



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## Verschiedene Konstruktionen

**Scholtz, Adolf**

**Leipzig, 1900**

Anwendungen.

---

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

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

Fig. 229.

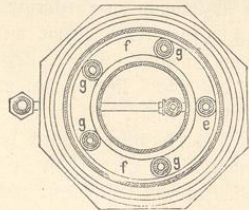
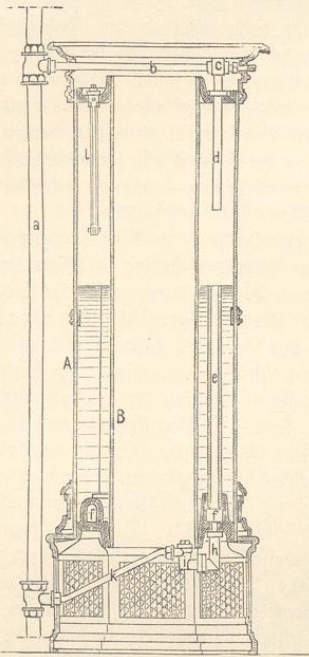


Fig. 230.

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

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

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

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

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

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

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

#### Anwendungen.

##### § 65.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### Bestimmung der erforderlichen Heizflächen.

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

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

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

Nr. des Raumes	Bestimmung der Räume	Einblüch. angegebene Luftmenge cbm	Stündlicher Wärmeverlust durch		Gesamt- wärmever- lust W.-E.	Trans- missions- fläche des Heiz- körpers qm	Anzahl der Heizkörper				
			Trans- mission W.-E.	Ventila- tion W.-E.			Dampfregler		Regler für Dampf- luftheizung		Dampf- wasser- öfen Stück
							Stück	Rippenzahl	Stück	Rippenzahl	
<b>Erdgeschoss.</b>											
3	Modellraum	65	1490	—	1490	—	—	—	—	—	—
4	Raum für Instrumente	377	5741	—	5741	9,70	2 R. à 11	—	—	—	—
5	Garderobe	—	1495	—	1495	3,00	1 R. v. 7,50 mm	—	—	—	—
6	Werkstatt	174	2712	—	2712	5,75	1 R. 13	—	—	—	—
7	Bibliothek	705	4165	8460	13888	27,3	—	—	3 R. à 15 Rippen	—	—
10	Amthliches Geschäftszimmer	99	3197	—	3197	13,2	—	—	1 R. 17	—	—
11	Experimentierzimmer	161	3590	—	3590	6,6	—	—	2 R. à 15 "	—	—
12	Vorbereitungszimmer	—	1348	—	1348	3,0	1 R.	—	—	—	—
12 <sup>a</sup>	Vorzimmer zum amtl. Geschäftszimmer	—	898	—	898	1,5	1 Kondens.-Cylinder	—	—	—	—
13	Kleines Auditorium	600	4385	7200	11393	—	—	—	2 R. à 17 Rippen	—	—
14	Aquarium	144	4456	—	4456	11,2	—	—	1 R. 15 "	—	2à5,6qm
15	Großes Auditorium	4000	26298	48000	71827	128,0	—	—	14 R. à 17 Rippen	—	—
16	Batteriekammer	159	133	1240	1510	ungeheizt	—	—	4 R. à 13 "	—	—
17	Privatlaboratorium	218	4956	—	4956	7,5	1 Kondens.-Rohr	—	—	—	—
18	Privatlaboratorium	75	1716	—	1716	4,0	1 R. 17	—	—	—	—
19	Für physikal. und physiol. Arbeiten	277	6469	—	6469	11,4	—	—	1 R. 11	—	—
20	Zimmer für Zeichner	52	1784	—	1784	3,0	1 R.	—	1 R. 15	—	—
