, S. 136.
- Füll-Regulir-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1869, S. 237; 1875, S. 78; 1876, S. 48.
- Verbesserte Kachel-Oefen. *Deutsche Bauz.* 1876, S. 94.
- ZWILLINGER, A. Von den Stuben-Oefen. *Zeitfchr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1876, S. 97, 117, 161 u. 200.
- BROC. Ventilationsofen für Steinkohlen etc. *Maschin.-Conf.* 1876, S. 363.
- Stubenofen, genannt Kaminkeffelöfen. *HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1877, S. 93.
- Der Zimmerofen von HOTOP. *HAARMANN's Zeitfchr. f. Bauhdw.* 1877, S. 26.
- STÜBBEN. Construction einiger neuen Zimmeröfen. *ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk.* 1877, S. 46.
- MEIDINGER. PERRY's (amerikanischer) Füllöfen. *Polyt. Journ.* Bd. 225, S. 203; Bd. 226, S. 117.
- BLAZICEK. Ventilirofen. *Maschinenb.* 1877, S. 402.
- BOSC, E. *Un nouvel appareil de chauffage. Gaz. des arch. et du bât.* 1877, S. 289.
- SCHMÖLCKE's patentirter Ventilationsofen für Luftab- und -zuführung. *ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk.* 1878, S. 329.
- Univerfal-Heizapparat. Patent BLAZICEK. *ROMBERG's Zeitfchr. f. prakt. Bauk.* 1878, S. 149.

- Der Zimmer-Schachtofen des Eifenwerks Kaiferslautern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1878, S. 194.
- Der Pfälzer Ofen des Werkes Kaiferslautern. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1878, S. 348.
- WOLFFHÜGEL, G. Kohlenoxyd und gußeiserne Oefen. Zeitschr. f. Biologie 1878, S. 506.
- FISCHER, F. Zur Heizung mit Stubenöfen. Polyt. Journ. Bd. 230, S. 322.
- GROTEFEND's Regulir-Füllöfen. Maschinenb. 1878, S. 123.
- WÄCHTLER. Wiener Sparöfen. Techn. Bl. 1878, S. 157.
- Die Reform des Kachelofens. Thonind.-Ztg. 1878, S. 339.
- FISCHER, F. Ueber neuere Heizversuche an Zimmer-Oefen. Deutsche Bauz. 1879, S. 242.
- LENTZ. Heizung für grössere Räume. Wochsch. d. Ver. deutsch. Ing. 1879, S. 482.
- Die Ausstellung von MARCUS ADLER, Fabrik wirthschaftlicher Heiz- und Kocheinrichtungen. Rohrleger 1879, S. 209.
- WOLPERT's Strahlenraum-Ofen. Zeitschr. f. Baukde. 1879, S. 65.
- FISCHER, F. Ausnutzung der Brennstoffe durch Zimmeröfen. Polyt. Journ. Bd. 233, S. 133.
- STEINMANN. TÄUBRICH's Ventilationsmantelöfen. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 105.
- WOLPERT's Strahlenraumofen. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 458.
- Description des poêles à double circulation d'air employés au collège du Locle.* Eifenb. Bd. 10, S. 77.
- Bringen gußeiserne Oefen die Gefahr der Vergiftung durch Kohlenoxyd? Gefundheit 1879, S. 226.
- WIMAN's Kachelöfen. Wochsch. d. Ver. deutsch. Ing. 1880, S. 7.
- Zerlegbarer eiserner Mantelöfen mit innerem Lufterhitzungsrohr von E. F. O. BERNHARD. Baugwks.-Ztg. 1881, S. 17.
- Patentirter Ofen mit Ventilations-Einrichtung und Sicherheitsklappe. Deutsche Bauz. 1881, S. 167.
- Neuer Ventilations-Zimmeröfen von SCHNELL und SCHNECKENBURGER. Schweiz. Gwbl. 1881, S. 174.
- Neue Ofenconfruction. Deutsche Bauz. 1881, S. 218.

## Literatur

über »Oefen für Sammelheizungen«.

- Ofen zur Luftheizung von Chamottesteinen in der Ulanen-Caferne zu Moabit bei Berlin. Zeitschr. f. Bauw. 1851, S. 258.
- Ofen zur Luftheizung von Eifen nach FELD'scher Confruction. Zeitschr. f. Bauw. 1851, S. 260.
- JANNIARD, H. *Des appareils calorifères en général et de celui de M. FONDET en particulier.* Revue gén. de l'arch. 1853, S. 166, Pl. 18.
- VINEY. *Calorifère.* Allg. Bauz. 1855, S. 389.
- BARTLETT. Luftheizungsöfen. *Scientif. Americ.* Vol. 4, S. 113.
- Luftheizungsöfen, conftruirt von SCHWATLO. Zeitschr. f. Bauw. 1863, S. 652.
- CAMPF. Ofen für Luftheizung. *Scientif. Americ.* Vol. 5, S. 216.
- Ueber Zimmeröfen und Luftheizungs-Apparate. ROMBERG's Zeitschr. f. prakt. Bauk. 1867, S. 141 u. 263.
- CERBELAUD. *Calorifère à air chaud et à eau chaude.* *Nouv. annales de la const.* 1867, S. 147.
- GAILLARD et HAILLOT. *Calorifère vertical entièrement en fonte.* *Nouv. annales de la const.* 1868, S. 51.
- GAILLARD et HAILLOT. *Calorifère à lames ondulées entièrement en fonte.* *Nouv. annales de la const.* 1868, S. 52.
- TRESCA. *Expériences exécutées sur un calorifère, présenté par M. M. WEIBEL & Cie.* *Annales de conserv. des arts et métiers,* Tome 8, S. 225.
- BROC. Central-Luftheizöfen. Polyt. Centralbl. 1869, S. 1544.
- TRESCA. *Expériences sur un calorifère en briques réfractaires creuses construit par M. M. GAILLARD et HAILLOT.* *Annales de conserv. des arts et métiers,* Tome 8, S. 392. Maschinen.-Conf. 1870, S. 216.
- WIMAN, E. A. Luftheizungs-Calorifère aus Ziegeln. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 383.
- INTZE. Centralheizöfen. Polyt. Centralbl. 1874, S. 1068.
- REINHARDT. *Air-heating apparatus.* *Engng.* Vol. 18, S. 253.
- FISCHER u. STIEHL. Neuer Luftheizapparat. Maschinenb. 1875, S. 201. Polyt. Centralbl. 1875, S. 1009.
- Verbesserter Luftheizapparat. Maschinen.-Conf. 1875, S. 190.
- KELLING. Luftheizungsöfen. Maschinen.-Conf. 1875, S. 345.
- FRANCHOT. *Calorifère à air chaud.* *Revue gén. de l'arch.* 1875, S. 157.
- Poêle-calorifère en fonte. Système CHIACOMETTI.* *Gaz. des arch. et du bât.* 1877, S. 235.
- DIETRICH & Cie. *Calorifères.* *Revue indust.* 1878, S. 44.
- Calorifère à air chaud de M. NICORA.* *Revue industr.* 1880, S. 23.

## Literatur

über »Feuerluftheizung«.

