

Ellenbogen bzw. durch die Kniee auszurüsten. Stehen die Mittel zur Verfügung, so wird sich für Großbetriebe, besonders wenn diese von dem nächsten Krankenhaus oder Krankentransportinstitut weit entfernt liegen, ein eigenes Krankenauto zum Abtransport Schwerverletzter empfehlen. Abb. 297 zeigt das Innere der Unfallstation eines Großbetriebes. Die Aufteilung einer in einem Pfortnerhaus untergebrachten Unfallstation geht auch aus Abb. 364, Abschnitt „Werksicherheitsanlagen“, hervor.

## 14. Heizung und Lüftung.

Wärmebedarf. — Örtliche Heizungen. — Zentralheizungen. — Lüftung.

Ausreichende Heizung und Lüftung der Fabrikräume ist in gewerbehygienischer, arbeitsphysiologischer und oft auch fabrikationstechnischer Hinsicht von großer Bedeutung. Heizung und Lüftung stehen in enger Wechselbeziehung zueinander, so daß man den Zusammenhang zwischen beiden nicht aus den Augen verlieren darf, wenn man auch aus Zweckmäßigkeitsgründen jedes Gebiet für sich betrachtet.

**A. Heizung.** Über die an eine Heizungsanlage zu stellenden Anforderungen herrschen in den Kreisen der Architekten und der Betriebsingenieure noch recht willkürliche Auffassungen. Zum Teil ist hieran die Heizungstechnik selbst schuld, sind doch die auf empirischer Grundlage ermittelten Rechnungsbeiwerte für den Wärmedurchgang der verschiedenen Baustoffe, wie auch die zahlenmäßigen Zuschläge für Himmelsrichtungen, Windanfall u. dgl. die Ursache, daß die Wärmebedarfsberechnungen ziemlich weitgespannte Toleranzen enthalten. Der ausführende und auftraggebende Baufachmann wird naturgemäß vielfach dazu neigen, an die untere Grenze dieser Toleranzen zu gehen, um an Anlagekapital zu sparen; da aber andererseits diese Grenze nicht klar erkennbar ist, so erweist sich die Sparsamkeit im Betrieb oft als falsch

und als Quelle späteren Ärgers und unangenehmer Reklamationen. Eine einigermaßen objektive Grundlage für die Heizungsprojekte wird dadurch gegeben, daß für die Ausarbeitung derselben allgemein anerkannte Regeln vorgeschrieben werden, wie sie z. B. unter dem Namen „Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfes von Gebäuden und für die Berechnung der Kessel- und Heizkörpergröße von Heizungsanlagen“ (DIN 4701)<sup>1</sup> zur Verfügung stehen. Hierin sind für verschiedene Orte Deutschlands und Österreichs die tiefsten Außentemperaturen angegeben, für die die Heizungsanlagen zu bemessen sind. Diese Temperaturen liegen zwischen  $-10^{\circ}$  für einige Städte an der Meeresküste und  $-20^{\circ}$  für Orte im Osten Deutschlands bzw. für solche in höheren Gebirgslagen. Im Mittel kann mit  $-15^{\circ}$  C gerechnet werden. In südlichen Ländern ist es je nach dem Klima möglich, auf  $\pm 0$  bis  $+5^{\circ}$  zu gehen, soweit hier überhaupt Heizungsanlagen erforderlich sind. Die Innentemperaturen, die mit Hilfe der Heizungsanlage bei den tiefsten Außentemperaturen erreicht werden müssen, sind in Zahlentafel 52 festgelegt. Da sich bekanntlich die Temperaturen im Raum mit der Höhe über Fußboden verändern, muß zur Vermeidung von Unstimmigkeiten bei der Ausführung der Heizungsanlage festgelegt werden, wo die in der Zahlentafel geforderten Raumtemperaturen zu messen sind. Im allgemeinen nimmt

Zahlentafel 52. Innentemperaturen, die durch die Heizung erreicht werden müssen.

	° C
Büroräume . . . . .	+20
Fabrikräume:	
für leichte Handarbeit . . . . .	+18—20
für schwere Handarbeit . . . . .	+12—15
Gießereien . . . . .	+10
Tischlereien . . . . .	+18—20
Lackierereien . . . . .	+25—30
Maschinensäle . . . . .	+15
Druckereien . . . . .	+18
Setzereien . . . . .	+20
Textilindustrie . . . . .	+15
Papierindustrie . . . . .	+15
Lebensmittelindustrie . . . . .	+10—12
Zigarren- und Zigarettenindustrie . . . . .	+15—18
Montagehallen . . . . .	+12—15
Maschinenhäuser . . . . .	+12
Schalhäuser . . . . .	+5—10
Lagerräume . . . . .	+12—15
Garagen . . . . .	+5—10
Treppenhäuser:	
in Bürogebäuden . . . . .	+15
in Fabriken . . . . .	+5—10
Aborte:	
in Bürogebäuden . . . . .	+12—15
in Fabriken . . . . .	+10
Wash- und Garderobenanlagen:	
für Beamte . . . . .	+15
für Arbeiter . . . . .	+15—18
Baderäume . . . . .	+20—22

<sup>1</sup> Selbstverlag des Verbandes der Zentralheizungs-Industrie e. V., Berlin W 9.

man hierfür 1,50 m über Fußboden an, doch zieht Brabbée eine Höhe von 0,50 m über Fußboden (Kniehöhe) vor mit der lapidaren Forderung „Warme Füße, kühler Kopf“.

Der Betrieb einer ausgedehnten Heizungsanlage kostet auf die Dauer viel Geld. Es ist daher notwendig, von vornherein durch bauliche Maßnahmen dafür zu sorgen, daß die Abkühlungsverluste der Baulichkeiten so niedrig wie möglich gehalten werden. Eine sorgfältigere und wärmetechnisch bessere Ausführung lohnt im späteren Betrieb durch Ersparnisse an Brennstoffkosten meistens den Mehraufwand an Anlagekosten, abgesehen davon, daß auch die Anlagekosten der Heizung entsprechend niedriger werden. Die Anwendung dieser Erkenntnis fehlt auch heute noch vielfach im Fabrikbau. Das Verlangen nach reichlicher Tageslichtbeleuchtung führt häufig zu einer Übertreibung der Fenstergrößen, die sich in wärmewirtschaftlicher Beziehung verheerend auswirken kann, besonders wenn die Fenster starke Undichtigkeiten aufweisen. Bei der Anordnung großer

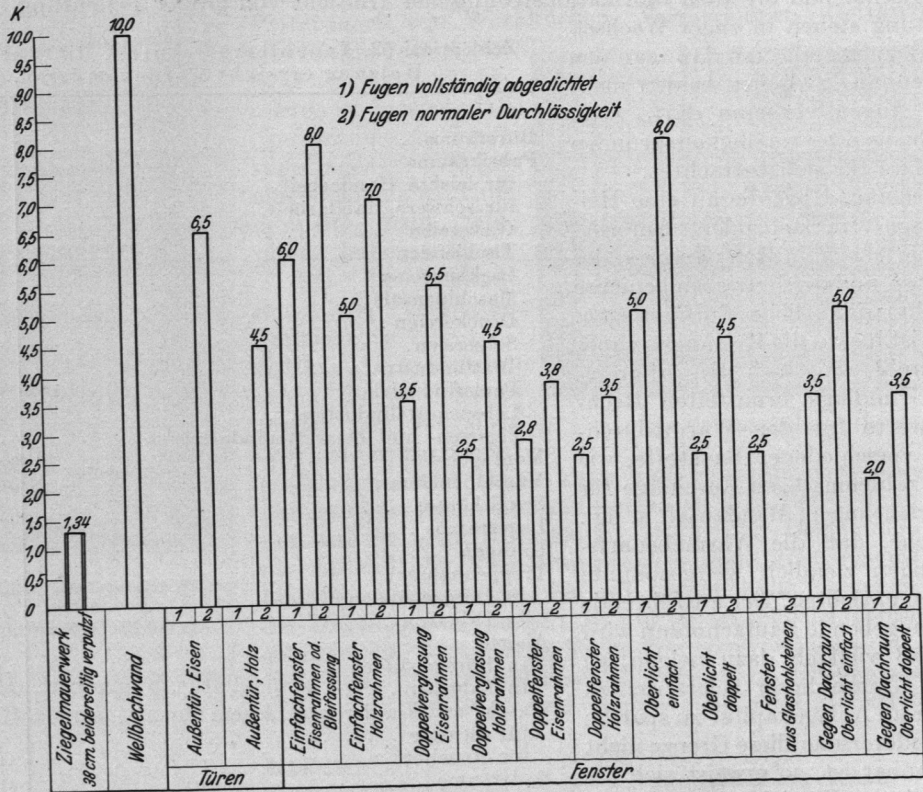


Abb. 298. Wärmedurchgangszahlen von Türen und Fenstern.

Fensterflächen sollte möglichst Doppelverglasung vorgesehen werden. Bedeutend besser sind ausgesprochene Doppelfenster. Abb. 298 läßt den Wärmedurchgang für verschiede Fenster- ausführungen und Türen, vergleichsweise auch für eine 38 cm starke, beiderseitig verputzte Ziegelsteinwand erkennen.

Die Ausbildung der Wände, Fensterbrüstungen und Dächer sollte ebenfalls unter Berücksichtigung wärmewirtschaftlicher Gesichtspunkte erfolgen. Die oben erwähnten Regeln für die Berechnung des Wärmebedarfes von Gebäuden und für die Berechnung der Kessel- und Heizkörpergröße von Heizungsanlagen enthalten ausführliche Tabellen über die Wärmedurchgangszahlen für die verschiedensten Bauausführungen. Für wärmetechnisch weniger bewanderte Leser sei bemerkt, daß unter Wärmedurchgangszahl ( $k$ ) diejenige Wärmemenge in kcal zu verstehen ist, die in einer Stunde durch  $1 \text{ m}^2$  einer Konstruktion hindurchgeht, wenn zwischen der Luft auf beiden Seiten der Wand ein Temperaturunterschied von  $1^\circ$  besteht. In Abb. 299 sind für einige gebräuchliche Ausführungsarten von Wänden und Fensterbrüstungen die Wärmedurchgangszahlen bei verschiedenen Wandstärken aufgetragen. Der Wert einer guten Isolierung springt bei der Betrachtung der Darstellung sofort in die Augen. Besonders für Fensterbrüstungen, vor denen Heizkörper liegen, ist eine Isolierung durch Kork- oder Torfleichtplatten sehr zu

empfehlen, da hier wegen der Strahlung der Heizflächen der Temperaturunterschied zwischen Innen und Außen besonders groß ist. Eine einhalbsteinstarke Brüstung mit 2 cm starker Isolierung

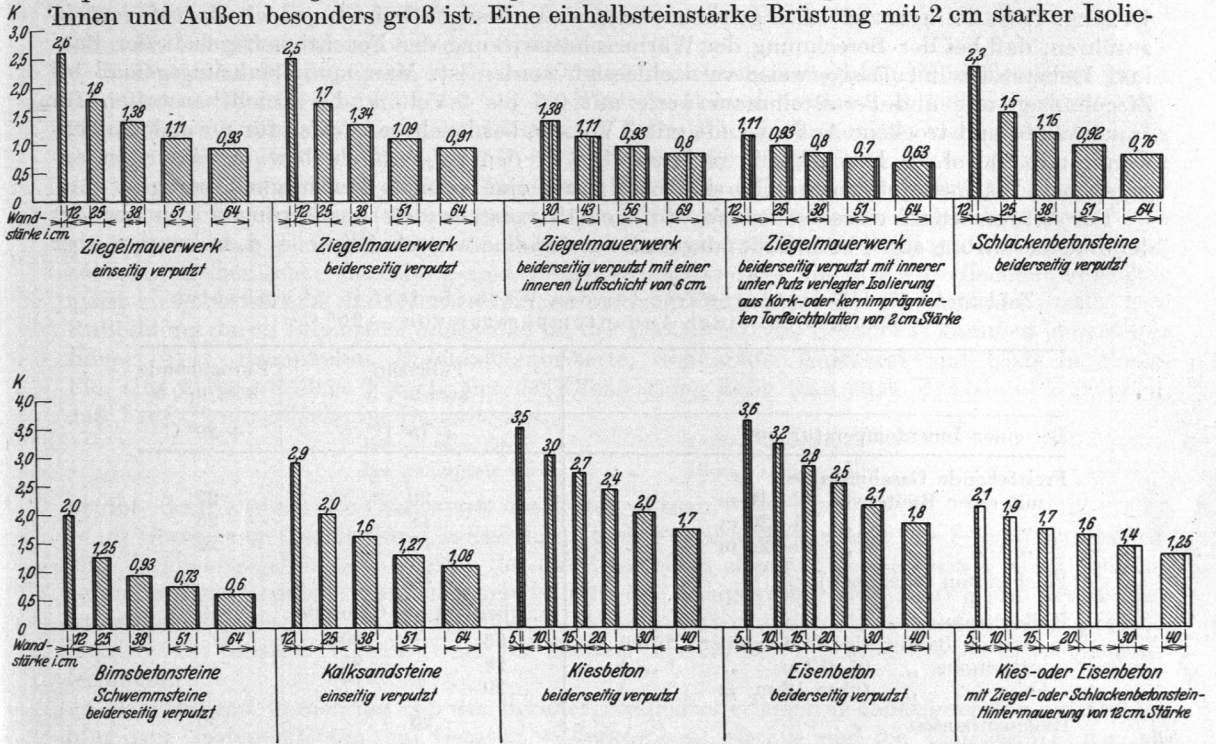


Abb. 299. Wärmedurchgangszahlen von Wänden.

zung ist wärmetechnisch einer 51 cm starken Ziegelsteinwand gleichwertig. Allerdings sind auch die Wetterverhältnisse und der Schutz der Wand gegen Eindringen von Nässe zu berücksichtigen, da die Wärmeleitahlen der Baustoffe mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt stark wachsen. Vorzuziehen ist daher mindestens eine 25 cm starke Brüstung mit Isolierung durch Leichtplatten oder durch Luftschicht.