22	Vorbereitungszimmer	139	3976	—	3976	7,5	1 R.	—	—	—	—
23	Brezkzimmer	35	960	—	960	1,6	1 Kondens.-Cylinder	—	—	—	—
24	Sal für Injektionen	831	6205	9972	17752	34,5	—	—	6 R. à 13 Rippen	—	—
25	Mikroskopische Demonstrationen	—	—	—	—	18,1	1 R. 11	—	—	—	—
							1 R. 13	—	—	—	—
							1 R. 17	—	—	—	—
<b>I. Stodwerk.</b>											
26	Zimmer für Geübtere	420	3928	4940	9755	19,8	—	—	2 R. à 13 Rippen	—	—
27	Verbrennungszimmer	237	2253	2787	5544	11,5	—	—	2 R. à 11 "	—	—
28	Präparatzimmer	552	3520	6492	11013	21,6	—	—	2 R. à 13 "	—	—
29	Zimmer für Analysen	582	2883	5480	9113	19,6	—	—	2 R. à 17 "	—	—
30	Dispensierzimmer	—	1748	3846	6153	12,3	—	—	1 R. 15 "	—	—
31	Zimmer für Spektralanalyse	134	3181	—	3181	6,6	—	—	4 R. 11	—	—
32	Für Schwefelwasserstoffanalysen	327	2002	3846	6432	12,3	—	—	1 R. 15	—	—
33	Kanalarzimmer	194	3766	2282	6048	10,5	—	—	1 R. 13	—	—
36	Brutofen	43	2019	—	2019	5,5	—	—	—	—	1
37	Raum für Injektionen	168	5434	—	5434	9,6	2 R. à 11 R.	—	—	—	—
38	Luftpumpenzimmer	105	3303	1235	4538	7,5	1 R. 17	—	—	—	—
39	Gaszimmer	118	3115	1388	4503	7,5	1 R. 17	—	—	—	—
40	Klosett und Garderobe	84	528	741	1269	3,0	1 R.	—	—	—	—
41	Garderobe	171	1638	1509	3147	4,0	1 R.	—	—	—	—
42	Mikroskopische Arbeiten	213	8689	—	8689	15	—	—	2 R. à 17 Rippen	—	—
<b>II. Stodwerk.</b>											
43	Optisches Zimmer	85	1516	—	1516	3,0	1 R.	8,00	—	—	—
44	Optisches Zimmer	85	1590	—	1590	3,0	1 R.	17,00	—	—	—
45	Zimmer für Photographie	74	2110	—	2110	4,0	1 R.	—	—	—	—
53	Vorraum	—	1132	—	1132	3	1 R.	—	—	—	—
55	Bodenkammer für Photographie	—	1914	—	1914	3	1 R.	—	—	—	—
<b>Keller.</b>											
56	Krankenstall für Hunde	33	195	258	453	—	1 R.	—	—	—	—
57	Hundestall	417	1316	3253	4569	7,5	1 R. 17	—	—	—	—
58	Hundestall	72	491	562	1053	3,0	1 R.	—	—	—	—
59	Kaninchenstall	243	1040	1896	2936	5,75	1 R. 13	—	—	—	—
60	Hundestall	174	785	1357	2142	4,00	1 R.	—	—	—	—
62	Klosett	69	494	621	1115	2,00	1 Kondens.-Rohr	—	—	—	—

Breymann, Bauteilkonstruktionslehre. IV. Vierte Auflage.

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

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

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

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

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

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

#### § 66.

#### Niederdruck-Dampfheizung.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Fig. 231.

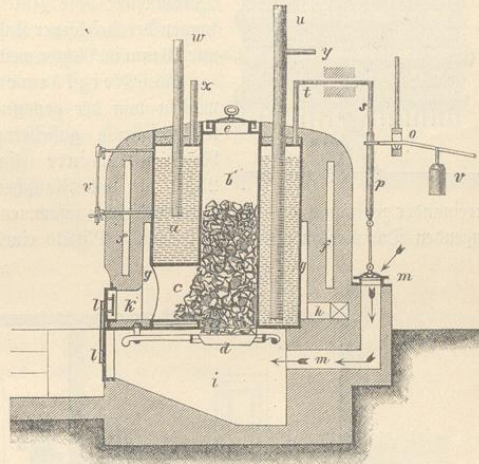
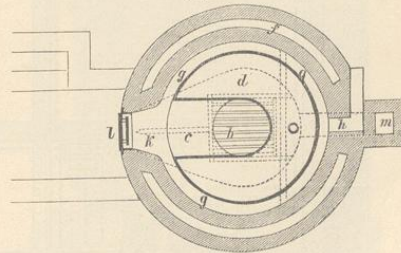