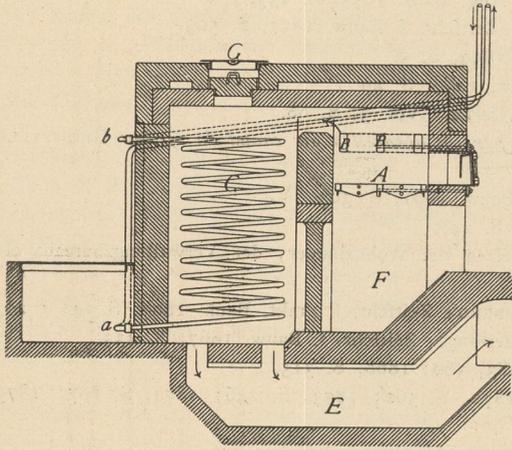
- BRUCKMANN, J. A. v. Beitrag zu der Luftheizung. Mergentheim 1829.
- WILLIAMS. Ueber den Gebrauch heisser Luft bei Heizungsanlagen. *Mechan. magaz.* Vol. 61, S. 491.
- JOHANNY. Erfahrungen in Betreff der Luftheizung. *Allg. Bauz.* 1855, S. 235.
- LÜBKE. Praktische Bemerkungen über Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1857, S. 509.
- HENNICKE. Ueber Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1859, S. 5.
- Ueber Luftheizung. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1859, S. 49.
- Ueber Luftheizungs-Anlagen. *Pract. mech. journ., 2. series,* Vol. 3, S. 88.
- Chauffage général d'une maison à loyer économique par un appareil à air chaud du système GROUVELLE.*  
*Nouv. annales de la const.* 1860, S. 42.
- Heizungs-Canäle für Luft und Dampf. *Zeitschr. f. Bauw.* 1861, S. 303.
- Heizapparat mit erwärmter Luft. *Allg. Bauz.* 1861, S. 247.
- Heizapparat mittels heisser Luftströmungen zum Heizen der Wohnzimmer, der Verwaltungsbureaux etc.  
*Allg. Bauz.* 1864, S. 6.
- Ueber Zimmeröfen und Luftheizungs-Apparate. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1867, S. 141 u. 263.
- BÖCKMANN. Erfahrungen bei Anwendung von Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 433.
- Luftheizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 71, 82, 283, 560; 1868, S. 315.
- Luftheizung. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 340, 445; 1872, S. 362; 1873, S. 246; 1874, S. 107; 1875, S. 162; 1876, S. 454.
- MEISSNER's Luftheizung. *Maschin.-Conft.* 1875, S. 291, 309.
- REINHARDT, J. H. Ueber Luftheizungen. *Corr.-Bl. d. niederrh. Ver. f. öff. Gefundheitspf.* 1876, S. 49.
- FISCHER und STIEHL. Neue Luftheizung. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1876, S. 24, 39.
- Ueber Luftheizungen. *Eisenb.* Bd. 6, S. 7, 15, 29, 38 u. 79.
- WOLPERT. Ueber Luftheizung. *Maschinenb.* 1877, S. 329.
- GOTTSCHALK, F. Ueber die Nachweisbarkeit des Kohlenoxydes in sehr kleinen Mengen und einige Bemerkungen zu der fog. Luftheizungsfrage. Leipzig 1878.
- RIETSCHEL. Ueber Luftheizung. *Deutsche Zeitschr. f. prakt. Med.* 1878, S. 595.
- Ueber die Luftheizung. *Rohrleger* 1878, S. 177, 195, 213, 229, 247, 267 u. 285.
- PAUL's patentirter Luftheizapparat. *Maschinenb.* 1879, S. 147.
- Neuere Luftheizapparate. *Maschinenbauer* 1879, S. 327.
- LASIUS, G. Warmluftheizung mit continuirlicher Feuerung. *Eisenb.* Bd. 11, S. 145, 151.
- THOMS, G. Ueber Luftheizung. *Rigafche Ind.-Ztg.* 1879, S. 89.
- HELLER. Ueber die Luftheizung. *Viert. f. ger. Medicin* 1879, S. 160.
- Technische Mittheilungen des schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins. 17. Heft: Warmluftheizung mit continuirlicher Feuerung. Von G. LASIUS. Zürich 1880.
- ZIUREK. Gutachten, betreffend die Beschaffenheit der Zimmerluft in den mit Luftheizung versehenen Schulclassen des französischen Gymnasiums und der Vorschule des Friedrich-Wilhelms-Gymnasiums zu Berlin in gesundheitlicher Beziehung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1880, S. 237.
- SCHWATLO's Luftheizungs-Apparat. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 125.
- FISCHER & STIEHL. Verbesserungen an Luftheizungs-Einrichtungen. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 459.
- WUTTKE, O. Central-Luftheizungs-Anlagen ohne Beordnung von Centrifugal-Ventilatoren. *Rohrl. u. Gefundh.-Ing.* 1880, S. 66.

γ) Vermittelung durch feste Wände und Wasser, bezw. Dampf.  
(Wasser- und Dampfheizung.)

Es kann nicht die Aufgabe des gegenwärtigen Abschnittes sein, eine Beschreibung, bezw. Erörterung der verschiedenen Dampfkeffelarten zu liefern. Ich begnüge mich vielmehr hier zu bemerken, daß unter bewohnten Räumen nur diejenigen Dampfentwickler zulässig sind, welche einen sehr kleinen Wasserraum besitzen, und füge hinzu, daß 1<sup>qm</sup> Heizfläche durchschnittlich 10 bis 25<sup>kg</sup> Dampf stündlich liefert.

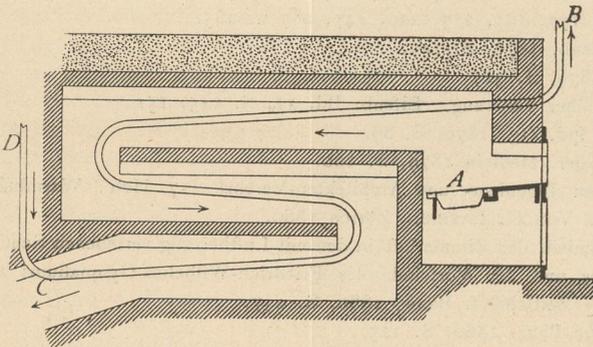
Die Feuerstellen der zum Erwärmen des Wassers dienenden Apparate sind nicht verschieden von den Feuerstellen überhaupt; die Apparate selbst unterscheiden sich hauptsächlich wegen der Verschiedenheit des Druckes, der in ihnen eintreten

Fig. 257.

Heizapparat für Hochdruck-Heizung.  $\frac{1}{60}$  n. Gr.

genen Rohre *C* und entweicht in den Rauchcanal *E*. Das zu erwärmende Wasser tritt bei *a* ein und verläßt den Apparat bei *b*. Die Hinterwand des Afschenfalls *F* ist »verloren« gemauert, so daß sie ohne große Umstände entfernt, somit die Heizschlange zugänglich gemacht werden kann. Die Klappe *G* gestattet nach ihrer Oeffnung das Reinigen der Rohrschlange von Flugasche.

Fig. 258.

Heizapparat für Hochdruck-Heizung von Schinz.  $\frac{1}{50}$  n. Gr.

untersten derselben; das Wasser fließt von *D* über *C* allmählich steigend und in der der Rauchbewegung entgegengesetzten Richtung nach *B* und von dort zu den Wärme abgebenden Rohren.

Andere Anordnungen findet man in unten genannten Quellen beschrieben <sup>109)</sup>.

Die Erwärmung des Wassers der Mitteldruck-Heizungen findet meistens in ähnlichen Apparaten statt; zuweilen benutzt man jedoch kesselartige Gefäße, die bei den Niederdruck-Heizungen meistens im Gebrauch sind.

Gewöhnliche, wie auch die verschiedenen Rohrdampfessel sind als Wasser-

kann. Die Wärmeaufnehmer der Hochdruck-Wasserheizungen sind deshalb ausschließlich aus eben solchen Rohren gebildet, wie zur Leitung des Wassers verwendet werden, während diejenigen der Niederdruck-Wasserheizungen vielfach an die Gestalt der Dampfessel erinnern, bezw. Kessel sind.

Fig. 257 ist der lothrechte Durchschnit eines gebräuchlichen Wärmeaufnehmers für Hochdruck-Wasserheizungen.

*A* bezeichnet die Feuerstelle. Die Luftzuführung erfolgt theils durch die Rostspalte, theils durch seitlich der Feuerstelle liegende Canäle *B*, welche über dem Rost in den Feuerraum münden. Der Rauch überschreitet die Feuerbrücke, bespült niedersteigend die schraubenförmig gebogenen Rohre *C* und entweicht in den Rauchcanal *E*. Das zu erwärmende Wasser tritt bei *a* ein und verläßt den Apparat bei *b*. Die Hinterwand des Afschenfalls *F* ist »verloren« gemauert, so daß sie ohne große Umstände entfernt, somit die Heizschlange zugänglich gemacht werden kann. Die Klappe *G* gestattet nach ihrer Oeffnung das Reinigen der Rohrschlange von Flugasche.

Nach Umständen legt man in den Schacht, in welchem die Feuergase niedersteigen, mehrere Schlangen, welche jede für sich mit ihren Leitungs- und Wärme abgebenden Rohren eine besondere Heizung bilden.

Wegen der ungünstigen Bepflung der Rohroberfläche der vorliegenden Anordnung empfiehlt Schinz die Rohrlage, welche Fig. 258 verfinnlicht.

Von der Feuerstelle *A* aus durchströmt der Rauch längs der Rohre *BC* über einander liegende Canäle bis zum

<sup>109)</sup> Heizapparat für Heißwasserheizung von R. O. MEYER in Hamburg. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 103.

Feuerung für Heißwasserheizung von FISCHER und STEHL in Essen a. d. Ruhr. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 372.

FISCHER. Das Gymnasium Andreaneum zu Hildesheim. Beschreibung der Heiz- und Ventilations-Einrichtungen. Zeitfchr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover 1870, S. 172.

heizkessel brauchbar. Von den den Warmwasser-Heizungen eigenen Wärmeaufnehmern sollen einige beschrieben werden.

Fig. 259 stellt den Querschnitt und wagrechten Längenschnitt eines gusseisernen Kessels von *Hartly & Sugden* dar.