Kiesbeton oder Eisenbeton ist wärmetechnisch der Ziegelsteinwand bei gleicher Stärke unterlegen. Daher sollten solche Wände durch Isolierplatten, Schlackenbeton- oder Ziegelhintermauerung geschützt werden, wenn man nicht überhaupt die Eisenbeton-Skelettbauweise wählt, bei der die Wand- und Brüstungsteile durch Ziegelmauerwerk oder Schlackensteine ausgefüllt werden.

Wellblechwände scheidern wegen ihrer hohen Wärmedurchgangszahl ( $k=10$ ) für Gebäude, bei denen auf Wärmeschutz auch nur geringer Wert gelegt wird, aus.

In Abb. 300 sind auch die Wärmedurchgangszahlen für verschiedene Ausführungen von Dachkonstruktionen und Oberlichtern angegeben. Man sieht, daß auch hier eine wärmedichte (möglichst isolierte) Ausführung nutzbringend ist.

Im Siedlungsbau hat man in der Nachkriegszeit mehrfach Mißerfolge bei der Anwendung

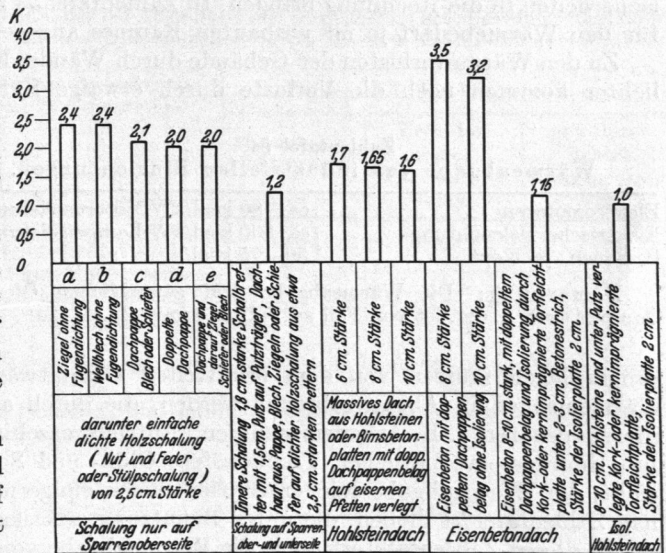


Abb. 300. Wärmedurchgangszahlen von Dächern.

neuzeitlicher Bauweisen mit besonderem Wärmeschutz der Wände und Decken gehabt. Wie Dr.-Ing. I. S. Cammerer<sup>1</sup> nachgewiesen hat, sind diese Mißerfolge jedoch darauf zurückzuführen, daß bei der Berechnung der Wärmeschutzwirkung der Feuchtigkeitsgehalt der Bau- und Isolierstoffe unzulässigerweise vernachlässigt worden ist. Man muß erfahrungsgemäß bei Ziegelmauerwerk und Sandsteinmauerwerk mit 0,5 bis 2 Vol.-%, bei Leichtbaustoffen für Innenwände und trockene Außenwände mit 5 Vol.-%, bei Leichtbaustoffen für normale Außenwände mit 10 Vol.-% Feuchtigkeit rechnen. Die in den Zahlentafeln bzw. Abbildungen angegebenen Wärmedurchgangszahlen sind bereits auf eine normale Feuchtigkeit bezogen.

Der Wärmebedarf eines Gebäudes wird gemäß vorstehenden Ausführungen von der Art der Bauausführung stark beeinflusst; darum ist es für eine wirtschaftliche — d. h. knappe, aber

Zahlentafel 53. Überschlagswerte für den Wärmebedarf je m<sup>3</sup> umbauten Raumes bei einer Außentemperatur von — 20° C.

Bei einer Innentemperatur von	Fabriken	Bürogebäude
	kcal/m <sup>3</sup> , h	kcal/m <sup>3</sup> , h
	+ 15° C	+ 20° C
Freistehende Geschößbauten		
mit einer Breite von 12—16 m . . . . .	20	27
„ „ „ „ 16—20 m . . . . .	18	25
„ „ „ „ 20—24 m . . . . .	15	22
Flachbauten (Sheddach). . . . .	35	
Hallenbauten	m. Oberlicht	o. Oberlicht
niedrige Bauten (bis 6 m mittlere Höhe) . .	35	30
mittelhohe „ (6—12 m „ „) . .	28	25
hohe „ (über 12 m „ „) . .	20	17
Hallenanbauten . . . . .	25	30

doch ausreichende — Dimensionierung der Heizungsanlage nicht zugänglich, mit Erfahrungswerten für den Wärmebedarf pro m<sup>3</sup> umbauten Raumes zu rechnen. Lediglich für überschlägliche Berechnungen des voraussichtlichen Jahreswärmebedarfs oder dgl. können solche Werte zugrunde gelegt werden, da hierbei die übrigen Annahmen (z. B. die Heizdauer) schon große Unsicherheiten in die Rechnung bringen. In Zahlentafel 53 sind für diese Zwecke Überschlagswerte für den Wärmebedarf je m<sup>3</sup> umbauten Raumes angegeben.

Zu den Wärmeverlusten der Gebäude durch Wände, Fenster, Türen, Tore, Dächer und Oberlichter kommen noch die Verluste durch etwaige Lüftungs- und Absaugungseinrichtungen.

Zahlentafel 54.  
Wärmeabgabe von industriellen Einrichtungen.

Elektromotoren . . . . .	ca. 80 kcal/kW Motorenleistung
Elektrische Beleuchtung . . . . .	ca. 800 kcal/kW Lampenleistung
Personen, je Kopf . . . . .	50—75 kcal/h.

Bemerkung: Die Wärmeabgabe von gewerblichen Öfen, Dampffässern u. dgl. ist von Fall zu Fall zu ermitteln.

Die zusätzlichen Verluste dürfen keineswegs vernachlässigt werden, können sie doch in manchen Fällen ein Mehrfaches der übrigen Verluste ausmachen. Diese Verluste ergeben sich aus der Berechnung der Lüftungs- und Absaugungsanlagen.

Für die Bemessung der Heizungsanlagen müssen von dem ermittelten Gesamtwärmebedarf eines Gebäudes diejenigen Wärmemengen in Abzug gebracht werden, die durch andere Wärmequellen gedeckt werden. Hierzu gehören z. B. Arbeitsmaschinen, Antriebsmaschinen, Glühlampen, industrielle Dampf- und Heißwasserverbraucher, Trockenöfen, Glüh- und Schmelzöfen u. dgl. Es ist nicht immer leicht, die Wärmeabgabe solcher Einrichtungen einigermaßen genau zu ermitteln. Als Anhalt mag Zahlentafel 54 dienen, die unter Benutzung amerikanischer Veröffentlichungen aufgestellt ist. In dieser Zahlentafel ist auch die Wärmeabgabe von arbeitenden und ruhenden Menschen aufgeführt, die aber nur bei starker Belegung der in Frage kommenden Räume von Bedeutung ist.

<sup>1</sup> Siehe Bericht Nr. 2 der Reichsforschungsgesellschaft für Wirtschaftlichkeit im Bau- und Wohnungswesen. Berlin: Beuth-Verlag G.m.b.H. 1930.

Nach Abzug des durch andere Wärmequellen gedeckten Wärmebedarfes ergibt sich der Wärmebedarf, für den die Heizungsanlage zu bemessen ist. Die Ausführung der Heizungsanlage<sup>1</sup> kann im Fabrikbau nach folgenden Systemen erfolgen:

I. Örtliche Heizungen. a) *Eiserne Öfen*. In mittleren und großen Fabrikbetrieben findet man eiserne Öfen für Raumheizung nur noch selten. Feuersicherheit und Bedienungsfragen verbieten ihre Anwendung in größerem Umfange. Lediglich für Sonderfälle kann die Aufstellung eiserner Öfen empfohlen werden, so z. B. für Schuppen oder Werkstätten, die vom Hauptkomplex der Fabrikanlage sehr weit entfernt liegen und deren Anschluß an eine zentrale Heizungsanlage wirtschaftlich nicht gerechtfertigt erscheint. Auch für provisorische Heizung haben eiserne Öfen große Bedeutung; sie sind billig, schnell aufzustellen, gut regelbar und heizen die Räume schnell hoch. In hygienischer Beziehung sind sie selten einwandfrei, da ihre Oberflächentemperatur meist zu hoch ist und Staubverbrennungen unausbleiblich sind. Dazu kommt die Staub- und Rußbildung durch Brennstoff und Asche bei der Bedienung. Als Brennstoff kommen je nach der Bauart Torf, Braunkohle, Braunkohlenbriketts, Steinkohle, Anthrazit und Koks in Frage. Für eine überschlägliche Berechnung der Ofenleistung kann man nach Brabbée<sup>2</sup> annehmen, daß 1 m<sup>2</sup> Ofenheizfläche im Dauerbetrieb

bei glatten Öfen . . . . . 1500—2000 kcal/h,  
bei gerippten Öfen . . . . . 1000—1300 kcal/h.

abgibt, doch können die Öfen stark überlastet werden.

β) *Gasheizung*. Die direkte Gasheizung hat im Fabrikbetrieb wegen der Feuer-, Explosions- und Vergiftungsgefahr sowie wegen der im allgemeinen ziemlich hohen Kosten kaum Eingang gefunden. Die Regulierungsmöglichkeit ist gut, die Anlagekosten sind niedrig und der Betrieb ist sauber. Zu beachten ist, daß gesonderte Abzugsvorrichtungen für jeden Gasheizkörper vorhanden sein müssen. Vorschrift ist der Einbau sogenannter Zugunterbrecher in die Abzugsleitungen.

Nachstehend werden die von der Berliner Baupolizei erlassenen Richtlinien für die Aufstellung von Gasfeuerstätten und Geräten wiedergegeben; hieraus sind die Querschnitte der Abzugsleitungen ersichtlich.

#### I. Anschluß an die Gasleitung.

1. Gasfeuerstätten und -geräte wie Heizöfen, Herde, Warmwasserbereiter und gewerbliche Gasfeuerstätten, die ihren Standort nicht zu wechseln brauchen, sind fest und gasdicht an die Gasleitung anzuschließen.

2. Bei kleinen versetzbaren Kochern, Bratöfen, Bügeleisen im Haushalt und bei gasbeheizten Werkzeugen wie Lötkolben, Lötpistolen, Schweiß- und Schneidbrennern usw. können Schläuche verwendet werden, wenn vor ihnen in der festen Leitung ein Abschlußhahn, der bei Abstellung der Gasfeuerung geschlossen werden muß, angebracht ist und die Enden der Schläuche auf den Schlauchtüllen durch Schellen, Klammern oder ähnliche Vorrichtungen gegen Abrutschen gesichert sind.

3. Gasfeuerstätten mit besonderer Zündflamme müssen eine Verriegelung zwischen Brennerhahn und Zündflammenhahn besitzen.

#### II. Rohre für die Ableitung der Abgase (Abgasrohre).

1. Als Abgasrohr eignen sich Rohre aus verbleitem Blech<sup>3</sup>, Aluminium sowie aus Formstücken von Asbestzement, Holzzement oder Ton, die durch Falze einwandfrei gedichtet sind. Am unteren Ende der Rohre aus Ton und aus Holzzement ist eine Vorrichtung zur Entnahme sich etwa ansammelnden Niederschlagwassers vorzusehen. Die Weiten der Abgasrohre sind der Zahlentafel 55 zu entnehmen.

2. Bei quadratischem Querschnitt der Rohre muß die Seitenlänge gleich dem oben angegebenen Durchmesser sein.

3. Die Abgasrohre sind ohne genügende Isolierung nicht an oder in Außenwänden oder in kalten Dachböden zu verlegen.

#### III. Abführung der Abgase.

1. Die Verbindung zwischen Gasgerät und Schornstein muß möglichst kurz sein.

2. Es ist darauf hinzuwirken, daß für je 2 Gasfeuerstätten ein Schornstein von rund 200 cm<sup>2</sup> lichter Querschnitt (14 × 14) angelegt wird.

3. Die Abführung der Abgase von geschlossenen Gasherden, Brat- und Backschränken, Suppenkesseln, Wurst- und Schinkenkesseln, Lackier- und Trockenöfen, Brot- und Konditorbacköfen, Dampfkesseln usw. in

Zahlentafel 55. Abgasrohre.

Minutliche Leistung kcal	Erforderlicher Querschnitt cm <sup>2</sup>	gewählter lichter Durchmesser cm
120	63	9
240	98	11
320	135	13
650	176	15

<sup>1</sup> Siehe auch Rietschel: Heiz- und Lüftungstechnik, 9. Aufl. von Dr.-Ing. H. Gröber. Berlin: Julius Springer 1930.

<sup>2</sup> Rietschel-Brabbée: Heiz- und Lüftungstechnik, 7. Aufl. Berlin: Julius Springer 1924.

<sup>3</sup> Nach dem Biegen verbleit.

gewerblichen Betrieben in Schornsteine ist anzustreben. Ist dies unmöglich, so ist für eine ausreichende Belüftung und Entlüftung der Arbeitsräume zu sorgen.

4. Badeöfen und alle größeren Wassererhitzer, wozu auch die Warmwasserautomaten für ganze Gebäude oder einzelne Stockwerke gehören, sind ausnahmslos an Schornsteine anzuschließen.

5. Bei sehr kleinen Badezimmern empfiehlt sich die Aufstellung der Gasbadeöfen oder der Stromautomaten in einem Nebenraum, z. B. der Küche oder dem Flur, sofern dadurch die Warmwasserleitung nicht übermäßig verlängert wird.

6. Werden Badeöfen oder überhaupt Warmwasserbereiter in Badezimmern aufgestellt, so ist nicht nur für die Abführung der Verbrennungsgase, sondern auch für die Zuführung frischer Luft zum Baderaum zu sorgen. Da ein Gasbadeofen zur Verbrennung des für ein Vollbad notwendigen Gases in 15 bis 20 Minuten mindestens  $6 \text{ m}^3$  Luft braucht, sind mindestens unten an der Tür Schlitz- oder Löcher anzubringen, die so gelegen sein müssen, daß sie nicht verstopft werden.