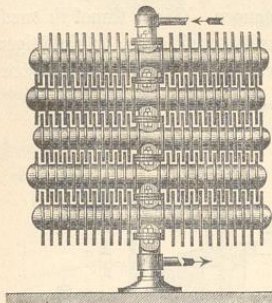
Fig. 232.



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

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

Fig. 233.



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

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

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

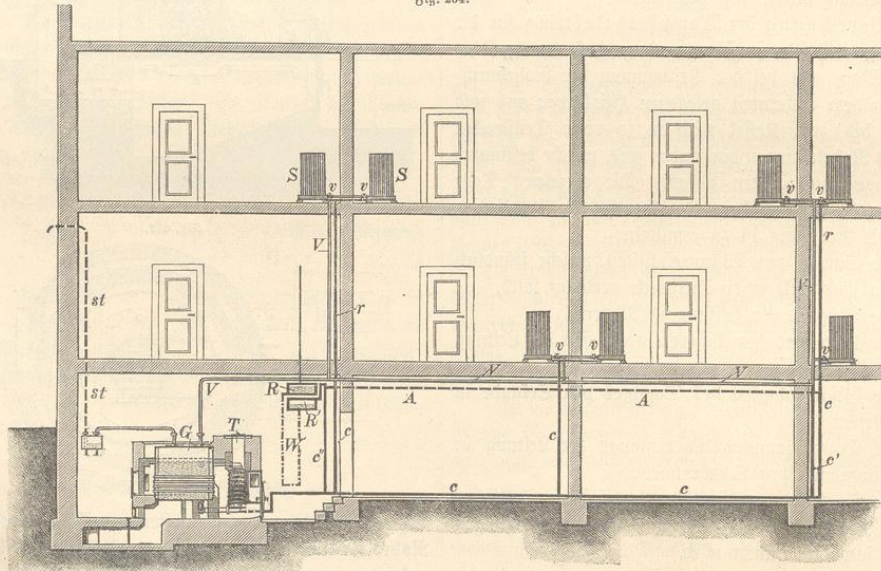
Dem Auge wird das Rippenregister mittels eines doppelwandigen Metallmantels, dessen Hohlraum mit Isoliermaterial gefüllt ist, entzogen; der Deckel desselben ist beweglich und gestattet das Austreten der vorgewärmten Frischluft.

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

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

II. Das Schema einer Dampfdruckheizung nach Körtings Patent

Fig. 234.



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

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

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

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

Vorteile des Körtling'schen Systemes.

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

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

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

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

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

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

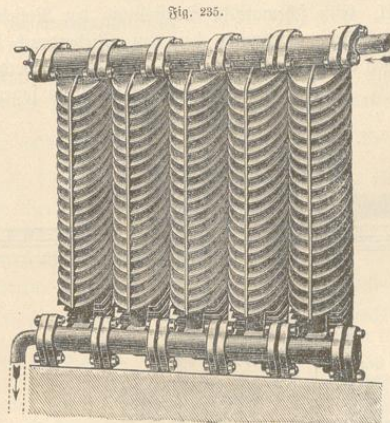
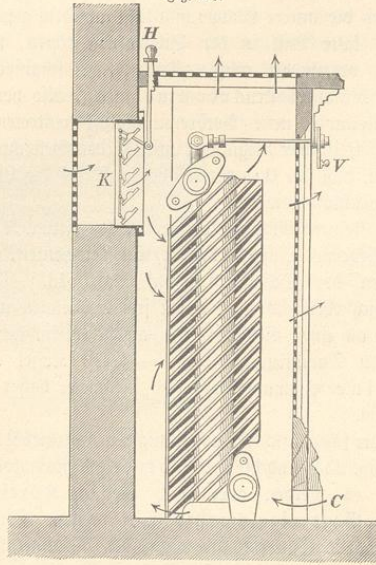


Fig. 235 stellt einen aus fünf Elementen kombinierten Dampfheizkörper dar; das obere Rohr desselben dient zur Zuleitung des Dampfes, durch das untere Rohr steht er mit dem Reguliergefäß in Verbindung.