Der zugehörige wagrechte Roßt liegt im Canal 1; von der Feuerstelle steigt der Rauch durch den Canal 2 nach oben, bewegt sich in 3 nach vorn und wird, durch eine im Mauerwerk ausgeparte Vertiefung, in die beiden Canäle 4, 4 geleitet, welche den Rauch wieder nach hinten führen. Nach Umständen wird derselbe noch weiter, mit Hilfe gemauerter Canäle, um den Kessel geleitet.

*Zani* hat einen kupfernen Kessel in der Weise angeordnet, wie Fig. 260 im Längen- und Querschnitt erkennen läßt.

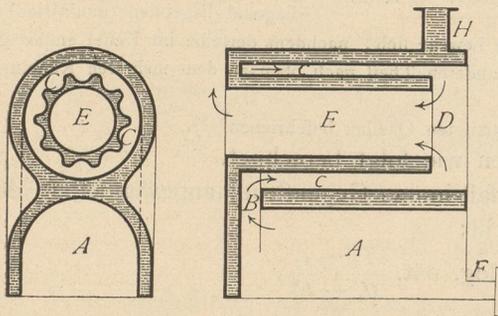
Hier ist in dem Raum *A* ebenfalls ein wagrechter Roßt angebracht, dessen Feuergase zunächst die gewölbte Decke des Raumes *A*, dann, den Spalt *B* durchströmend, die gewellte Fläche *C*, hierauf im Raum *D* sich wendend, die trommelförmige Fläche *E* bespülen. Von *E* aus kann der Rauch noch um den Kessel geführt werden. Das Wasser tritt bei *F* ein und verläßt den Kessel bei *H*.

Lothrechte Kessel sind im Allgemeinen beliebter, da sie die Anwendung einer Füllfeuerung bequemer machen.

Fig. 261 ist der lothrechte Schnitt eines derartigen Kessels <sup>110)</sup>.

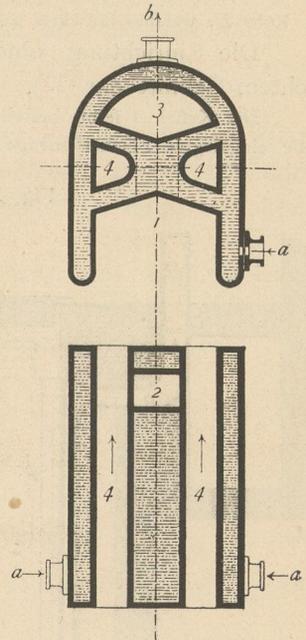
Derselbe besteht aus zwei in einander gesteckten Blechtrommeln mit seitlichem Feuerungshals *B*. Die Feuerung ist so, wie die des *Meidinger*-Ofens; der Brennstoff (*Coke*) wird von oben eingeworfen und stützt sich auf die ebene Bodenplatte des inneren Kesseltheils, im Feuerungshals eine entsprechende Böschung bildend. Die Thür *C* ist in der Mitte getheilt und jede Hälfte auf dem Gelenkbolzen verschiebbar, so daß man die Weite des entstehenden Spaltes, der die Luft zum Feuer treten läßt, bequem regeln kann. Nach dem Niederklappen der Thür *C* vermag man Asche und Schlacke herauszuziehen; bei

Fig. 260.



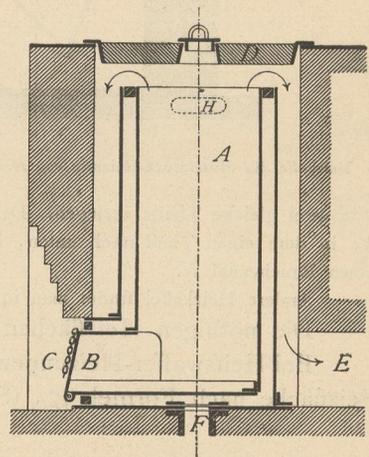
Heizkessel für Niederdruck-Heizung von *Zani*.

Fig. 259.



Heizkessel für Niederdruck-Heizung von *Hartly & Sugden*.

Fig. 261.



Heizkessel für Niederdruck-Heizung von *Hermann Fischer*. 1/30 n. Gr.

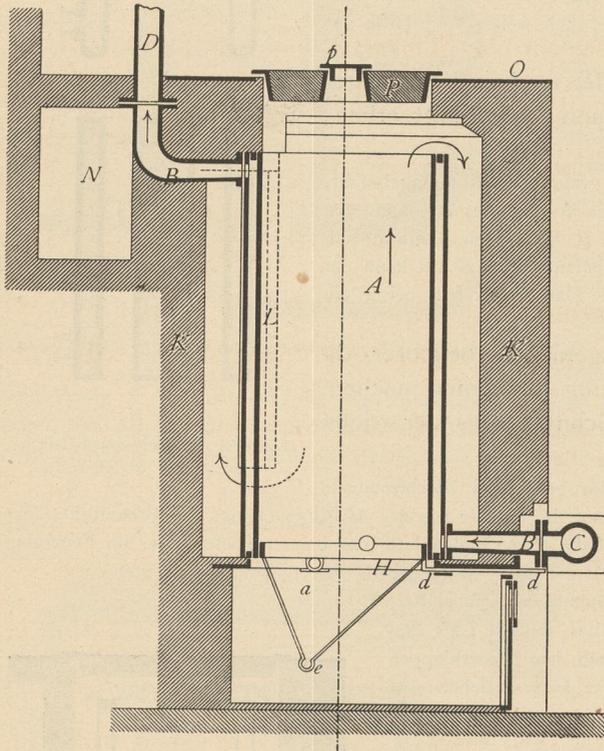
gehöriger Voricht kann man das Feuer während des ganzen Winters ununterbrochen erhalten. Der Kessel *A* ist in einem gemauerten Schacht aufgestellt, so daß zwischen ihm und der inneren Schachtwand ein Canal ringförmigen Querschnittes entsteht, in welchem der im Kessel empor gestiegene Rauch sich weiter abkühlend nach dem Rauchabführkanal *E* niedersinkt. Der gemauerte Schacht ist mit einem Deckel *D* ge-

110) *Polyt. Journ.* Bd. 221, S. 423.

geschlossen und das Mauerwerk mit einer eisernen Platte abgedeckt. Durch das Rohr *F* gelangt das Wasser in das Innere des Kessels, steigt von hier aus, sich erwärmend, empor und verläßt den Kessel durch das Rohr *H*, welches feitwärts an dem Kessel befestigt ist.

Die Einrichtung eines größeren derartigen Kessels stellt Fig. 262 in lothrechttem Schnitt dar <sup>111)</sup>.

Der Kessel *A* selbst besteht aus zwei in einander gesteckten Blechrohren, die oben und unten mit Hilfe eingelegerter Flacheifenringe mit einander vernietet sind. Das Rohr *B* führt von dem zu vier derartigen Kesseln gehörigen Sammelrohr *C* das Wasser in den Kessel; das Rohr *D* leitet es aufwärts. Der Kessel *A* steht auf einer eisernen Platte *H*, in welcher zwei Zapfen *a* des Rostes gelagert sind; die Axe dieser Zapfen geht nicht durch die Mitte des Rostes, so daß der letztere am Kippen durch einen dritten Stützpunkt gehindert werden muß, der in Form des Schiebers *d* an der Platte *H* befestigt ist. Will man nun, nach längerem Heizen, die angefallenen Schlacken beseitigen, so ist nur der Schieber bei geschlossener Thür *I* zurückzuziehen; der Rost kippt um und läßt Schlacken etc. niederfallen, ohne daß der bedienende Arbeiter durch Staub belästigt wird. Nachdem der Staub sich gelegt hat, erfährt man mittels eines Hakens die Schleife *e*, dreht den Rost in die richtige Lage und bewegt den Schieber *d* wieder unter den Rost. Die gewöhnliche Aschenentfernung geschieht, indem man einen Haken durch die Oeffnungen des an der Thür *I* befindlichen geschlitzten Schiebers — der sonst zur Regelung des Luftzutritts dient — steckt und von unten in die Rostspalte führt. Rings um den Kessel ist durch das Mauerwerk *K* ein ringförmiger Raum gebildet, welchen die diagonal liegenden (punktirten) Zungen



Heizkessel für Mitteldruck-Heizung von Hermann Fischer.  $\frac{1}{30}$  n. Gr.

*L* in zwei gleiche Theile zerlegen. Der Rauch bewegt sich, nachdem derselbe im Kessel empor gestiegen ist, in dem einen Theil nach unten, in dem anderen Theil nach oben zu dem mehreren Kesseln gemeinsamen Rauchcanal *N*.

Andere Heizkessel findet man in den genannten Quellen beschrieben <sup>112)</sup>.

Die nöthigen Heizflächen werden wie folgt berechnet.