7. Keines Abzuges bedürfen wegen ihres geringen und vorübergehenden Gasverbrauches die unter I, 2 aufgeführten Gasfeuerstätten und -geräte. Ebenso bedürfen keines Abzuges Vorratserwärmer bis zu 10 l Wassergehalt, sowie kleinere Durchflußerwärmer bis zu 130 kcal minutlicher Leistung, sofern sie nur minutenweise betrieben werden und in gut entlüftbaren Räumen untergebracht sind.

8. Die Gasschornsteine brauchen nicht bis über Dach geführt werden, sondern dürfen in einen unbenutzten, gut entlüfteten Dachraum münden, wenn Gewähr gegeben ist, daß ihre Ausmündung nicht verstopft werden kann.

9. In Ergänzung des Runderlasses des Ministers für Volkswohlfahrt vom 26. Januar 1929 — II, V 1064 — (Volkswohlfahrt S. 139) wird für bestehende Gebäude folgendes bemerkt:

Ist bei bestehenden Gebäuden ein freies Schornsteinrohr nicht vorhanden und kann nach Angabe des Bezirksschornsteinfegers durch Verlegen der Anschlüsse ein Schornsteinrohr nicht freigemacht werden, so kann die Einführung der Abgase dieser Gasfeuerstätten in Schornsteine, an die schon Kohlenfeuerstätten — jedoch die höchstens zwei — angeschlossen sind, ausnahmsweise und auf Widerruf zugelassen werden. Befinden sich die Kohlenfeuerstätten im unmittelbar darunter- oder darüberliegenden Stockwerk, so ist der Anschluß der Gasfeuerstätten nur zulässig, wenn eine örtliche Untersuchung dies unbedenklich erscheinen läßt. Der Anschluß von Gas- und Kohlenfeuerstätten des gleichen Stockwerkes an einen gemeinsamen Schornstein ist unzulässig.

An einen von keiner Kohlenfeuerstätte beanspruchten Schornstein dürfen in der Regel nicht mehr als zwei Gasheizöfen oder drei Badeöfen usw., und wenn in den Schornstein bereits eine Kohlenfeuerung eingeführt ist, nicht mehr als ein Gasheizofen oder zwei Badeöfen usw. angeschlossen werden.

Die Abführung der Abgase von geschlossenen Gasherden usw. (III Ziff. 3) ist in bestehenden Gebäuden auch an ein von keiner Kohlenfeuerstätte beanspruchtes Schornsteinrohr zulässig.

Besteigbare Schornsteine dürfen für die Gasableitung nicht benutzt werden.

#### IV. Rückstromsicherung.

Ausmündungen der Abgasrohre durch die Außenwand ins Freie sind tunlichst zu vermeiden. Erfolgt diese Ausführung, so sind zur Unschädlichmachung der Windstöße in der senkrechten Strecke des inneren Abgasrohres Rückstromsicherungen anzubringen, sofern die Gasfeuerstätten (Heizöfen, Badeöfen usw.) sie nicht bereits besitzen. Sie können bei Abgasrohren und Schornsteinen, die über Dach führen, gefordert werden, wenn infolge der Lage des Hauses zu Nachbargebäuden, Anhöhen, hohen Bäumen usw. durch Windstöße die Flammen zum Erlöschen gebracht werden könnten. An Stelle der Rückstromsicherungen sind auch sicher wirkende Windschutzhauben (Schornsteinaufsätze), die nicht im Gebiete des ruhenden Winddruckes liegen dürfen, zulässig.

#### V. Weitergehende Bestimmungen.

Für Theater, öffentliche Versammlungsräume, Zirkusanlagen, Lichtspieltheater, Waren- und Geschäftshäuser, sowie feuergefährliche Betriebe sind außerdem die hierfür geltenden Einzelvorschriften zu beachten.

Für die Berechnung der Heizleistung von Gasöfen kann überschläglich mit einem Wirkungsgrad von 75 bis 85% gerechnet werden.

Indirekt läßt sich die Gasheizung dadurch anwenden, daß die Kessel einer Zentral- oder Fernheizungsanlage mit Gas beheizt werden. Auf Hüttenwerken, die mit niedrigen Gaskosten rechnen können, sind diese Ausführungen vielfach angewandt. Durch die Einführung der Ferngasversorgung wird hoffentlich ein starker Impuls zur Senkung der Gaspreise auch für andere Verbraucher gegeben, so daß dann die indirekte Gasheizung mit ihren unverkennbaren Vorzügen (anpassungsfähig, betriebsbereit, sauber, wenig Bedienung) größere Verbreitung finden dürfte.

γ) *Elektrische Heizung.* Im allgemeinen ist für Heizungen die hochwertige elektrische Energie zu teuer, um in die minderwertigere Energieform der Wärme umgewandelt zu werden. Die elektrische Raumheizung kommt daher für Fabrikgebäude nur in besonders gelagerten Fällen in Betracht, so, wenn ein außerordentlich günstiger Stromtarif den Bezug von billigem Heizstrom ermöglicht oder wenn Wasserkraftanlagen überschüssige Energiemengen für Heizzwecke verfügbar haben. Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, eine zentrale Heizungsanlage durch Elektrokessel zu versorgen, doch gehen damit die eigentlichen technischen Vorteile der elektrischen Heizung wieder verloren. Wenn man sich im Ausnahmefall für elektrische Raumheizung entschließt, dann ist die örtliche Aufstellung von elektrischen Heizkörpern vorzuziehen, da hierbei

alle Rohrleitungsanlagen usw. in Fortfall kommen. Allerdings sind statt dessen die Verteilungskabelnetze entsprechend stärker zu bemessen, da der Strombedarf elektrischer Heizanlagen beträchtlich ist. Die Ausführung der Heizkörper kann als Widerstandsheizkörper, als Strahlöfen mit Heizlampen (beide wegen der hohen Temperaturen hygienisch unerwünscht) oder als Warmwasserheizkörper mit eingebauter Heizpatrone erfolgen. Auch können Luftheizapparate (siehe weiter unten) mit elektrischer Heizung versehen werden.

Für die Berechnung elektrischer Heizanlagen gilt die Formel

$$Q = 860 \cdot \eta \cdot L,$$

worin bedeuten

$Q$  = den Wärmebedarf in kcal/h,

$L$  = die erforderliche elektrische Leistung in kW,

$\eta$  = den Wirkungsgrad der Heizung (95 bis 99%).

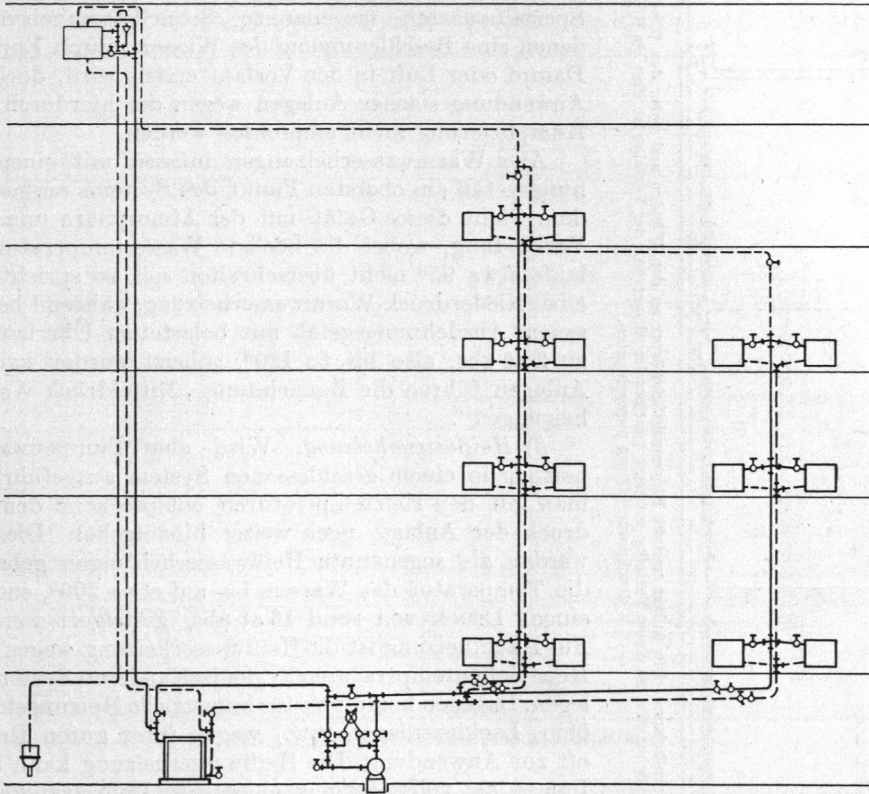


Abb. 301. Schema einer Pumpen-Warmwasserheizung.

II. Zentralheizungen.  $\alpha$ ) *Warmwasserheizung*. Die hygienisch einwandfreieste Form der gebräuchlichen Zentralheizungssysteme ist die Warmwasserheizung. Die verhältnismäßig niedrigen Oberflächentemperaturen dieser Heizungsart vermeiden Staubverbrennungen, wie sie bei anderen Systemen unausbleiblich sind. Die Warmwasserheizung ist zentral sehr gut regelbar, indem man die Vorlauftemperatur der Witterung anpaßt. Andererseits ist als Nachteil die thermische Trägheit der Wassermassen zu nennen, die eine längere Anheizdauer, besonders bei ausgedehnten Anlagen notwendig macht. Für Fabrikanlagen kommt hinzu, daß bei Stillstand der Werksanlagen strenge Kälte eine Einfriergefahr mit sich bringt. Ist öfter mit Umänderungen und Umbauten, wie sie im Fabrikbetrieb nicht zu vermeiden sind, zu rechnen, so gesellt sich als weiterer Nachteil die Empfindlichkeit des Systems gegen Entleeren der Anlage von Heizwasser und Neuauffüllen mit frischem Wasser hinzu. Eine öftere Erneuerung des Wasserinhalts bringt nämlich eine starke Schlamm- und Steinablagerung im ganzen Heizungssystem mit sich. Eine ausgedehnte Heizungsanlage mußte aus diesem Grund nach 15jähriger Betriebszeit gründlich erneuert werden, womit man die Umstellung der Anlage auf Dampfheizung verband.

Für Bürogebäude, Laboratorien oder dgl. ist die Warmwasserheizung wegen ihrer hygienischen Vorzüge und wegen ihrer Geräuschlosigkeit das gegebene Zentralheizungssystem. Die Warmwasserheizung kann als Schwerkraftheizung (Auftriebsheizung) oder als Pumpenheizung

ausgeführt werden. Zweckmäßig ist die Anwendung des sogenannten Zweirohrsystems entweder mit oberer oder mit unterer Verteilung. Für größere Anlagen, die waagrecht weit verzweigt sind, kommt bei zentraler Anordnung der Kesselanlage meistens nur die Pumpenheizung in Frage (siehe Abb. 301). Bei Anordnung einer Pumpenheizung ist es z. B. auch möglich, Räume, die tiefer liegen als der Kessel, zu versorgen, während dies bei einer Schwerkraftheizung naturgemäß nicht möglich ist. Es gibt allerdings auch hierfür Spezialbauarten (sogenannte Schnellstromheizungen), bei denen eine Beschleunigung des Wassers durch Einblasen von Dampf oder Luft in den Vorlauf erzielt wird, doch kann die Anwendung solcher Anlagen wegen der hierdurch bedingten Komplizierung nicht empfohlen werden.

Alle Warmwasserheizungen müssen mit einem Ausdehnungsgefäß am obersten Punkt des Systems ausgerüstet werden. Steht dieses Gefäß mit der Atmosphäre unmittelbar in Verbindung, wobei die höchste Wassertemperatur des Vorlaufs etwa  $95^{\circ}$  nicht überschreiten soll, so spricht man von einer Niederdruck-Warmwasserheizung, während bei geschlossenem Ausdehnungsgefäß mit belastetem Überlaufventil bis zu 2 at abs, also bis zu  $120^{\circ}$ , geheizt werden kann. Solche Anlagen führen die Bezeichnung „Mitteldruck-Warmwasserheizungen“.

*β) Heißwasserheizung.* Wird eine Pumpenwarmwasserheizung in einem geschlossenen System ausgeführt, so kann man mit den Heiztemperaturen, entsprechend dem Betriebsdruck der Anlage, noch weiter hinaufgehen. Diese Anlagen werden als sogenannte Heißwasserheizungen gebaut, wobei die Temperatur des Wassers bis auf etwa  $200^{\circ}$ , entsprechend einem Druck von rund 16 at abs, gesteigert werden kann. Für Raumheizung ist die Heißwasserheizung wegen der hohen Heizflächentemperaturen hygienisch anderen Systemen unterlegen. Dagegen kommt sie für industrielle Heizungen (Trockenöfen, Lackieranlagen usw.) wegen ihrer guten Regelbarkeit oft zur Anwendung. Die Heißwasserheizung kann auch ohne Pumpe als vollständig geschlossener Rohrstrang ausgeführt werden, bei dem ein Teil des Rohrstranges im Feuer liegt und somit als Kessel anzusprechen ist, während der übrige Teil der Rohrleitungen die Verteilung bzw. die Heizkörper bildet. Gebräuchlicher ist heute die Ausführung von Pumpenheißwasserheizungen, bei denen das Heißwasser aus einem normalen Dampfkessel entnommen wird. Grundsätzlich haften der Heißwasserheizung neben dem hygienischen Nachteil die gleichen Nachteile wie der Warmwasserheizung an (Einfriergefahr, Trägheit). Ein wesentlicher Vorteil der Heißwasserheizung gegenüber den Hochdruck- und Mitteldruckdampfheizungen ist der Fortfall der Kondenswasserableitungen und die bequeme zentrale Regelbarkeit; andererseits ist für weit verzweigte Industrieanlagen die Heißwasserheizung zu schwer-

fällig, da sich eine etwa erforderliche Abstufung der Heiztemperaturen für verschiedene Wärmeverbraucher nur auf umständliche Art und Weise erreichen läßt. Auch ist bei ausgedehnten Anlagen mit verschiedenen Heiztemperaturen eine geordnete Rückführung des Wassers zur Kesselanlage erschwert.