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

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

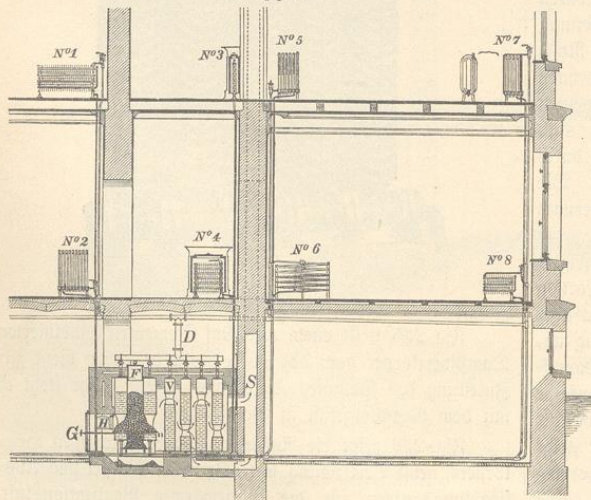
Fig. 236.



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

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

Fig. 237.



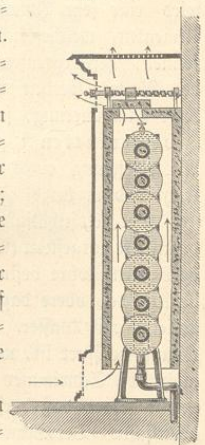
Vertikalgliederkessel mit Füllschacht F, Feuerthür G und Hängerost H verwendet. Dieser Centralofen besteht aus einer durch die Größe der Heizfläche bedingten Anzahl von Gefäßen ovalen Querschnittes, sogenannten Scheibenelementen V, die abwechselnd mit einem oberen resp. unteren Flammrohr versehen sind.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

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

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

Fig. 238 giebt den Durchschnitt eines sogenannten Isoliergehäuses;

Fig. 238.



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

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

## § 67.

**Berechnung der Dampfheizungen.**

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

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

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

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

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

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

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

1) Pécl et, Tome II, No. 1668.

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

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

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

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

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

für 1° Temperaturdifferenz.

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

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

für 1° Temperaturdifferenz.

2) Bei unmantelten Heizregistern ist die Temperatur der Cirkulationsluft wärmer als 15°, sie bildet etwa das arithmetische Mittel aus der eintretenden Cirkulationsluft und der austretenden Heizluft  $\frac{10 + 40}{2} = 25°$ ; auch

wird nicht selten Dampf von höherer Spannung benutzt, was die Verhältnisse wesentlich verändert. — In allen Fällen wird es demnach auf genaue Bestimmung der Temperaturdifferenz  $T - t$  ankommen, wobei auch der Wärmeverlust in den Leitungsröhren zu berücksichtigen ist.

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabelle I über Wärmeabgabe von Heizkörpern bei Dampfheizung.

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

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

Tabelle II.

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

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

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

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

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

die totale Heizfläche des Kessels ist daher:

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

Wasserraum. Nach Morin soll folgendes Verhältnis stattfinden: Bezeichnet

V den Rauminhalt des Kessels,

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

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

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

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

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

Ist nun

p das Gewicht des Brennmaterials,

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

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

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

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

#### Kosten der Dampfheizung.

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

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

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

Breymann, Baufunktionslehre. IV. Vierte Auflage.

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

#### Kosten der Dampfwasserheizung.

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

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

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

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

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

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

#### § 68.

#### Kombinierte Centralheizsysteme.

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

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