Bei Heißwasser-Heizungen wird fast immer Gegenstrom angewendet, so daß die Heizfläche nach Formel 37<sub>c</sub> (S. 57) ist:

$$F = \frac{W}{k} \frac{\log. \text{ nat. } \frac{T_1 - t_2}{(t_1 - t_2)}}{T_1 - T_2 - (t_1 - t_2)}$$

<sup>111)</sup> Polyt. Journ. Bd. 221, S. 423.

<sup>112)</sup> FISCHER, H. Die Heizung und Lüftung geschlossener Räume auf der internationalen Ausstellung für Gesundheitspflege und Rettungswesen in Brüssel 1876. Polyt. Journ. Bd. 222, S. 6.

FISCHER, H. Feuerung des Wassererwärmungskörpers von der »Berliner Actiengesellschaft für Central-Heizungs-, Wasser- und Gasanlagen, vormals SCHÄFFER und WALCKER«. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 12.

FISCHER, H. Oefen für Wasser- und Dampfheizungen. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 295.

Bericht über die Weltausstellung in Philadelphia 1876. Herausgegeben von der österreichischen Commission. 17. Heft. Heizung, Ventilation und Wasserleitungen. Von L. STROHMAYER. Wien 1877. S. 41.

Die Temperatur des Feuers  $T_1$  nimmt man zu 1200 Grad, diejenige des abziehenden Rauches  $T_2$  zu 300 Grad an, die Temperatur des heisseren Waffers  $t_1$  zu 200 Grad, jene des zurückkehrenden Waffers  $t_2$  zu 50 Grad an. Alsdann wird:

$$F = \frac{W}{k} \cdot 0,00185 \dots \dots \dots 133.$$

Der äussere Rohrdurchmesser ist  $0,025$  m, bezw.  $0,033$  m, also die äussere Rohrfläche — welche der grossen Wärmeleitungsfähigkeit von Waffer in Metall wegen hier als massgebend angenommen werden mufs — eines  $\mathcal{L}_1$  langen Rohres:  $F = 0,025 \pi \mathcal{L}_1$ , bezw.  $= 0,033 \pi \mathcal{L}_1$ .

Wegen der grossen Verschiedenheit der Rohrweite und des äusseren Rohrdurchmessers darf man  $k$  nicht grösser als 13 nehmen, so dafs durch Einsetzen dieses Werthes und Gleichsetzen beider für  $F$  genannten Ausdrücke entsteht:

$$\text{für } 0,025 \text{ m dicke Rohre: } \mathcal{L}_1 = 0,00185 \quad W = \frac{W}{540} \dots \dots \dots 134.$$

$$\text{für } 0,033 \text{ m dicke Rohre: } \mathcal{L}_1 = 0,0013 \quad W = \frac{W}{770} \dots \dots \dots 135.$$

*Redtenbacher* giebt für die erstere Rohrart den Werth  $\mathcal{L}_1 = \frac{W}{425}$  an, was wegen des früher gebräuchlichen Zusammendrängens der Rohre als berechtigt bezeichnet werden kann.

Die Rostfläche für Kohlen- und Cokeheizung wählt man gewöhnlich zu:

$$R = \frac{W}{30\,000} \text{ Quadr.-Met.} \dots \dots \dots 136.$$

Wärmeaufnehmer der Niederdruck-Wasserheizungen sind selten für Gegenstrom eingerichtet. Da der Werth  $t_2 - t_1$ , d. h. die Temperaturzunahme des Waffers gering ist, so rechnet man nach Formel 38. (S. 57):

$$F = \frac{W}{k} \frac{1}{\frac{T_1 + T_2 - (t_1 + t_2)}{2}},$$

setzt  $k = 15$  bis  $18$ , je nach der mehr oder weniger günstigen Lage der Heizflächen,  $T_1 = 1200$ ,  $T_2 = 200$ ,  $t_1 = 60$  Grad,  $t_2 = 90$  Grad und erhält alsdann:

$$F = \frac{W}{11\,150} \text{ bis } \frac{W}{9290} \text{ Quadr.-Met.}, \dots \dots \dots 137.$$

wofür im Mittel genommen zu werden pflegt:

$$F = \frac{W}{10\,000} \text{ Quadr.-Met.} \dots \dots \dots 138.$$

Die Rostfläche macht man im Durchschnitt

$$R = \frac{F}{20} \text{ bis } \frac{F}{25} \dots \dots \dots 139.$$

Die Wärmeaufnehmer der Mitteldruck-Wasserheizungen werden, je nach ihrer Construction, nach Formel 135., bezw. 136. oder 137., bezw. 133. und 139. berechnet.

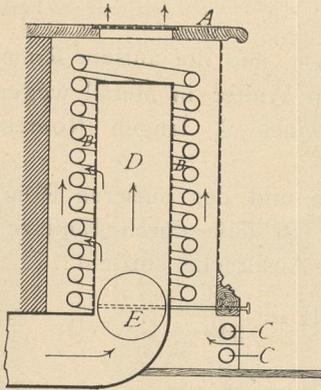
Die Wärmestrahler der Hochdruck-Wasserheizungen bestehen aus längs den Wänden liegenden Rohren, aus Schlangen oder aus schmiedeeisernen Rohren, welche mit gusseisernen Rippen versehen sind <sup>113)</sup>.

<sup>277.</sup>  
Wärmestrahler  
d. Hochdruck-  
Heizung.

<sup>113)</sup> FISCHER, H. Dampf- und Warmwasser-Heizungskörper des Eifenwerkes Kaiferslautern. Polyt. Journ. Bd. 226, S. 225.

Eine gebräuchliche Einrichtung läßt der lothrechte Durchschnitt in Fig. 263 erkennen. Unterhalb der Fensterbank *A* liegen die Windungen *B* der Heizschlange, welcher eines der Rohre *C* das Wasser zuleitet, während das andere zur Zurückführung desselben dient. Die Rohre *C* dienen gewöhnlich mehreren derartigen Schlangen und sind selbst Heizrohre, da sie hinter einem Gitter den Wänden entlang laufen. Eine Ventilordnung (vergl. Art. 238, S. 197) gestattet, daß man das Heizwasser ganz oder theilweise durch die Schlange *B* strömen läßt oder ganz von dieser absperrt. Die Luft, welche sich an den Rohren *B* erwärmt, steigt nach oben und veranlaßt die kältere Zimmerluft von unten einzutreten. In der Mitte der Heizschlange befindet sich ein Blechkasten, dessen Wände durchbrochen sind. Derselbe steht mit einer Leitung, die frische Luft führt — die vielleicht unmittelbar ins Freie mündet — in Verbindung, sobald die Drosselklappe *E* geöffnet ist. Man vermag deshalb frische Luft an den Rohren *B* sich erwärmen und im erwärmten Zustande in das Zimmer treten zu lassen.

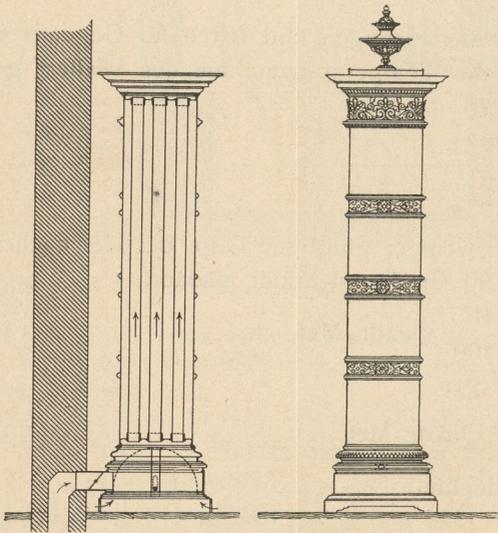
Fig. 263.



Wärmestrahler für Hochdruck-Heizung.  
1/20 n. Gr.

Aehnliche Rohrerschlangen finden in Wandschränken und besonderen Heizkammern Aufstellung; sie werden auch zu Mitteldruck- und Niederdruck-Wasserheizungen, so wie zu Dampfheizungen verwendet und haben gemeinlich — da man es versteht, die Rohre durch Zusammenschweißen einzelner Stücke sehr lang zu machen — den Vorzug voraus, daß sie mit wenigen Verbindungsstellen behaftet sind und, da sie geringe Weite haben, den nothwendigen Dehnungen leicht nachgeben.

Fig. 264.



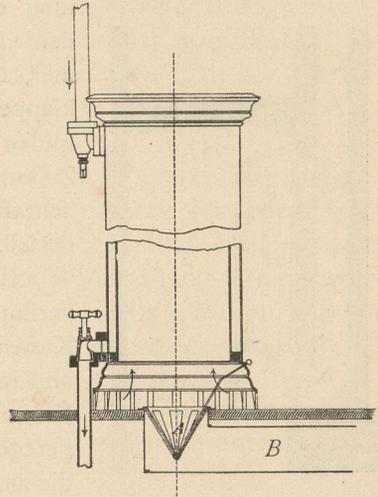
Ofen für Warmwasser-Heizung.