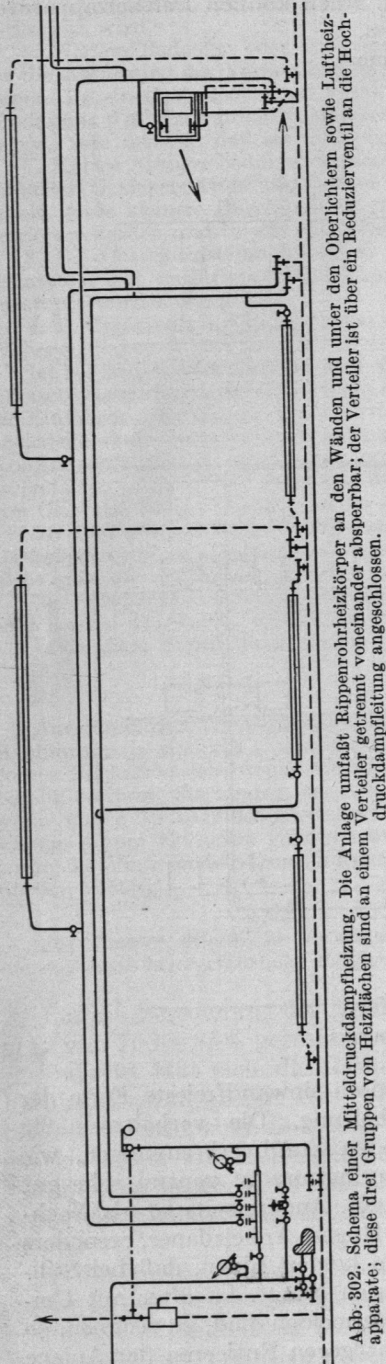


Abb. 302. Schema einer Mitteldruckdampfheizung. Die Anlage umfaßt Rippenrohrheizkörper an den Wänden und unter den Oberlichtern sowie Intheizverteiler, der Verteiler ist über ein Reduzierventil an die Hochdruckdampfleitung angeschlossen.



γ) *Dampfheizung*. Für alle Fälle, in denen die Heizungsanlage nicht ununterbrochen betrieben wird, sondern nur in ein oder zwei Schichten täglich, ist die Dampfheizung wegen der raschen Erwärmung und schnellen Abkühlung nach Abstellen der Anlage sowie wegen stark verringerter Einfriergefahr den Warm- und Heißwasserheizungen überlegen. Für Fabrikanlagen kommt also diese Heizungsart hauptsächlich zur Anwendung. Sie hat außerdem den Vorteil, daß sich die Rohrleitungen beliebig führen lassen und daß die Anlagekosten niedriger sind als bei anderen Systemen. Man unterscheidet:

1. Hoch- und Mitteldruckdampfheizungen,
2. Niederdruckdampfheizungen,
3. Vakuumheizungen.

Die Hoch- und Mitteldruckdampfheizungen arbeiten mit Oberflächentemperaturen von  $120^{\circ}$  und mehr, sind also in hygienischer Beziehung ebenfalls nicht einwandfrei. Außerdem läßt sich die Wärmeabgabe der Heizkörper nur schlecht regeln, die Kondensatableiter erfordern eine

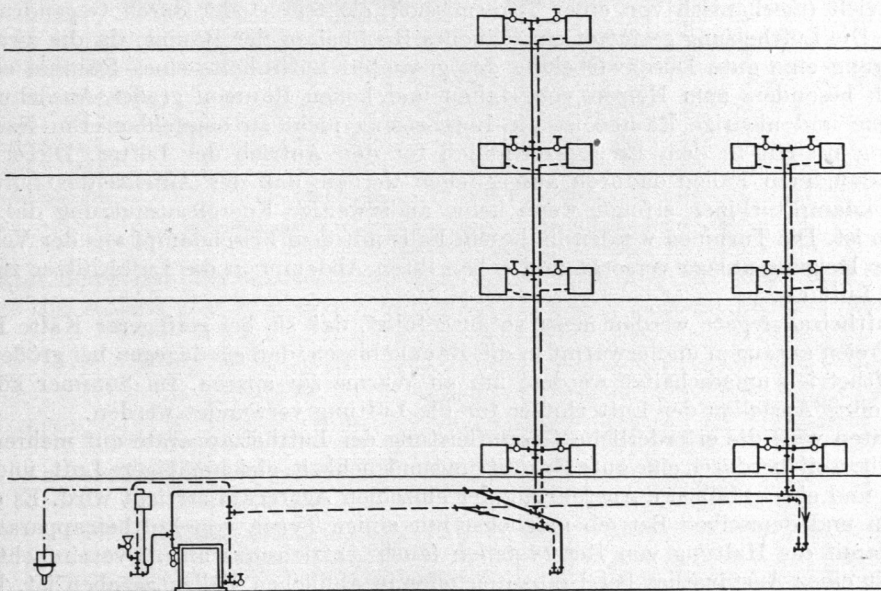


Abb. 303. Schema einer Niederdruckdampfheizung.

dauernde Wartung. Wasserschläge und Geräusche sind unausbleiblich. Wegen der bequemen Fernübertragung finden solche Heizungen dennoch in Fabrikbetrieben Anwendung. Man sollte aber von Hochdruckheizungen ganz absehen und höchstens Mitteldruckheizungen mit etwa 2 bis 3 at abs Betriebsdruck wählen, schon mit Rücksicht auf eine etwaige Kupplung von Kraft- und Heizwirtschaft, wobei immer ein möglichst niedriger Heizungsdruck von Vorteil für die Krafterzeugung ist. Das gebräuchliche System einer Mitteldruckdampfheizung ist aus Abb. 302 ersichtlich.

Die Niederdruckdampfheizungen arbeiten mit Drücken von 1,05 bis 1,20 at abs. Der höchstzulässige Druck beträgt 1,50 at abs, da bei Überschreitung dieses Druckes die Kessel der Heizungsanlagen den gesetzlichen Bestimmungen für Hochdruckkessel unterliegen. Die schematische Anordnung der Niederdruckdampfheizung ist aus Abb. 303 ersichtlich. Die Heizkörper der Niederdruckdampfheizungen lassen sich durch doppelt einstellbare Regulierventile fein regulieren.

Vakuumheizungen sind solche Heizungen, die mit Drücken unter dem Atmosphärendruck arbeiten oder Warmwasserheizungen, bei denen als Wärmeerzeuger ein zu einer Dampfmaschinenanlage gehöriger Oberflächenkondensator dient. Bei Vakuumdampfheizungen erhalten die Rohrleitungen und Heizflächen sehr große Querschnitte, wodurch die Anlagekosten außerordentlich erhöht werden. Trotz sorgfältiger Ausführungen sind Undichtigkeiten und damit Vakuumverluste unvermeidlich. Die Regulierfähigkeit solcher Anlagen ist beschränkt.

δ) *Dampf-Warmwasserheizung.* Bei diesem Heizungssystem wird der Kessel der Warmwasserheizungsanlage durch einen Gegenstromapparat oder Boiler ersetzt, der mit Dampf evtl. auch mit Heißwasser beheizt wird. Solche Heizungen finden Anwendung, wenn in einer Fabrikanlage, die im übrigen mit Hochdruck- oder Niederdruckdampf arbeitet, aus besonderen Gründen, z. B. für Laboratorien oder Büros eine geräuschlose, hygienisch einwandfreie Warmwasserheizung benötigt wird und wenn hierfür aus wärmewirtschaftlichen oder betriebstechnischen Gründen keine eigene Kesselanlage aufgestellt werden soll. Natürlich läßt sich eine Dampf-Warmwasserheizung auch mit einer normalen Warmwasserheizung derart kombinieren, daß für Reservezwecke und für den Fall des Stillstandes der Fabrikheizung ein normaler Warmwasserkessel abschaltbar an die Warmwasserheizung angeschlossen wird. Die Anlage kann dann je nach Bedarf wechselweise mit dem Gegenstromapparat oder mit dem Kessel betrieben werden.

ε) *Luftheizung.* Die Luftheizung wird dadurch gekennzeichnet, daß als Wärmeträger heiße Luft dient, die in Luftheizapparaten auf die erforderliche Temperatur erwärmt wird. Die Erwärmung kann in Luftherhitzern mit Dampf-, Warmwasser- oder Heißwasserheizung oder in besonderen feuer-, gas- oder abgasbeheizten, schließlich auch in elektrischen Erhitzern erfolgen.

Die Luftbewegung wird in allen Fällen am besten durch Lüfter (Ventilatoren) mit Kraftantrieb erzielt (mechanisch von einer Transmission, elektrisch oder durch Gegendruckdampfturbinen). Die Luftheizung gestattet ein schnelles Hochheizen der Räume, da die zwangläufige Luftbewegung eine gute Durchwirbelung des gesamten Luftinhalts eines Raumes ergibt. Sie eignet sich besonders zum Heizen von Hallen und hohen Räumen großer Ausdehnung. Für Einzelräume und niedrige Räume ist die Luftheizung nicht zu empfehlen. Ein Nachteil der Luftheizung besteht in dem Energieverbrauch für den Antrieb der Lüfter. Dieser Nachteil kann in besonderen Fällen dadurch ausgeglichen werden, daß der Antrieb der Lüfter durch Gegendruckdampfturbinen erfolgt, wenn keine anderweitige Energieausnutzung des Dampfes vorgesehen ist. Die Turbinen werden in diesem Falle mit dem Frischdampf aus der Verteilungsleitung der Heizungsanlage versorgt und geben ihren Abdampf in die Luftherhitzer zur Erwärmung der Luft ab.

Die Luftheizaggregate werden meist so ausgeführt, daß sie bei geringerer Kälte Frischluft aus dem Freien ansaugen und erwärmt in die Räume blasen, daß sie dagegen bei größerer Kälte auf Umluftbetrieb umgeschaltet werden, um an Wärme zu sparen. Im Sommer können die Apparate ohne Anstellen der Luftherhitzer für die Lüftung verwendet werden.

Am besten wird die erforderliche Gesamtleistung der Luftheizapparate auf mehrere Aggregate verteilt, weil hierdurch eine gute Regulierungsmöglichkeit, gleichmäßigere Luft- und Wärmeverteilung und eine gefälligere Ausführung der einzelnen Aggregate erreicht wird. Es empfiehlt sich, in ein und demselben Betrieb möglichst nur einige Typen von Luftheizapparaten anzuwenden, damit die Haltung von Reserveteilen (auch Antriebsmaschinen) vereinfacht und die Möglichkeit eines Austausches bei Umbauten oder in ähnlichen Fällen gegeben ist. Es dürfte vielfach genügen, wenn man die Leistungen der Luftheizapparate folgendermaßen abstuft:

25000 kcal/h	}	(Abb. 304a und 304b)
50000 kcal/h		
75000 kcal/h		
100000 kcal/h		

Wo heiße Abgase von Kesseln oder gewerblichen Öfen zur Verfügung stehen, kann man mit Vorteil den Wärmehalt der Abgase für die Raumheizung nutzbar machen. Es ist hierfür nur erforderlich, einen Luftherhitzer in den Rauchgasfuchs einzubauen und durch diesen Erhitzer und eine anschließende Verteilungsleitung Luft in den zu erwärmenden Raum zu blasen. Die Luftherhitzer können als Plattenluftherhitzer oder Röhrenluftherhitzer gebaut werden. Abb. 305 zeigt eine derartige Anlage, bei der die Abgase eines Dampfkessels in einem Plattenluftherhitzer zur Raumheizung ausgenutzt werden. Zur Förderung der Luft dient ein Ventilator, der durch eine kleine Gegendruckturbine angetrieben wird. Der Abdampf der Turbine wird in der Bürodampfheizung ausgenutzt. Die Turbine treibt gleichzeitig einen zweiten Ventilator zur Verstärkung des Schornsteinzuges an, da durch den Einbau eines Luftherhitzers der Zugbedarf der Kesselanlage vergrößert wird. Zu beachten ist ferner, daß die Rauchgase der Kessel im Luftherhitzer auch bei künstlichem Zug nicht zu tief herabgekühlt werden dürfen, da andernfalls mit Taubildung und Korrosionen zu rechnen ist<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Siehe unter „Schornsteine“ im Kapitel „Energieversorgung“.

Die Abmessungen der Luftherhitzer richten sich nach den Betriebsverhältnissen der Anlagen; Normen lassen sich daher hierfür nicht aufstellen.

In Sonderfällen ist es auch möglich und zweckmäßig, besondere Feuerungen für die

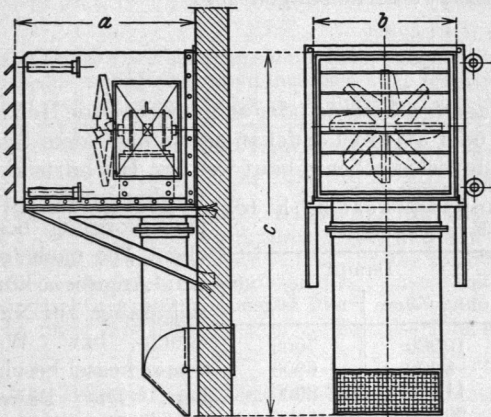


Abb. 304a.

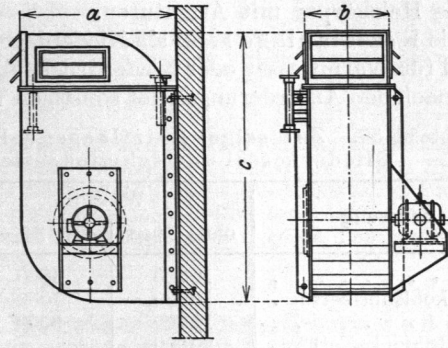


Abb. 304b.

Leistung	Ausführung A			Ausführung B		
	a	b	c	a	b	c
25000 kcal/h . . . . .	820	500	2600	675	310	1400
50000 kcal/h . . . . .	900	710	2700	875	460	1500
75000 kcal/h . . . . .	1000	820	2800	975	565	1700
100000 kcal/h . . . . .	1100	870	2900	1085	615	1800

Abb. 304a und b. Abmessungen von Luftheizapparaten (in mm).

Luftherhitzer derartiger Luftheizungen zu bauen. Dies trifft z. B. für Sägewerke oder dgl. zu, bei denen die Abfälle der Fabrikation zur Heizung direkt nutzbar gemacht werden sollen.

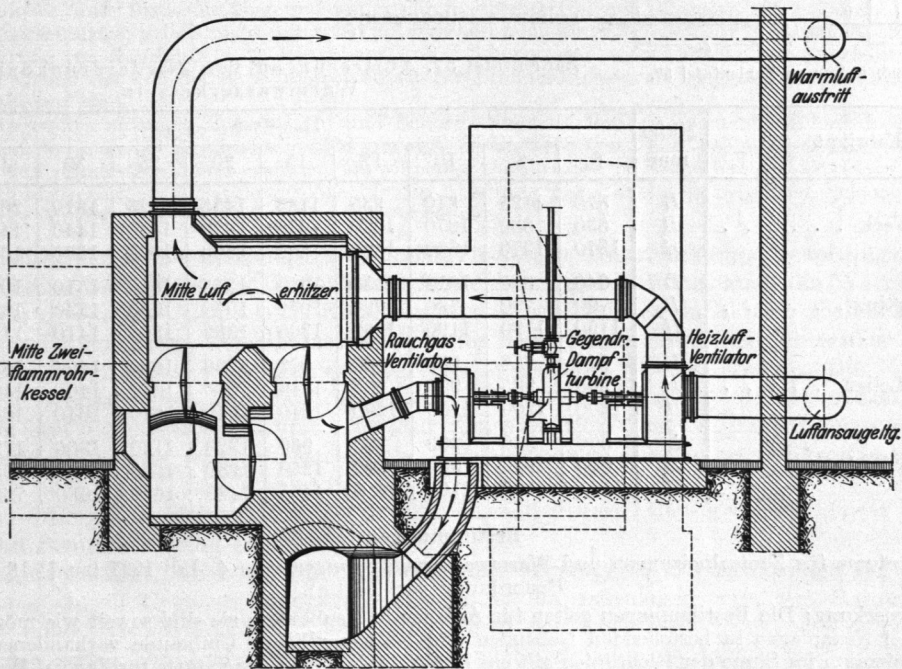


Abb. 305. Die Abgase eines Flammrohrkessels können durch einen Luftherhitzer für den Betrieb einer Luftheizungsanlage ausgenutzt werden.

Aus Gründen der Hygiene und der Feuersicherheit dürfte aber im allgemeinen die Verbrennung solcher Abfälle in Kesselfeuerungen und die Anwendung von Dampf- oder Warmwasser- bzw. Heißwasser-Luftheizungen vorzuziehen sein.

Die Angaben über die Ausführung von Heizungsanlagen können sich auf die üblichen Zentralheizungssysteme beschränken, da die sonstigen Heizungsarten Sonderfälle darstellen. Die Elemente der Dampf-, Warmwasser- und Heißwasserheizungen sind

- die Kesselanlagen,
- die Rohrleitungsanlagen,
- die Heizkörper mit Armaturen.

Die Kesselanlage kann als Niederdruckanlage (gußeiserne oder schmiedeeiserne Heizkessel für Warmwasser oder Niederdruckdampf) oder als Hochdruckanlage je nach dem System oder nach den Anforderungen der sonstigen Wärmeverbraucher gebaut werden. Hochdruckkessel

Zahlentafel 56. Zulässige Heizflächenbelastung in kcal/m<sup>2</sup>,h für Gliederkessel und schmiedeeiserne Kleinkessel.

Feuerung	Wasser		Dampf	
	ohne Züge	mit Zügen	ohne Züge	mit Zügen
Koks . . . . .	12000	8000	10000	7000
Braunkohlenbriketts . . . . .	10000	7000	8000	6000
Öl . . . . .	12000	9000	11000	8000
Gas (Röhrenkessel) . . . . .	20000		20000	
Gas (Kleinkessel) . . . . .	10000		10000	

werden unter „Energieversorgung“ besprochen. Die nachstehenden Angaben können sich daher auf Niederdruck- bzw. Warmwasserkessel beschränken. Die Bauarten dieser Kessel können als bekannt voraus-

gesetzt werden. Übrigens enthalten die Kataloge der namhaften Heizungsfirmen meistens ausführliche Beschreibungen. Wichtig ist lediglich die Angabe der zulässigen Kesselheizflächenbelastungen (siehe Zahlentafel 56) und die Angabe einiger Kesselgrößen, wie sie im Fabrikbau vorwiegend Anwendung finden (siehe Zahlentafel 57).

Derartige Kessel können unter bewohnten Räumen, also auch im Keller oder Erdgeschoß von Fabrikräumen aufgestellt werden. Bei der Aufstellung und beim Anschluß an Schornsteine sind folgende behördliche Vorschriften, die ihrer Wichtigkeit wegen ungekürzt wiedergegeben werden sollen, zu beachten:

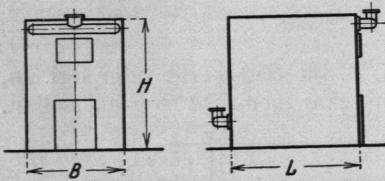


Abb. 306. Skizze zu Zahlentafel 57.

Zahlentafel 57. Abmessungen von Niederdruckdampf- und Warmwasserkesseln.

Fabrikat	Maße mm	Heizfläche ca. m <sup>2</sup>									
		6	8	10	12	15	20	25	30	40	50
Strebel-Werk . . . . .	L	875	1125	810	935	1185	1435	1326	1610	2036	
	B	630	630	1070	1070	1070	1070	1440	1440	1440	
	H	1370	1370	1600	1600	1600	1600	1675	1675	1675	
Gebr. Körting . . . . .	L	640	885	1010	1135	1080	1255	1630	1510	1920	2325
	B	790	790	790	790	1050	1050	1050	1330	1330	1330
	H	1190	1190	1190	1190	1360	1360	1360	1410	1410	1410
Buderus-Lollar . . . . .	L	640	756	972	1080	972	1296	1620	1404	1836	2052
	B	905	905	905	905	1040	1040	1040	1400	1400	1400
	H	1200	1200	1200	1200	1640	1640	1640	1640	1640	1640
Nationale Rad.-Ges. . . . .	L	600	960	1200	720	960	1320	1120	1360	1720	1960
	B	925	925	925	1250	1250	1250	1530	1530	1530	1530
	H	1165	1165	1165	1485	1485	1485	1680	1680	1680	1680

**Bestimmungen**

über Heizräume für Zentralheizungen und Warmwasserversorgungen vom 4. Juli 1927 (zu §§ 18 bis 20 der Bauordnung von Berlin).

Vorbemerkung: Die Bestimmungen gelten für Anlagen in Neubauten; sie sind soweit wie möglich anzuwenden bei Neuanlagen in bestehenden Gebäuden und bei wesentlichen Umbauten vorhandener Anlagen.

Als Heizraum im Sinne der Richtlinien gilt ein Raum, in dem eine Feuerstätte für Zentral-Warmwasserheizung, Warmwasserversorgung, Heißwasserheizung, Niederdruckdampfheizung oder Luftheizung aufgestellt ist.

**Ausgänge.**

1. Der Heizraum ist mit mindestens zwei möglichst entgegengesetzt liegenden Ausgängen zu versehen. Als Notausgang genügt ein Ausstieg durch ein Fenster mittels Steigeisen. Bei Großanlagen muß einer der beiden Ausgänge ins Freie führen.

Die Türen müssen feuerhemmend hergestellt sein, nach außen aufgehen und selbsttätig schließen.

## Fenster.

2. Der Heizraum muß durch Fenster mit der Außenluft in Verbindung stehen. Die Fenster sollen in handlicher Höhe zu öffnen sein, wenn möglich durch Kippflügel.

## Decken und Wände.

3. Die Decke des Heizraumes und seiner Nebenräume ist durch Anstrich (z. B. Wasserglas) gasdicht herzustellen; Rohr- und Kabeldurchführungen sind sorgsam abzudichten.

Neben dem Heizraum belegene Wohnräume, gewerbliche Werkstätten und dergleichen müssen von dem Heizraum durch mindestens 25 cm starke, gemauerte oder gleichermaßen feuerfeste Wände abgeschlossen sein; eine Verbindung, etwa durch Fenster oder Türen, ist unzulässig.

## Zu- und Abluft.

4. Der Heizraum ist mit einer oberen Abluftöffnung, die bei natürlichem Auftrieb einen freien Querschnitt von 25% des Schornsteinquerschnittes hat, und einer über dem Fußboden<sup>1</sup> möglichst hinter den Kesseln einmündenden, unverschließbaren Zuluftöffnung von 50% des Schornsteinquerschnittes zu versehen. Um den erforderlichen Auftrieb im Abluftkanal zu sichern, soll dieser möglichst in der Nähe des Schornsteins liegen und über Dachfirst ausmünden. Die Zuluft muß aus dem Freien entnommen werden, jedoch nicht an Stellen, die dicht unter den Öffnungen zu Aufenthaltsräumen liegen.

## Schornsteine.

5. Jede Feuerstätte der Zentralheizung, der zentralen Warmwasser- und Dampfversorgung soll einen eigenen Schornstein erhalten, an den weder andere Feuerstätten angeschlossen noch Entlüftungseinrichtungen angebracht werden. Eine Zusammenfassung mehrerer in einem Raum untergebrachten Feuerstätten der Zentralheizungs- usw. Anlagen zu einzelnen Gruppen mit je einem Schornstein ist zulässig. Dabei ist im Betrieb jedoch darauf zu achten, daß der einzelne Schornstein nach Möglichkeit voll beansprucht wird. Die Türen der nicht betriebenen Feuerstätten müssen geschlossen gehalten werden.

Die Schornsteine sollen an Innenwänden des Heizraumes liegen und sind an ihrem Fuße mit einem Aschensack von mindestens 0,12 m Tiefe zu versehen.

## Rauchzüge.

6. Das Mauerwerk der Feuerstätten, Rauchkanäle und Schornsteine ist dicht herzustellen und dauernd dicht zu erhalten. Putzdeckel, Pyrometerhülsen u. dgl. müssen luftdicht schließen. Rauchkanäle dürfen nicht feucht liegen, ihre Reinigungsöffnungen müssen jederzeit zugänglich sein.

Rauchkanäle und Rauchrohr müssen auf dem kürzesten Wege mit Steigung und ohne scharfe Krümmungen nach dem Schornstein zu geführt werden.

Rauchschieber und Drosselklappen müssen in ihrem oberen Teil mit Abzugsöffnungen gleich 3% des Schornsteinquerschnittes, jedoch nicht unter 20 cm<sup>2</sup> versehen sein. Einrichtungen zur Regelung des Zuges, die durch Einführung von Nebenluft in die Rauchkanäle oder Schornsteine wirken, dürfen nur eingebaut werden, wenn sie auf Grund der von der Arbeitsgemeinschaft für Brennstoffersparnis aufgestellten Richtlinien zum Einbau zugelassen sind.

Verbindungsrohre zwischen Feuerstätten und Schornsteinen dürfen nur dann aus Schmiedeeisen hergestellt werden, wenn sie bei Lichtweite bis 200 mm eine Wandstärke von 3 mm, bei größerer Lichtweite eine Wandstärke von mindestens 5 mm erhalten, um schnelles Durchrosten zu verhüten. Aus letzterem Grunde sind statt schmiedeeiserner Verbindungsrohre für die Ableitung der Rauchgase möglichst Schamottrohre und gußeiserne Muffen- oder Flanschenrohre zu verwenden.

Die gußeisernen Zentralheizungskessel haben meistens Koksfeuerung. Neuerdings findet auch Gasheizung und Ölheizung in stärkerem Maße Anwendung. Wenn auch die Wärmepreise dieser Brennstoffe höher liegen als bei Koksfeuerung, so ergeben sich im Betrieb doch erhebliche technische und hygienische Vorteile insofern, als die Bedienung außerordentlich sauber ist und die Kessel leicht mit einer selbsttätigen Regelung ausgerüstet werden können. Die Regelung beeinflußt in Abhängigkeit von der Temperatur der beheizten Räume die Brennstoffzufuhr, so daß sich eine gleichmäßige Raumtemperatur und eine gute Brennstoffausnutzung ergeben. Für Gas- und Ölheizung werden zweckmäßig besondere Kesselbauarten (Röhrenkessel) verwendet. Abb. 307 bis 309 zeigen solche Ausführungen.

Die Anordnung von Heizungskesseln in Räumen soll übersichtlich erfolgen, damit die Bedienung und Beaufsichtigung erleichtert wird.

Wie schon erwähnt, wird bei Dampf-Warmwasserheizungen die Kesselanlage der Warmwasserheizung durch Gegenstromapparate ersetzt. In Fabrikanlagen wird die Raumheizung häufig aus einer Hochdruckkesselanlage mit Dampf versorgt. Hochdruckkesselanlagen und Rohrleitungen sowie Druckminderungsorgane (Dampfdruckregler, Reduzierventile) werden im Abschnitt „Energieerzeugung“ eingehend behandelt. Desgleichen werden dort Berechnung und Ausführung von Schornsteinen besprochen.