Man bemerkt, daß auf einem Sockel ein Blechcylinder gestellt ist, durch dessen Böden eine Zahl oben und unten offener Rohre führen. Den Raum zwischen der Außenwand und den soeben genannten Rohren füllt das warme Wasser oder der Dampf aus. Die Außenfläche des Ofens steht mit der Zimmerluft in Berührung, während den Innenwänden der Rohre entweder die Zimmerluft (nach Oeffnung zweier, im Sockel liegender Klappen) oder frische Luft (nach Oeffnung der Drosselklappe im Luftzuführungscanal) zur Erwärmung dargeboten wird.

114) Die Abbildung ist von *Aird & Mark* in Berlin.

Die Rohre dieses Ofens sind gegenüber ihrer Länge sehr eng, so daß in einiger Höhe der Temperaturunterschied zwischen Wasser und Luft ein geringer wird, also die Wärmeabgabe für jedes Quadrat-Meter der Fläche von der durchschnittlichen Wärmeabgabe weit entfernt bleibt (vergl. Art. 280, S. 238). Es ist deshalb vorzuziehen, wenige, aber weitere Rohre zu verwenden. Fig. 265 zeigt einen derartigen Ofen mit nur einem inneren Rohr; er besteht aus zwei in einander gesteckten, oben und unten verbundenen Blechtrommeln, die auf einem Sockel ruhen. Die Innenfläche des Rohres dient entweder zur Wiedererwärmung der Zimmerluft oder zur Erwärmung der frischen Luft, welche der Schieber *A* aus dem Blechrohr *B* zufrömen läßt.

Fig. 265.

Ofen für Warmwasser-Heizung.  $\frac{1}{20}$  n. Gr.

Hinter Mänteln oder in Heizkammern verwendet man ähnliche Oefen in einfacheren Formen. Fig. 266 zeigt z. B. den theilweisen lothrechten Schnitt eines Ofens von *d'Hamelin-court*. Beide Trommeln *A* und *B* sind aus Gusseisen gefertigt, die äußere *A* auch mit Rippen versehen. Die Verbindung beider ist oben und unten je durch einen Ring *C* bewirkt.

Fig. 266.

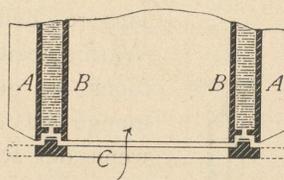
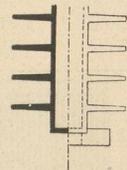
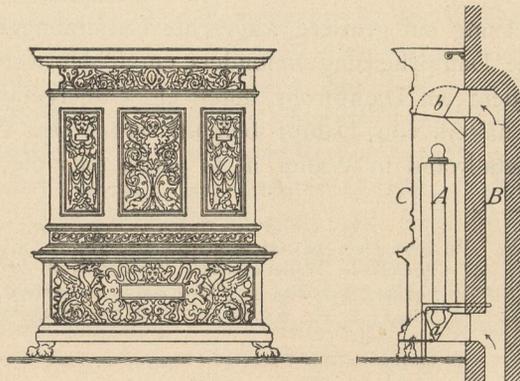
Ofen für Warmwasser-Heizung von *d'Hamelin-court*.

Fig. 267.

Heizkasten für Warmwasser-Heizung.  $\frac{1}{10}$  n. Gr.

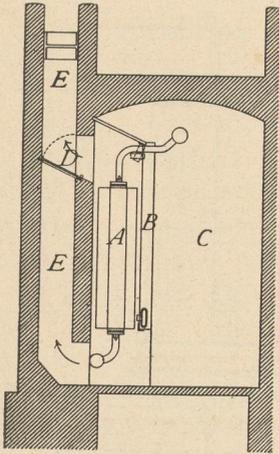
Des geringeren Raumbedarfs halber gestaltet man die Oefen häufig plattenförmig. Man nietet z. B. zwischen die Ränder ebener Blechtafeln einen Flacheisenring, und steift die Platten in der nöthigen Zahl von Punkten mittels Stehbolzen ab. Beliebte sind die gusseisernen Heizkasten mit Rippen (Fig. 267 in theilweiser Aufsicht und theilweisem wagrechten Schnitt), von welchen oft mehrere zusammengebaut werden. Man stellt dieselben unter den Fensterbänken, in Wand-schränken und in Heizkammern auf. Eine Aufstellung in einem Wand-schrank zeigt Fig. 268 (*Aird & Mark* in Berlin) im Querschnitt und Vorderansicht. *A* bezeichnet den gusseisernen, mit Rippen versehenen Heizkasten, *C* den Mantel, welcher theils aus gestanztem Blech, theils aus Zinkguß besteht, *a* eine Klappe, welche gestattet, entweder den Luftzufluß aus dem Zimmer oder denjenigen aus dem Frischluftcanal *B* abzusperren, bezw. beide theilweise frei zu halten, *b* eine Klappe, welche entweder der

Fig. 268.

Heizkörper für Warmwasser-Heizung von *Aird und Mark* in Berlin.  $\frac{1}{50}$  n. Gr.

erwärmten Luft oder der unerwärmten frischen Luft oder beiden gleichzeitig den Eintritt in das Zimmer gestattet.

Fig. 269.



Warmwasserofen für Heizkammern.

Fig. 269 ist der lothrechte Durchschnitt einer Aufstellung desselben Ofens in der Heizkammer. *A* bezeichnet den Ofen, *B* die verschiebbare Vorderwand der Heizkammer, *C* den Frischluftcanal. Je nach Stellung der Mischklappe *D* muß die frische Luft entweder den Ofen *A* bespülen oder gelangt durch den Canal *E* in unerwärmtem Zustande nach dem Orte ihrer Bestimmung oder strömt endlich theilweise durch die Heizkammer, theilweise seitwärts derselben durch den Canal *E*.

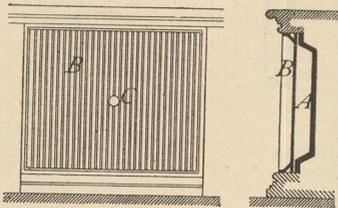
Recht niedlich sind die Heizkasten, welche Fig. 270 verfinnlicht<sup>115)</sup>. Unter der Fensterbank ist ein gußeiserner Kasten *A* eingelegt, dessen Deckel *B* aus Messing gefertigt und mit zahlreichen Rippen versehen ist. *C* bezeichnet den Knopf des Ventils, mittels dessen der Umlauf des Wassers geregelt oder abgESPerrt werden kann. Die Platte *B* erwärmt die im Zimmer befindliche Luft unmittelbar; an die Rückseite des Kastens *A* wird die Luft besonders geleitet.

Vielfach verschiedene Zusammenstellungen von Rohren mit und ohne Rippen erwähne ich nur und verweise im Uebrigen auf die unten genannten Quellen<sup>116)</sup>.

Die Raumeinheit des Dampfes enthält wenig Wärme; bald nach Absperrung des Dampfes wird daher der betreffende Wärmestrahler kalt. Der Wärmegehalt des Wassers ist weit größer, weshalb ein mit warmem Wasser gefüllter Ofen noch längere Zeit nach Absperrung des Wasserumlaufs Wärme abzugeben vermag; bei freiem Umlauf nimmt sogar die gesammte, die Heizung füllende Wassermenge an dieser Thätigkeit Theil, so daß man — wenn der Rauminhalt des Wassers ein großer ist — oft nur einige Stunden während des Tages feuert und trotzdem den erforderlichen Wärmezufuß erhält. Diese Eigenschaft der Wasserheizung ist in einzelnen Fällen erwünscht; man hat sie deshalb auch der Dampfheizung zu verleihen gesucht, da die Wasser-

heizung auf größere wagrechte Entfernungen nicht zu wirken vermag, hierfür aber die Dampfheizung besonders empfehlenswerth ist. Die Aufgabe findet ihre Lösung, indem ein Dampfrohr durch ein Wassergefäß geleitet, oder eine Fläche des Wasserbehälters von Dampf bespült wird. Der Wärmeübergang von Dampf durch eine Metallwand in Wasser ist so groß, daß die betreffenden Flächen kleine Masse haben

Fig. 270.



Heizkasten für Warmwasser-Heizung.

<sup>115)</sup> Polyt. Journ. Bd. 222, S. 9.

<sup>116)</sup> FISCHER, H. Warmwasseröfen. Polyt. Journ. Bd. 222, S. 9.

FISCHER, H. Öfen für Wasser- und Dampfheizungen. Polyt. Journ. Bd. 231, S. 295.