Die Rohrleitungen der Heizungsanlagen sollen im Fabrikbau übersichtlich und möglichst leicht zugänglich verlegt werden. Sofern nicht besondere Gründe für eine verdeckte Verlegung

<sup>1</sup> Ist der Heizerstand vertieft, so gilt seine Sohle als Fußboden.

sprechen (z. B. in repräsentativ eingerichteten Büros, Sitzungszimmern oder dgl.) sollten alle Leitungen auf der Wand bzw. auf Pfeilern verlegt werden. Bei der Anordnung der senkrechten Rohrstränge ist von vornherein auf Unterzüge und Deckenträger Rücksicht zu nehmen, damit

möglichst Bogen vermieden werden. Es ist vorteilhaft, das ganze Rohrnetz zu schweißen. Die Vorteile der Schweißung (keine scharfen Krümmungen, dichte Verbindungen, gefälliges Aussehen) liegen auf der Hand und werden heute wohl nur noch von anderweitig interessierten Kreisen abgestritten. Änderungen und Auswechslungen lassen sich mit dem Schneidbrenner in kürzester Zeit herstellen, so daß auch in dieser Hinsicht keine Einwendungen gegen die Schweißung zu machen sind. Lediglich die Heizkörperverbindungen können zweckmäßig verschraubt werden, damit ausbesserungsbedürftige Ventile und etwaige Kondenswasserableiter auch ohne Schweißung jederzeit ausgewechselt werden können<sup>1</sup>.

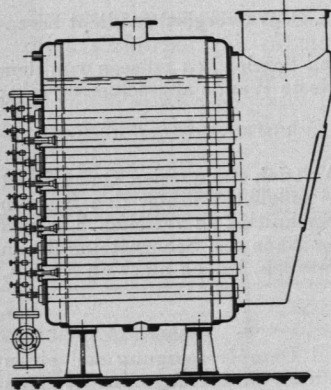


Abb. 307.

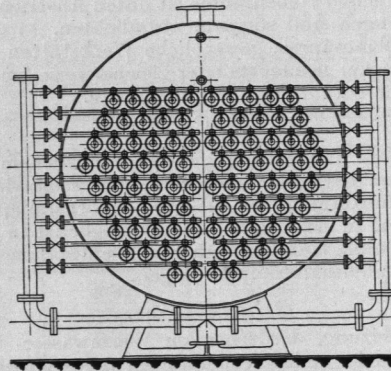


Abb. 308.

Abb. 307 und 308, Zentralheizungskessel mit Gasfeuerung.

tionen können zweckmäßig verschraubt werden, damit ausbesserungsbedürftige Ventile und etwaige Kondenswasserableiter auch ohne Schweißung jederzeit ausgewechselt werden können<sup>1</sup>.

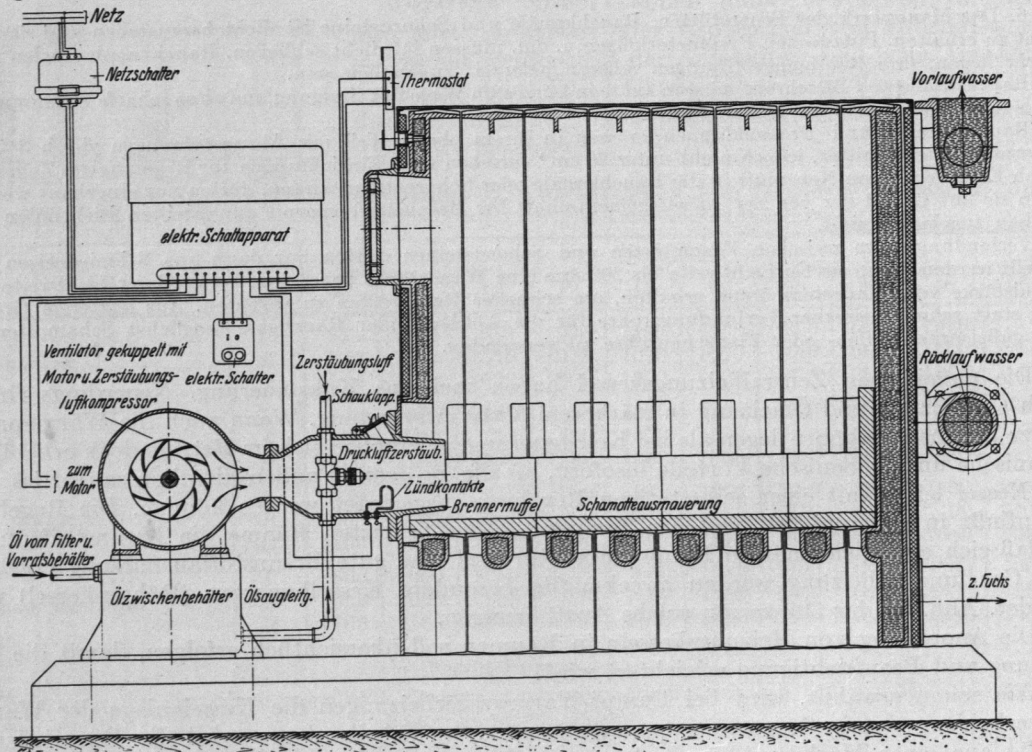


Abb. 309. Zentralheizungskessel mit Ölfueuerung.

Als Heizkörper kommen glatte Rohre, Rippenrohre und Radiatoren in Frage. Glatte Rohre stellen die teuerste Ausführung der Heizflächen dar, da ihre Wärmeabgabe relativ gering ist. Infolgedessen nehmen derartige Heizkörper auch sehr viel Wandfläche bzw. Brüstungs-

<sup>1</sup> Siehe hierzu auch O. Leppin: Überwachung und Instandhaltung von Rohrleitungen im Fabrikbetrieb. Z. Maschinenbau — Der Betrieb Bd. 12. Berlin: VDI-Verlag G.m.b.H. 1933.

fläche ein. Andererseits lassen sie sich leicht reinigen und verursachen wegen ihrer großen Ausdehnung eine gleichmäßige Erwärmung der Räume. Sie sind also hygienisch durchaus einwandfrei. Gerade entgegengesetzt sind die Rippenrohre zu beurteilen. Sie weisen eine spezifisch hohe Wärmeabgabe auf, nehmen dementsprechend wenig Platz in Anspruch, sind aber in hygienischer Beziehung unvollkommen. Dennoch finden sie wegen ihres niedrigen Preises in ausgedehntem Maße Anwendung. Für Oberlicht- und Deckenheizung sind sie — besonders in schmiedeeiserner Ausführung — wegen ihres geringen Gewichtes (bezogen auf die Wärmeabgabe) nicht zu entbehren. Gußeiserne Rippenrohre werden meist in Längen von 2 m verarbeitet. Sie haben ein höheres Gewicht als schmiedeeiserner Rohre, lassen sich mit der Rohrleitung nicht verschweißen und sind daher für Oberlichtheizung — vor allem in hohen Hallen, bei denen wegen der schlechten Zugänglichkeit auf Dichtigkeit besonderer Wert zu legen ist — weniger geeignet. Ein weiterer Nachteil gußeiserner Rippenrohre besteht in der Empfindlichkeit gegen mechanische Beanspruchungen. Man findet daher in älteren Anlagen oft gußeiserne Rippenrohre mit abgeschlagenen Rippen, deren Heizwirkung natürlich beeinträchtigt ist.

Nach den Maßstäben des Preises und der Hygiene liegen Radiatoren etwa in der Mitte zwischen glatten Rohren und Rippenrohren. Die Radiatoren werden in der verschiedensten Form, einsäulig und mehrsäulig, mit verschiedenen Bauhöhen und in gußeiserner und schmiedeeiserner Ausführung geliefert. Radiatoren werden im Fabrikbau meistens für Büroräume, Laboratorien, Treppenhäuser, Vorräume, Maschinen-, Schalthäuser und dgl. verwendet. Mit Hochdruckdampf und Heißwasser unter hohem Druck können Radiatoren nicht betrieben werden. Schon bei Mitteldruckdampf von 2 bis 3 at abs ist Vorsicht am Platze; wenn die Heizkörper auch diesen Druck ohne weiteres aushalten, so treten doch oft Undichtigkeiten auf, die auf ungleichmäßige Ausdehnung beim An- und Abstellen zurückzuführen sind. Hierbei werden die Dichtungen zwischen den einzelnen Radiatorgliedern ungünstig beansprucht und durch Ermüdungserscheinungen im Laufe weniger Jahre zerstört. Die sogenannten Leichtradiatoren werden meistens nur für Warmwasserheizungen angewandt.

Zahlentafeln 58 und 59 geben Abmessungen von Heizkörpern und ihre spezifischen Wärmeleistungen wieder. Um die Zahlentafeln nicht zu umfangreich werden zu lassen, mußten sich die Angaben auf einige im Fabrikbau vorwiegend gebräuchliche Größen und Ausführungen beschränken.

Die Anordnung verschiedener Heizkörper im Raum zeigen die Abb. 313 bis 315. Hieraus ist auch ersichtlich, wieviel Platz die einzelnen Heizkörperbauarten bei richtiger Anordnung beanspruchen, ferner sind ordnungsgemäße, den oben entwickelten Leitlinien entsprechende Heizkörperanschlüsse und Stränge eingezeichnet, damit man sich an Hand dieser Skizzen ein zusammenhängendes Bild über die zweckmäßige Anordnung machen kann.

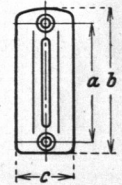


Abb. 310. Skizze zu Zahlentafel 58.

Zahlentafel 58. Stündliche Wärmeabgabe von Radiatoren (siehe Abb. 310) (Baulänge eines Gliedes bei Schwermodell 76 mm, bei Leichtmodell 60 mm, Einsäulige 69 mm).

	Schwermodell 2-säulig			Schwermodell 3-säulig			Leichtmodell 3-säulig			Leichtmodell 4-säulig			Leichtmodell 5-säulig			1-säulig				
<i>a</i>	345	495	975	385	480	635	965	555	700	900	450	555	700	900	450	555	700	900	555	900
<i>b</i>	440	590	1080	495	590	745	1080	619	764	964	514	619	764	964	514	619	764	964	627	972
<i>c</i>	180	180	180	235	235	235	235	168	168	168	220	220	220	220	248	248	248	248	160	160
Innen-temp.	Wärmeabgabe in kcal/m <sup>2</sup> h bei Warmwasserheizung																			
10°	500	490	455	455	450	440	415	470	460	450	470	460	455	440	465	460	450	440	500	475
12°	490	475	440	440	435	430	405	455	450	435	455	450	440	430	450	445	440	425	490	460
15°	470	455	420	420	415	410	385	435	430	415	435	430	425	410	430	425	420	405	470	440
18°	450	435	405	405	395	390	370	415	410	395	415	410	400	390	410	405	400	390	450	420
20°	430	420	390	390	385	380	360	400	395	385	400	395	390	380	400	390	385	375	430	410
25°	400	385	360	360	350	345	330	370	360	350	370	360	355	345	365	360	355	345	400	375
Innen-temp.	Wärmeabgabe in kcal/m <sup>2</sup> h bei Niederdruckdampfheizung																			
10°	790	765	700	675	660	640	610	700	695	675	700	695	685	665	700	690	680	660	810	775
12°	775	750	680	660	640	625	595	685	680	660	685	680	670	650	680	675	665	650	790	755
15°	750	720	660	635	620	600	575	660	655	640	660	655	645	630	660	650	640	625	765	730
18°	720	700	635	615	600	580	555	640	630	615	640	630	620	610	635	630	620	600	740	705
20°	700	680	620	600	585	570	540	625	615	600	625	615	610	590	620	610	605	590	720	690
25°	660	640	580	560	550	530	505	585	580	565	585	580	570	555	580	575	565	550	675	645

Zahlentafel 59. Stündliche Wärmeabgabe von Rippenrohren

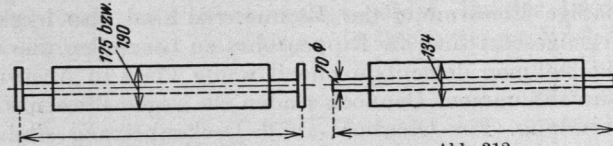


Abb. 311. in Längen von 1000, 1500 und 2000 mm mit Heizflächen von 2, 3 und 4 m<sup>2</sup> oder „ „ „ 2,5, 3,75 und 5 m<sup>2</sup>

Abb. 312. in Längen von 1000, 2000, 4000 und 6000 mm, mit Heizflächen von 2, 4, 8 und 12 m<sup>2</sup> oder „ „ „ 2,5, 5, 10 und 15 m<sup>2</sup>

Abb. 311 und 312. Skizzen zu Zahlentafel 59.

Raumtemperatur °	Warmwasser				Niederdruckdampf			
	Einfache Lage		Doppelte Lage		Einfache Lage		Doppelte Lage	
	Gußeisen	Schmiedeeisen	Gußeisen	Schmiedeeisen	Gußeisen	Schmiedeeisen	Gußeisen	Schmiedeeisen
10	350	350	315	315	405	495	440	440
12	340	340	305	305	485	495	430	430
15	325	325	295	295	470	470	415	415
18	310	310	280	280	450	450	400	400
20	300	300	270	265	440	440	395	395
25	280	280	250	250	420	420	380	380

Die Verteilung der Heizflächen soll derart vorgenommen werden, daß die Heizung den zu beheizenden Raum gegen die abkühlenden Flächen abschirmt. Daher sollen Heizkörper unter den Fenstern und unter Oberlichtern, ferner neben Türen und Toren vorgesehen werden.