WIMAN, E. A. Warmwasser-Heizung des Schulgebäudes in Westerwik. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1871, S. 679.

MEYER, F. Die Warmwasser-Heizung von FRANZ SAN GALLI in St. Petersburg. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1872, S. 239.

RÖSICKE, H. Warmwasser-Heizung für kleine Anlagen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1876, S. 31.

RÖSICKE, H. Heizkörper-Ummantelung für Centralheizungen. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879, S. 323.

können. Von wirklichem Nutzen sind die Dampfwaſſeröfen jedoch nur in Sonderfällen, weſhalb ich betreffs Beſchreibung derſelben die Quelle nenne<sup>117)</sup>.

Die Berechnung der Wärme abgebenden Flächen der Dampf- und Waſſerheizkörper muß der niedrigen Temperaturen halber mit größerer Vorſicht vorgenommen werden, als diejenige der gewöhnlichen, unmittelbar vom Rauch berührten Heizflächen. Man rechnet allerdings nach der Formel (S. 57):

$$F = \frac{W}{k} \frac{2}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)}; \dots \dots \dots 38.$$

jedoch ſind die Temperaturen  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $t_1$  und  $t_2$  nicht immer ohne Weiteres anzunehmen. Die Anfangstemperatur  $T_1$  des Wärme abgebenden Mittels iſt am leichtesten feſtzuſtellen. Die Temperatur des Dampfes iſt immer ſeiner Spannung entſprechend und aus der hier folgenden Tabelle zu entnehmen. Für Waſſer iſt die Temperatur, mit welcher daſſelbe in den Heizöfen tritt, in der Regel ebenfalls leicht zu beſtimmen, da der Temperaturverluſt vom Waſſerwärmer bis zum Wärmeftrahler berechnet, in den gewöhnlichen Fällen auch genügend genau geſchätzt werden kann.

Spannung.	Spannung für 1 qm.	Temperatur.	Verdampfungswärme nach <i>Clayton</i> .	Gefamtwärme zur Bildung nach <i>Regnault</i> .	Gewicht von 1 cbm Dampf.	Spannung.	Spannung für 1 qm.	Temperatur.	Verdampfungswärme nach <i>Clayton</i> .	Gefamtwärme zur Bildung nach <i>Regnault</i> .	Gewicht von 1 cbm Dampf.
0,25	2 588	65,3	561	626	0,163	2,75	28 418	131	514	646	1,498
0,50	5 167	81,7	549	631	0,310	3,00	30 002	134	512	647	1,623
0,75	7 750	92,1	542	635	0,452	3,25	33 585	137	510	648	1,746
1,00	10 334	100	536	637	0,589	3,50	36 169	139	509	649	1,868
1,25	12 917	106	532	639	0,725	4,00	41 336	144	505	650	2,111
1,50	15 501	112	528	640	0,858	4,50	46 503	148	502	652	2,351
1,75	18 084	116	525	642	0,989	5,00	51 670	152	499	653	2,588
2,00	20 668	120	522	643	1,118	5,50	56 837	156	497	654	2,823
2,25	23 251	124	519	644	1,246	6,00	62 004	159	495	655	3,055
2,50	25 835	128	516	645	1,373						
Atmosphären.	Kilogr.	Grad.	Wärmeeinheiten.		Kilogr.	Atmosphären.	Kilogr.	Grad.	Wärmeeinheiten.		Kilogr.

Die Temperatur des Dampfes bleibt bis zu ſeiner Verdichtung unverändert; alſo iſt bei Dampfheizungen  $T_1 = T_2$  anzunehmen. Die Temperatur  $T_2$  des Waſſers muß jedoch beſonders beſtimmt werden und zwar auf Grund der verwendeten Rohrleitung (vergl. Art. 214, S. 173). Man wird in vielen Fällen, um  $T_2$  möglichſt groß zu erhalten, verhältnißmäßſig weite Rohre anwenden, hierdurch zwar die Koſten der Rohrleitungen vermehren, aber die Koſten der Wärmeftrahler vermindern.

Die Anfangstemperatur  $t_1$ , mit welcher die Luft den Heizkörper trifft, iſt bei verſchiedenen Anlagen fehr verſchieden. Für Umlaufheizungen, alſo wenn man die Luft des zu heizenden Raumes den Heizflächen zuführt, ſetzt man für  $t_1$  die Temperatur, welche die Luft nach der Erwärmung des Raumes hat; da während des Anheizens die Temperatur  $t_1$  geringer iſt, ſo iſt die Wärmeabgabe eine größerere, was nicht flört. Entnimmt man die zu erwärmende Luft dem Freien, ſo ſetzt man

117) FISCHER, H. Ueber Dampfwaſſeröfen. Polyt. Journ. Bd. 234, S. 34.

für  $t_1$  diejenige Temperatur, welche für den Wärmebedarf als Aufsentemperatur angenommen wurde.

Am schwersten ist die Endtemperatur  $t_2$  der erwärmten Luft zu bestimmen. So fern man die Heizflächen frei im Raume aufstellt, dieselben also unbehindert von der Zimmerluft bespült werden können, so wird man unbedenklich für  $t_2$  die mittlere Zimmertemperatur, also  $t_2 = t_1$  setzen können. Anders ist es, wenn die Heizflächen aus Rohren bestehen, die von außen erwärmt werden (vergl. Fig. 264, 265, 266 auf S. 232 u. 233), oder wenn dieselben ummantelt, bzw. in Heizkammern aufgestellt sind.

In einigen Fällen treibt man die Luft mittels besonderer Kraft, Gebläse etc. den Heizflächen entlang. Alsdann ist die Wärmemenge  $W$ , welche von der Luft aufgenommen wird, wenn  $\mathcal{Q}$  die stündlich gelieferte Luftmenge (in Kilogr.) bezeichnet:

$$W = \mathcal{Q} \cdot 0,24 (t_2 - t_1) \dots \dots \dots 140.$$

oder:

$$t_2 = \frac{W}{\mathcal{Q} \cdot 0,24} + t_1 \dots \dots \dots 141.$$

In der Mehrzahl der Fälle soll jedoch der durch die Erwärmung hervorgerufene Auftrieb die Luft an den Heizflächen entlang führen. Alsdann ist die Frage, welche Endtemperatur  $t_2$  die Luft hat, während sie die verschiedenen Stellen des Ofens verläßt, nur auf Umwegen zu bestimmen.

Fig. 271.

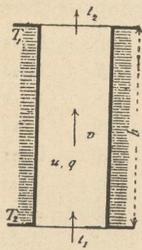


Fig. 271 stelle ein Rohr prismatischer Gestalt dar, das von außen durch warmes Wasser der Anfangstemperatur  $T_1$  und Endtemperatur  $T_2$  berührt wird. Die Luft durchströme das Innere des Rohres und werde in demselben von  $t_1$  auf  $t_2$  erwärmt. Der Querschnitt des Rohres sei  $q^{qm}$ , der Umfang desselben  $U^m$ , und die mittlere secundliche Luftgeschwindigkeit  $v^m$ . Der Auftrieb werde nur durch die Höhe  $h$  gebildet. Alsdann ist, nach Gleichung 38. (S. 57):

$$F = U h = \frac{W}{k} \frac{2}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} \dots \dots \dots 142.$$

Ferner ist, nach 140., wenn für  $\mathcal{Q}$  gesetzt wird:

$$\mathcal{Q} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} q v \cdot 3600$$

$$W = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} q v \cdot 3600 \cdot 0,24 (t_2 - t_1) \dots \dots \dots 143.$$

Der Auftrieb beträgt:  $h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right\}$ , und die Widerstände sind:

$$\frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \left\{ \Sigma \xi + \kappa \frac{u}{q} \left( \frac{1}{v} + 20 \right) h \right\} \frac{v^2}{2g}.$$

Setzt man nun vorläufig:

$$\left\{ \Sigma \xi + \kappa \frac{u}{q} \left( \frac{1}{v} + 20 \right) h \right\} = \varphi, \dots \dots \dots 144.$$

so ist die Formel, welche die Geschwindigkeit  $v$  bestimmt:

$$h \left\{ \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right\} = \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \varphi \frac{v^2}{2g} \quad \dots \quad 145.$$

Indem man den Werth  $W$  aus 143. in 142. einsetzt, erhält man:

$$U h = \frac{1728 (t_2 - t_1) q v}{k (T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \quad \dots \quad 146.$$

Den hieraus zu entnehmenden Ausdruck für  $v$  führt man in Gleichung 145. ein und erhält dann, nach wenigen Umformungen:

$$\frac{q}{U} = \frac{k \{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)\}}{1728 (t_2 - t_1)} \sqrt{\frac{\varphi h}{2g} \frac{1}{\left( \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}} \quad 147.$$

Aus dieser Gleichung vermag man mit vieler Mühe einen äußerst zusammengefügten Ausdruck für  $t_2$  zu gewinnen; ich verzichte darauf, denselben wiederzugeben.