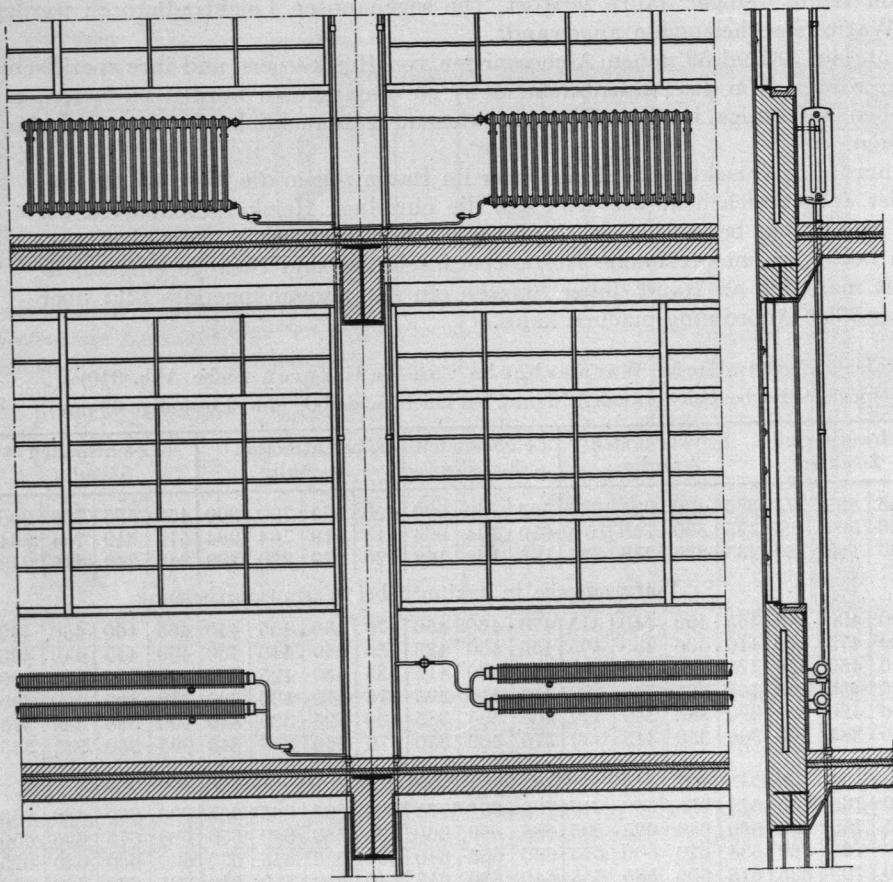


Abb. 313. Anordnung von Heizkörpern in einem Stockwerksbau; die Lage der Dampf- und Kondensatstränge ist einerseits durch die Fenster, andererseits durch die Deckenunterzüge bedingt.



Endlich soll der Vollständigkeit halber eine neue Heizungsart gestreift werden, bei der die aus glatten Rohren bestehende Heizfläche in den Decken der Geschosse angeordnet wird. Hiervon verspricht man sich eine indirekte, gleichmäßige und angenehme Erwärmung der Räume ledig-

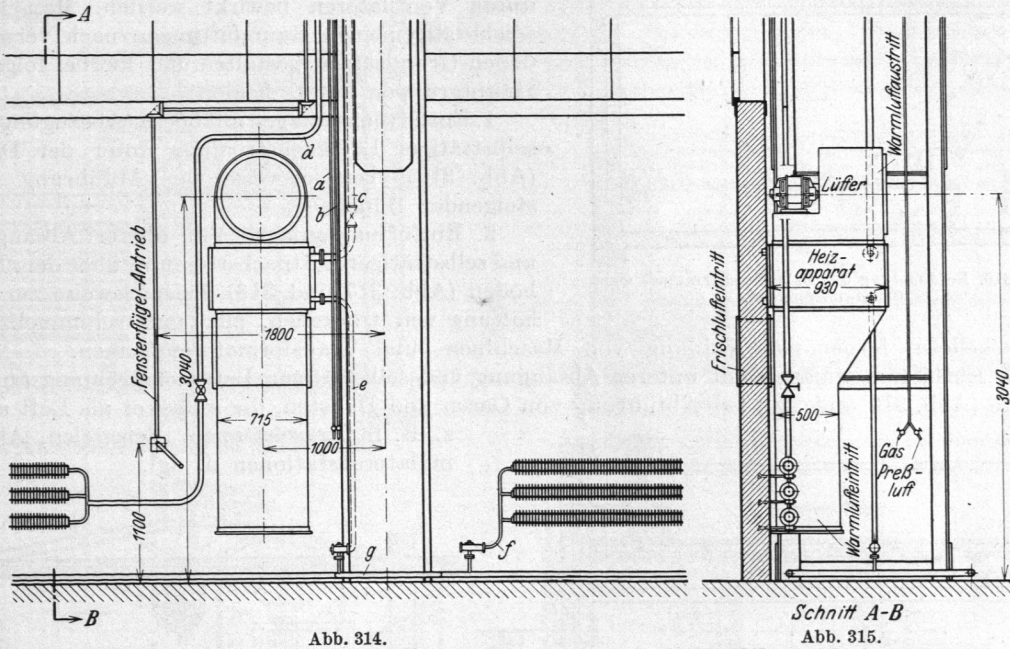


Abb. 314.

Schnitt A-B  
Abb. 315.

Abb. 314 und 315. Anordnung von Rippenrohrgruppen und Luftheizapparaten in einer Halle; die Dampfverteilungsleitungen liegen längs der Kranbahn.

a Preßluftleitung, b Gasleitung, beide für den Anschluß von Arbeitsgeräten, c Dampfanschluß für den Luftheizapparat, d Dampfanschluß für die Rippenrohrgruppe, e Kondensatschluß für den Luftheizapparat, f Kondensatschluß für die Rippenrohrgruppe, g Kondensathauptleitung.

lich durch milde Strahlung; außerdem werden keinerlei Wandflächen für die Unterbringung der Heizkörper beansprucht. Dieses Heizungssystem ist verhältnismäßig teuer und kommt im Fabrikbau höchstens für Bürogebäude in Frage. Ausreichende Erfahrungen mit derartigen Heizungen liegen in Deutschland nicht vor.

**B. Lüftung.** Zur allgemeinen Lüftung der Arbeitsräume dienen auch im Fabrikbetrieb wie im Wohnungswesen Fenster und Türen; in vielen Fabrikanlagen wird diese natürliche Lüftung noch durch Entlüftungsdachaufbauten unterstützt. Undichtigkeiten an den Fenstern und Türen ergeben auch bei geschlossenen Fenstern eine gewisse Lüftung. Benutzt man als Maßstab für die Lüftung den „Luftwechsel“, d. h.

Zahlentafel 60. Erforderlicher stündlicher Luftwechsel bei künstlicher Lüftung.

1. Metallschmelzen, Gießereien u. dgl. . . . .	10–20fach
2. Metallschleifereien . . . . .	10–20 „
3. Beizeereien, Galvanisierungsanlagen u. dgl. . . . .	20–30 „
4. Lackierereien, Imprägnier- und Tränkanlagen . . . . .	15–25 „
5. Holzbearbeitung . . . . .	10–20 „
6. Papierindustrie . . . . .	10–20 „
7. Keramische Industrie . . . . .	5–10 „
8. Lederindustrie . . . . .	10–20 „
9. Gummiindustrie . . . . .	10–20 „
10. Textilindustrie . . . . .	15–25 „
11. Tabakindustrie . . . . .	15–25 „
12. Lebensmittelindustrie . . . . .	5–15 „
13. Akkumulatörnräume . . . . .	8–15 „
14. Laboratorien . . . . .	10–15 „
15. Wasch- und Baderäume . . . . .	– 5 „
16. Werksküchen . . . . .	10–15 „

Bemerkung: Die höheren Werte gelten für schlechtere Lüftungsverhältnisse, z. B. niedrige oder kleine Räume, starke Belegschaftsziffer und forcierten Betrieb.

das Verhältnis der einem Raum in einer Stunde zugeführten Luftmenge zum Inhalt des betreffenden Raumes, so kann man für die vorstehend erwähnte „natürliche“ Lüftung bei normalen Fabrikbauten neuzeitlicher Gestaltung einen 1 bis 2fachen Luftwechsel, bei Fabrikbauten mit Dachentlüftern einen 2 bis 3fachen Luftwechsel annehmen. In Fabrikbetrieben, die

in stärkerem Maße Dünste, Dämpfe oder Staub entwickeln, ist die natürliche Lüftung nicht ausreichend, da hier ein stärkerer Luftwechsel gefordert werden muß (siehe Zahlentafel 60). Ein solcher kann nur mittels künstlicher Lüftung durch Ventilatoren bewirkt werden. Man kann solche allgemeinen Raumlüftungen nach verschiedenen Grundsätzen gestalten und hierbei folgende Hauptgruppen unterscheiden:

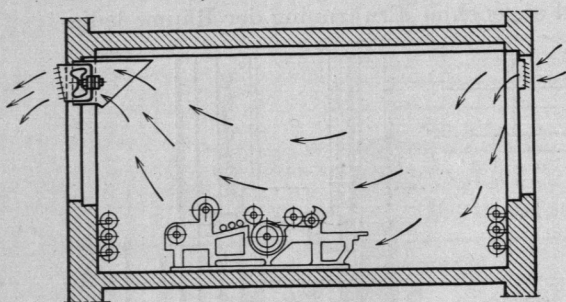


Abb. 316. Entdunstung des Ballenbrecherraumes einer Baumwollspinnerei.

1. Entlüftungsanlagen mit oberer Absaugung und selbsttätiger Luftnachströmung unter der Decke (Abb. 316), beispielsweise zur Abführung aufsteigender Dünste.

2. Entlüftungsanlagen mit oberer Absaugung und selbsttätiger Luftnachströmung über dem Fußboden (Abb. 317 und 318), beispielsweise zur Erhaltung von trockenen, pilz- und schimmelfreien

Lagerkellern, ferner zur Kühlung von Maschinen- und Transformatorenräumen.

3. Entlüftungsanlagen mit unterer Absaugung und selbsttätiger Luftnachströmung an der Decke (Abb. 319 und 320) zur Abführung von Gasen und Dünsten, die schwerer als Luft sind, z. B. in Kesselräumen, Beizereien, Akkumulatorenstationen u. dgl.

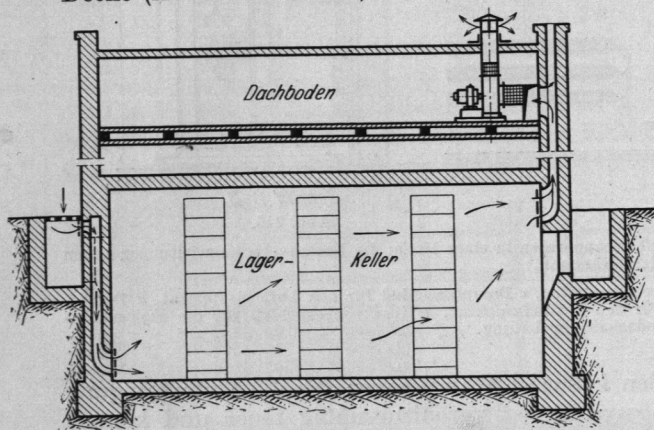


Abb. 317. Lüftung eines Lagerkellers zur Trockenhaltung des Raumes.

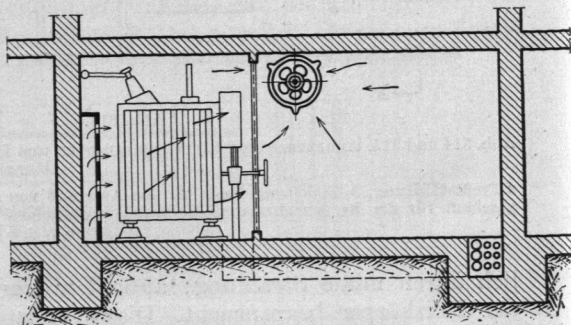


Abb. 318. Lüftung eines Transformatorenraumes zur Wärmeableitung.

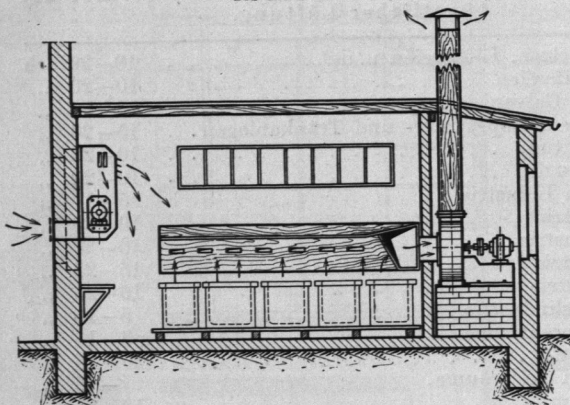


Abb. 319. Abführung nitroser Gase aus einer Metallbrenne.

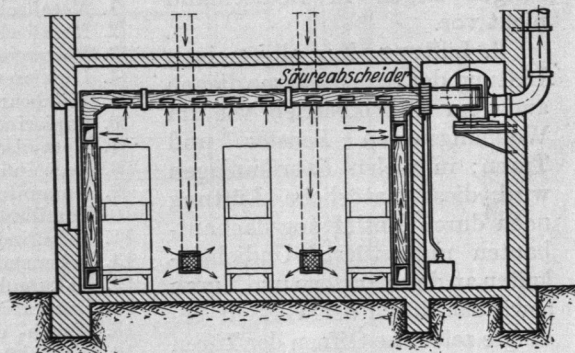


Abb. 320. Ableitung der Dünste aus einem Akkumulatorenraum.

4. Entlüftungsanlagen mit ausgeglichenem Zug, mit Absaugung an der ganzen Fläche einer Seitenwand und Luftnachströmung auf der gegenüberliegenden Seite (Abb. 321 und 322), z. B. für Stapelräume von wertvollen Hölzern u. dgl.

5. Belüftungsanlagen mit Zuluft eintritt am Fußboden und Ablüftung an der Decke unter Mitbenutzung des natürlichen Auftriebes (Abb. 323 und 324), z. B. zur Nebelbindung in Kochereien u. dgl.

6. Belüftungsanlagen mit Luftzutritt an der Decke und Absaugung am Fußboden (Abb. 325 und 326), z. B. für Laboratorien.

7. Absaugungsanlagen für Staub, Gase, Dünste, u. dgl. unmittelbar an der Entstehungsstelle (Abb. 327 bis 329), z. B. in Schleifereien, Lackierereien, Sandstrahlereien, Druckereien usw.