Zweckmäßiger ist, die Formel unmittelbar zu benutzen, um den erforderlichen Querschnitt des Rohres zu bestimmen, nachdem man sich — aufser für  $T_1$ ,  $T_2$  und  $t_1$  — auch für  $t_2$  entschieden hat.

Zu dem Ende ist noch  $\varphi$  zu bestimmen; dasselbe enthält nach Gleichung 144. den unbekanntnen Ausdruck  $\ast \frac{u}{q} \left\{ \frac{1}{v} + 20 \right\} h$  neben der aus der Anordnung zu schätzenden  $\Sigma \xi$ . Setzt man glatte Wände voraus, so darf  $\ast = 0,0004$  gewählt werden.  $v$  schwankt zwischen  $\frac{1}{3}$  und 4 m, daher der eingeklammerte Werth zwischen 20,15 und 23; man kann daher, ohne einen nennenswerthen Fehler zu begehen,  $\ast \left( \frac{1}{v} + 20 \right) = 0,009$  setzen.  $u$  ist nicht immer gleich  $U$ , z. B. nicht, wenn der Umfang des Luftquerschnittes theilweise von dem Mantel oder der Heizkammerwand, theilweise von der Heizfläche gebildet wird; man muß daher  $\frac{u}{q}$  nach der beabsichtigten Construction vorläufig schätzen und nach vollzogener Rechnung prüfen, ob die Schätzung richtig war.  $\Sigma \xi$  ergibt sich aus der Construction. Zunächst muß z. B. die Luft durch ein Gitter fließen; dann ist der Widerstand, welcher beim Eintritt in den Canal oder das Rohr entsteht, zu berücksichtigen, welcher gewöhnlich  $\xi = 1,2$  ergibt; ferner sind häufig Richtungsänderungen und Gitter an der Ausmündungsstelle der Luft vorhanden, so daß  $\Sigma \xi$  meistens den Ausdruck, welcher den Reibungswiderstand wiedergibt und der nunmehr zu  $\frac{u}{q} 0,009 h$  festgestellt ist, bedeutend überwiegt. Die Werthe  $\frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1}$  etc. sind aus der Tabelle auf S. 75 zu entnehmen.

Die Formel 147. wird nach Einführung des Zahlenwerthes für  $2g$  allgemein:

$$\frac{q}{U} = \frac{k \{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)\}}{7638 (t_2 - t_1)} \sqrt{\frac{(\Sigma \xi + 0,009 \frac{u}{q} h) h}{\left( \frac{\gamma_0}{1 + \alpha t_1} - \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}} \right) \frac{\gamma_0}{1 + \alpha \frac{t_1 + t_2}{2}}} \quad 148.$$

Es sei die Rohrweite für den Ofen Fig. 265 (S. 233) zu berechnen.  $k$  sei (vergl. Art. 72, S. 66)  $= 16$ ,  $T_1 = 90$  Grad,  $T_2 = 60$  Grad,  $t_1 = 20$  Grad,  $t_2 = 40$  Grad,  $h = 2,2$  m,  $\Sigma \xi = 2$ ,  $\frac{u}{q}$  vorläufig  $= 13$ .

Dann ist der Durchmesser des Rohres

$$D = 4 \frac{D_2 \frac{\pi}{4}}{D \pi} = 4 \frac{16 \cdot 90}{7638 \cdot 20} \sqrt{\frac{(2 + 0,009 \cdot 13 \cdot 2,2) 2,2}{(1,2 - 1,16) 1,16}} = 0,35 \text{ m}$$

und die Schätzung  $\frac{u}{q} = 13$  annähernd richtig.

Man wolle aus diesem einen Beispiel ersehen, wie hoch  $t_2$  gewählt werden muß, um solche Rohrmaße zu erhalten, wie Fig. 264 (S. 232) erkennen läßt. Es ist daher kein Wunder, wenn das Quadratmeter der Rohrheizflächen oft nicht einmal  $\frac{1}{4}$  der Wärme abgibt, die man von zweckmäßiger angeordneten Heizflächen gewinnt.

Gleichung 148. muß nun so benutzt werden, daß für jeden einzelnen Theil der Heizfläche das  $q$ , bezw.  $\frac{q}{U}$  berechnet wird; verfährt man so, so ist das der Rechnung zu Grunde gelegte  $t_2$  mit aller Sicherheit auch für die Berechnung der erforderlichen Heizflächen zutreffend.

Die vorher gegebene Rechnung wurde unter der Voraussetzung gemacht, daß nur die Ofenhöhe  $h$  für den Auftrieb benutzbar sei.

Steht der Ofen innerhalb eines Mantels, welcher wesentlich höher ist, als der Ofen, oder befindet sich der Ofen in einer Heizkammer, welche unter dem zu beheizenden Raume liegt, so ist natürlich die grössere Höhe für den Auftrieb in Rechnung zu stellen, wofür die nöthigen Angaben gegeben sind. Immer ist jedoch dafür zu sorgen, daß der berechnete Querschnitt nach einem und demselben Verhältniß  $\frac{q}{U}$  auf die einzelnen Heizflächen vertheilt wird<sup>118)</sup>.

Nach den gegebenen Erörterungen kann ich mich bezüglich der Heizflächenberechnung kurz fassen. Man versteht unter der Heizfläche der Dampf- und Wasserheizungen immer diejenige, welche von der Luft gespült wird. Für glatte Heizflächen wählt man bei Wasserheizungen zwischen  $k = 13$  bis 20, je nachdem die Heizflächengröße die vom Wasser berührte Flächengröße mehr oder weniger überwiegt, bezw. je nachdem die Heizflächen für die Luftbepflung weniger oder mehr günstig liegen. Eben so wählt man bei Dampfheizungen  $k$  zwischen 11 bis 18. Die Wärmeabgabe gerippter Flächen ist nur sehr unsicher zu bestimmen; sie dürfte, namentlich weil das Verhältniß  $\frac{q}{U}$ , welches vorhin näher besprochen wurde, selten günstig sein kann, in der Regel diejenige der glatten Fläche, auf welcher die Rippen sich befinden, nicht um mehr als 1,25 steigern.

Daß fog. »Fautrechnungen« nicht am Platze sind, mögen folgende Beispiele ergeben.

Ein Warmwasserheizofen mit nur äußerer Heizfläche stehe frei in einem auf 20 Grad zu erwärmenden Raume. Es sei  $T_1 = 90$  Grad,  $T_2 = 60$  Grad,  $k = 16$ ; alsdann wird die Heizfläche

$$F = \frac{W}{k} \frac{2}{(T_1 + T_2) - (t_1 + t_2)} = \frac{W}{880}$$

Derselbe befinde sich in einem Mantel und werde sehr günstig von der Luft gespült, habe überhaupt fast gleiche Flächen für die Wasser- und Luftberührung, so daß  $k = 19$  gesetzt werden darf;  $t_2$  sei = 40 Grad. Man erhält dann:

118) Dasselbe sollte auch bei der Construction derjenigen Oefen berücksichtigt werden, welche unmittelbar von den Feuergasen erwärmt werden; es würden dann die häufig geradezu unsinnigen Formen von selbst hinwegfallen.

$$F = \frac{W}{855}.$$

Demselben werde nur frische Luft zugeführt; die niedrigste Temperatur derselben sei  $t_1 = -20$  Grad; es ist dann

$$F = \frac{W}{1235}.$$

Endlich befinde sich derselbe in einem Mantel, welcher der Luftbewegung viele Widerstände bietet, und bestehe aus einer Rohrchlange, die ziemlich enge Windungen hat, so dafs  $t_2 = 70$  Grad,  $k = 13$  genommen werden mufs. Im Uebrigen sei wie immer  $T_1 = 90$  Grad,  $t_1 = 20$  Grad,  $T_2$  aber, wegen enger Rohrleitung, = 40 Grad. Dann entsteht:

$$F = \frac{W}{260}.$$

Der vorliegende Gegenstand ist in unten genannter Quelle in anderer Weise und eingehender behandelt <sup>119)</sup>.

### Literatur

über »Wasserheizung und Wasserluftheizung«.

- Von der Wassercirculation als Mittel zur Heizung und Lüftung öffentlicher Gebäude. Allg. Bauz. 1853, S. 3.
- TASKER. Sich selbst regulirender Wasserofen. *Civ. eng. and arch. journ.* 1855, S. 288.
- BEYER. Ueber Anlage von Warmwasser-Heizungen. *Zeitschr. f. Bauw.* 1857, S. 11.
- HAAG, J. Neues System für Heifswasser-Heizung und Ventilation in Wohngebäuden und öffentlichen Anstalten. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1858, S. 193.
- LOHSE. Warmwasser-Heizung in Privatwohngebäuden. *Zeitschr. f. Bauw.* 1860, S. 624.
- RIDDELL. Ofen und Kessel für Warmwasser-Heizung. *Polyt. Centralbl.* 1861, S. 1046.
- HAAG. Ueber Heifswasser-Heizungen und Ventilation. *Polyt. Journ.* Bd. 163, S. 50.
- HAAG. Der Brennmaterialverbrauch bei der Heifswasser-Heizung im Vergleich mit der Ofenheizung. *Polyt. Journ.* Bd. 165, S. 425.
- SCHMIDT. PURNELL's neue Anordnung der Wasserheizungsanlagen. *Polyt. Journ.* Bd. 166, S. 256.
- CLARKE. Kessel oder Apparat für Wasserheizung. *Engineer*, Vol. 14, S. 155.
- KLOTZBACH, J. Beschreibung eines Warmwasser-Heiz-Apparates in der Strafanstalt zu Brieg. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1863, S. 285, 405.
- Die Anlage von Warmwasser-Heizungs-Apparaten in öffentlichen und Privat-Gebäuden. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1863, S. 115.
- SONNENSTEIN. Warmwasser-Heizung, Anlage, Kosten und Resultate. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1866, S. 283.
- BÖCKMANN. Ueber Warmwasser-Heizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 433.
- BÖCKMANN. Ueber Heifswasser-Heizung. *Zeitschr. f. Bauw.* 1867, S. 434.
- Anwendung der Heifswasser-Heizung nach LONGBOTTOM u. EASTWOOD. *Polyt. Centralbl.* 1867, S. 383.
- Ueber Warmwasser-Heizung. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 415 u. 423.
- CERBELAUD. *Calorifère à air chaud et à eau chaude. Nouv. annales de la const.* 1867, S. 147.
- Warmwasser-Heizung. Brennmaterial-Bedarf im Rathhause zu Berlin. *Deutsche Bauz.* 1868, S. 124.
- WEISS. Die vortheilhaftesten Temperaturverhältnisse und Dimensionen der Wasserheizung. *Allg. Bauz.* 1868—69, S. 395.
- HAAG, J. Anlage für Heifswasser-Heizung der Lazarethbaracken. *Deutsche Viert. f. öff. Gesundheitspf.* 1869, S. 281.
- Vortheilhafte Temperatur-Verhältnisse und Dimensionen der Wasserheizung. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 350.
- Ueber Heifswasser-Heizung. *Maschin.-Conf.* 1870, S. 210, 229.
- HENSE. GRANGER und HAN's Röhrenkessel für Wasserheizungen. *Polyt. Centralbl.* 1870, S. 1667.
- Warmwasser-Heizung. Röhren-Kessel. *Deutsche Bauz.* 1870, S. 354.
- FISCHER, H. Ueber Warmwasser-Heizung. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 217.

<sup>119)</sup> WEISS. Kritische Bemerkungen über die für Wasserheiz-Anlagen angewendeten Berechnungsmethoden und die Minimalgröße der Rohroberfläche einer Wasserheizung etc. *Zeitschr. des öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1879, S. 150 u. 173.

- MEYER, F. Die Warmwasser-Heizung von SAN GALLI in St. Petersburg. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 239.
- GRANGER und HYAN's Wafferheizmethode. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1872, S. 23.
- GRANGER u. HYAN. Wafferheizmethode mit Schüttkeffeln. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1872, S. 217.
- Heißwasser-Heizung mit Glycerinfüllung. *Deutsche Bauz.* 1873, S. 7.
- JÄGER. Ein neuer Heißwasser-Ofen. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1873, S. 243.
- DENNIS' Füllofen für Heißwasserheizungen. *Polyt. Journ. Bd. 214*, S. 287.
- LIEBELT. Wafferheizkeffel. *Maschin.-Conf.* 1875, S. 345.
- RÖSICKE, H. Wafferheizung für kleine Anlagen. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1876, S. 31.
- SCHINZ. Construction der PERKINS'schen Wafferheizung. *Polyt. Journ. Bd. 219*, S. 68, 97, 210, 331, 439, 480.
- FISCHER, H. Heizkeffel für Warmwasserheizungen. *Polyt. Journ. Bd. 221*, S. 423.
- Ueber PERKINS Hochdruckwasserheizung. *Maschinenb.* 1876, S. 349.
- BURR. *Heating building with hot water. Scientif. Americ.* Vol. 32, S. 290.
- JASPER. Wafferheizapparat. *Polyt. Zeitg.* 1877, S. 5.
- BACON's Heißwasserapparat für Heizung und Ventilation. *Maschinenb.* 1877, S. 385. *Maschin.-Conf.* 1877, S. 355.
- LIEBAU. Combinirter Warmwasser-Heiz- und Kochapparat mit Contactfeuerung. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1878, S. 314.
- WRIGHT's Heißwasserkeffel. *Maschin.-Conf.* 1878, S. 293.
- Neuer Wafferheizkeffel mit stehenden Röhren (Thermosiphon) und Schüttfeuerung von BERGER u. BARILLOT zu Moulins. *Rohrleger* 1878, S. 193.
- LÜNING, F. Warmwasser-Heizapparat, genannt Kreuz-Mantel-Keffel. *Rohrleger* 1878, S. 252.
- Niederdruck-Wafferheizung. *Rohrleger* 1878, S. 305.
- Englische Heißwasserapparate. *Rohrleger* 1878, S. 313.
- Amerikanischer Heißwasser-Apparat. *Rohrleger* 1878, S. 314.
- Mitteldruckheizung. *Rohrleger* 1878, S. 324.
- Hochdruckheizung, Heißwasser-Heizung. *Rohrleger* 1878, S. 324.
- MEYER, R. O. Heizapparat für Heißwasser-Heizung. *Polyt. Journ. Bd. 234*, S. 103.
- Feuerung für Heißwasser-Heizung von FISCHER und STIEHL. *Polyt. Journ. Bd. 234*, S. 372.
- Warmwasser-Heizapparat. *Maschinenb.* 1879, S. 18.
- HOOD, C. *A practical treatise on warming buildings by hot water etc. 5. edit.* London 1879.
- MEYER, R. O. Neue Ofen-Construction für Heißwasser-Heizungen. *Deutsche Bauz.* 1880, S. 164.
- LIEBAU. Combinirter Warmwasser-Heizapparat. ROMBERG's *Zeitschr. f. prakt. Bauk.* 1880, S. 70.
- PESCHLOW, L. Verbesserung an Heizkeffeln für Warmwasser-Heizungen. *Rohrl. u. Gefundh.-Ing.* 1880, S. 52. *Water-heating apparatus. Iron*, Vol. 16, S. 129.
- HAUSER. Zur Theorie der Heißwasser-Heizungen. *Gefundh.-Ing.* 1881, S. 61. *Improved mode of warming and ventilating. Builder*, Vol. 39, S. 54.

### Literatur

über »Dampf-, Dampfwasser- und Dampfheizung«.

- GLUCSAK, G. Dampfheizung. *Zeitschr. d. öft. Ing.- u. Arch.-Ver.* 1860, S. 225.
- Dampfheizungen von verzinnem Eisenblech. *Polyt. Journ. Bd. 165*, S. 75.
- LEWIS und VAUX. Zimmerheizung durch Dampf. *Scientif. Americ.* Vol. 4, S. 196.
- Ueber Dampfheizungsanlagen. *Scientif. Americ.* Vol. 4, S. 283.
- WIEDENFELD. Dampfheizung. *Polyt. Centralbl.* 1865, S. 97.
- WEISS. Die vortheilhaftesten Temperaturverhältnisse der Dampfheizung. *Allg. Bauz.* 1868—69, S. 410.
- SULZER's combinirte Dampf- und Wafferheizung. *Maschin.-Conf.* 1869, S. 67.
- KLEIN, J. Ueber Dampfheizungen. *Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing.* 1872, S. 745. *Polyt. Centralbl.* 1873, S. 226. HAARMANN's *Zeitschr. f. Bauhdw.* 1873, S. 155.
- Das combinirte Dampf- und Warmwasser-Heizsystem. *Maschin.-Conf.* 1874, S. 322.
- Les appareils de chauffage du nouveau collège Rollin. Gaz. des arch. et du bât.* 1875, S. 155.
- KIDD's method of heating buildings. *Iron*, Vol. 5, S. 73.
- LAPORTE-MOTZ'scher Condensationsapparat für Dampfcentralheizungen. *Polyt. Journ. Bd. 221*, S. 309.
- KAFER. DE LACY, verbesserter Dampfheizapparat für Wohnräume. *Maschinenb.* 1876, S. 203.
- Dampf-Wafferheizung (System SULZER). *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover.* 1877, S. 541.