8. Umluftanlagen mit teilweiser Lüftererneuerung für Heizzwecke (Abb. 330) oder als „Klima-

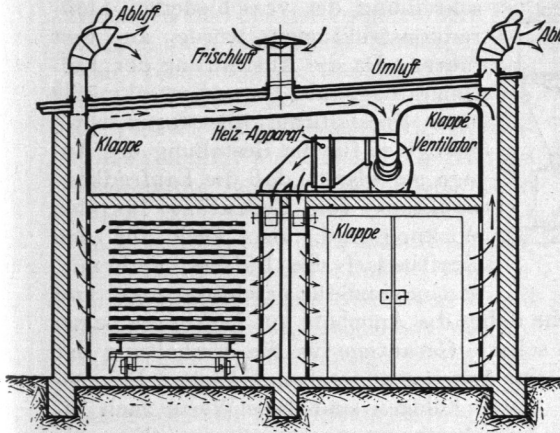


Abb. 321. Überdrucklüftung zur Holztrocknung.

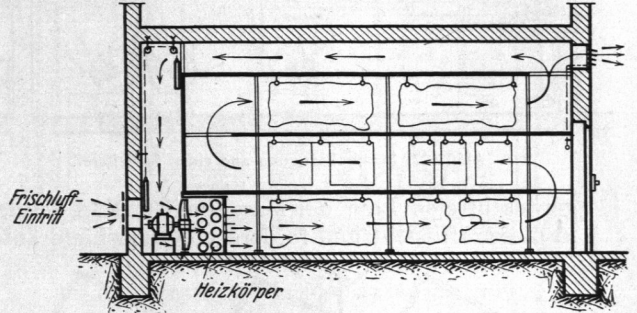


Abb. 322. Künstliche Luftbewegung zur Ledertrocknung.

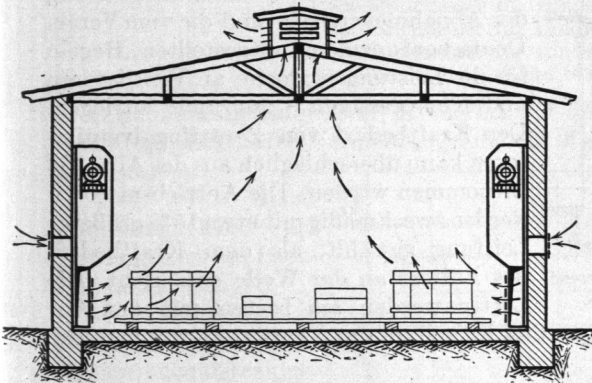


Abb. 323. Entnebelung eines Färbereibetriebes.

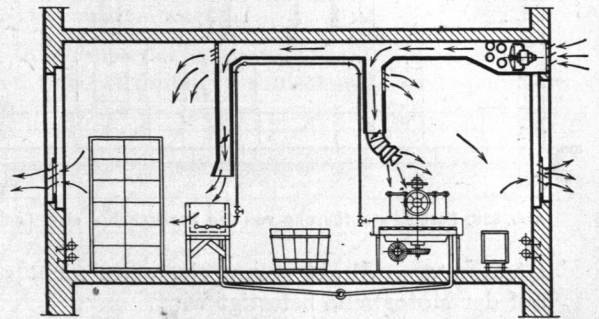


Abb. 324. Nebelbildung in einer Flaschenspülerei.

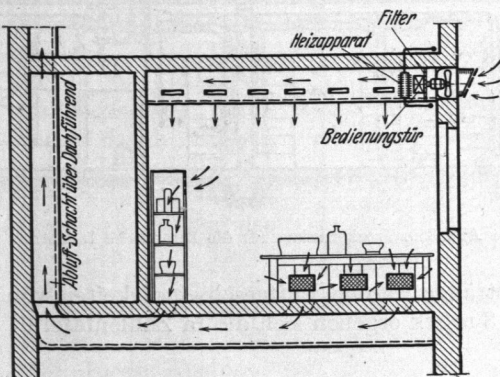


Abb. 325. Überdrucklüftung in einem chemischen Laboratorium (Giftraum).

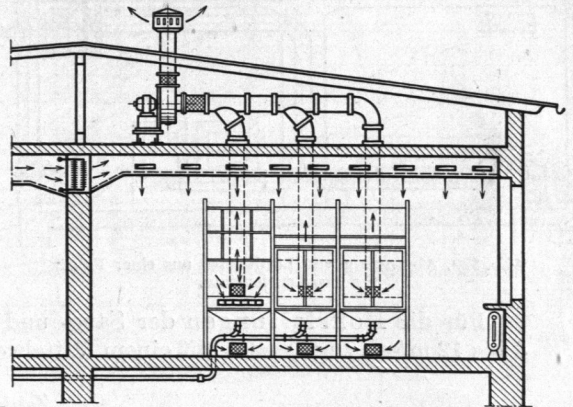


Abb. 326. Be- und Entlüftung eines chemischen Laboratoriums mit Digestorien.

anlagen“ zur Herstellung bestimmter Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse (Abb. 331) in Textilfabriken, in der Tabakindustrie, in Holz- und Porzellantrocknungsanlagen u. dgl.

Der wichtigste Teil jeder künstlichen Lüftungsanlage ist der Lüfter (Ventilator, Exhaustor). Die Lüfter werden als Axial- oder Radialgebläse gebaut. Axialgebläse finden als Fenster- und Wandringlüfter Anwendung. Für größere Leistungen und zum Betrieb von Lüftungen mit an-

geschlossenen Saug- oder Druckleitungen werden Radialgebläse (Zentrifugalventilatoren) benutzt. Es gibt hierfür zahlreiche Bauarten, die sich in erster Linie durch die Form der Laufräder

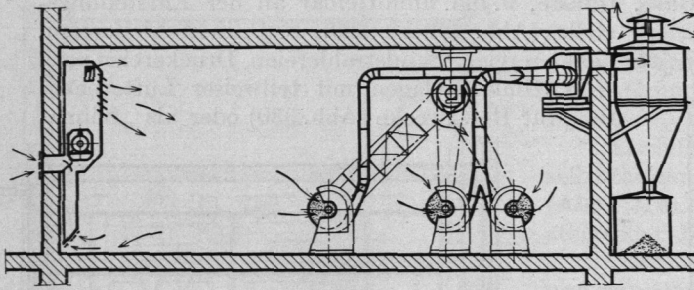


Abb. 327. Staubabsaugung aus einer Schleiferei.

voneinander unterscheiden. Eine Beschreibung der verschiedenen Laufradkonstruktionen würde zu weit führen. Da die Ausführung der Lüftungsanlage als Ganzes zweckmäßig einer Spezialfirma übertragen wird, genügt es für die Bestellung der Anlage zu wissen, daß die Laufradkonstruktion von Bedeutung für den Wirkungsgrad, also auch für den Kraftbedarf des Lüfters, und mitbestimmend für erschütterungs- und geräuschfreien Lauf der Maschine ist. Man vergleiche daher die Angebote auf Lüftungsanlagen in dieser Hinsicht und fordere von dem Lieferanten scharfe Garantien für die Einhaltung der im Angebot angegebenen Werte. Bei größeren Anlagen sind diese Werte nach Inbetriebsetzung nachzumessen. Für die Garantien wie auch für die Durchführung der Abnahmeversuche sind die vom Verein Deutscher Ingenieure aufgestellten „Regeln für die Leistungsversuche an Ventilatoren und Kompressoren“<sup>1</sup> zugrunde zu legen. Der Kraftbedarf von Zentrifugalventilatoren kann überschläglich aus der Abb. 332 entnommen werden. Die Antriebsmotoren werden zweckmäßig mit etwa 15% größerer Leistung gewählt, als dem Kraftbedarf des Lüfters an der Welle entspricht. Die Lüfter werden am besten mit den Antriebsmotoren direkt gekuppelt, wenn nicht sogar das Flügelrad des Ventilators unmittelbar auf der Motorwelle befestigt wird.

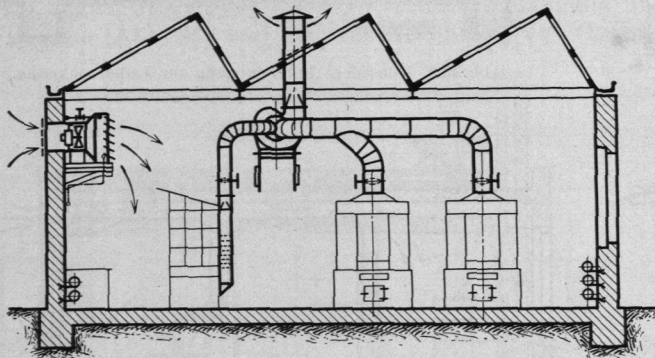


Abb. 328. Farbdunstabführung von den Spritztischen einer Lackiererei.

antriebsmotoren direkt gekuppelt, wenn nicht sogar das Flügelrad des Ventilators unmittelbar auf der Motorwelle befestigt wird.

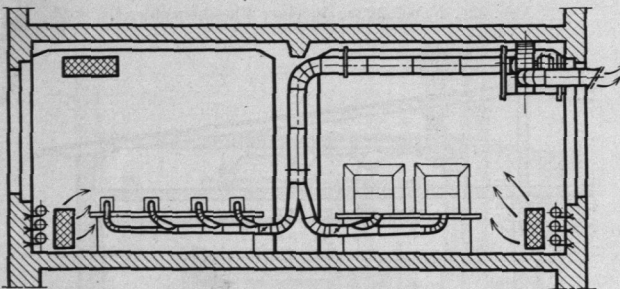


Abb. 329. Absaugung von Lötdünsten aus einer Fabrik für Trockenelemente.

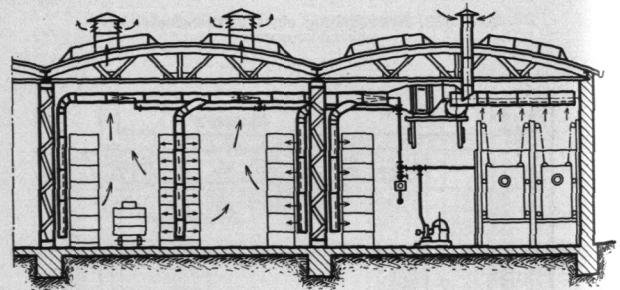


Abb. 330. Trockenanlage für die keramische Industrie.

Für die Rohrleitungen der Saug- und Druckstränge werden Luftgeschwindigkeiten von 4 bis 12 m/sek zugelassen. Mit einem Mittelwert von 8 m/sek ergeben sich die in Zahlentafel 61

Zahlentafel 61.

Rohrdurchmesser für Lüftungsanlagen bei einer Luftgeschwindigkeit von 8 m/sek.

Luftmenge . .	m <sup>3</sup> /h	1000	2000	3000	4000	5500	7500	9000	11000	14000	18000	24000
Rohrdurchmesser . . .	mm	225	300	375	425	500	575	625	700	800	900	1000
Mindest-Blechstärke . . .	mm	0,75	0,75	0,75	1,0	1,0	1,0	1,25	1,25	1,25	1,5	1,5

<sup>1</sup> 2. Aufl. Berlin: VDI-Verlag GmbH.

angegebenen Durchmesser für runde Leitungen. Die Leitungen werden aus schwarzem oder verzinktem Blech, für Säuredünste auch aus karboliniertem Holz, aus Steinzeug oder aus Aluminiumblech hergestellt. Die praktisch in Frage kommenden Mindestwandstärken von Blechrohrleitungen sind aus der vorgenannten Zahlentafel zu ersehen. An Stelle der kreisrunden Leitungen können auch rechteckige Leitungen Anwendung finden, doch ist der kreisförmige Querschnitt dem rechteckigen Querschnitt strömungstechnisch und bei Blechleitungen auch konstruktiv überlegen; für Holzleitungen kommt aus Herstellungsgründen fast nur der rechteckige Querschnitt in Frage. Ein rechteckiger Querschnitt ist um so günstiger, je mehr sich das Seitenverhältnis dem Quadrat nähert. Ein Verhältnis der Höhe zur Breite von 2 zu 3 soll daher nicht unterschritten werden. Zur Vermeidung übermäßiger Strömungsverluste sollen ferner die Krümmungshalbmesser der Rohrleitungen möglichst nicht kleiner gewählt werden als

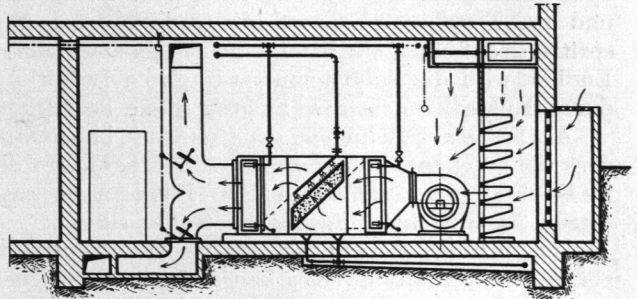


Abb. 331. Bewetterungsstation für die Tabakindustrie.

- 1 Rohrdurchmesser für runde Leitungen,
- 2 Rohrdurchmesser für runde Leitungen bei Lackdunstabsaugungen,
- 3 Rohrdurchmesser für runde Leitungen bei Späneabsaugungen,
- 1,5 Kanalbreite bzw. -höhe für rechteckige Leitungen.

Der Krümmungshalbmesser ist hierbei auf der Innenseite der gekrümmten Leitung gemessen. Abzweige sind unter Vermeidung scharfer Ecken nach strömungstechnischen Gesichtspunkten anzuordnen.

Auf gute Reinigungsmöglichkeit der Leitungen ist bei Lackdunstabsaugungen, Späneabsaugungen — besonders von Schleifereien, Sandstrahlgebläsen u. dgl. — zu achten. An passender Stelle sind hierfür Reinigungsdeckel vorzusehen. Bei Lack- oder Farb-Dunstabsaugungsanlagen muß ferner durch Einbau von Sieben und Prallblechen an den Hauben der Absaugstellen das Mitreißen von Lack- bzw. Farbteilchen möglichst eingeschränkt werden (siehe Abb. 333). In die Ausblase-

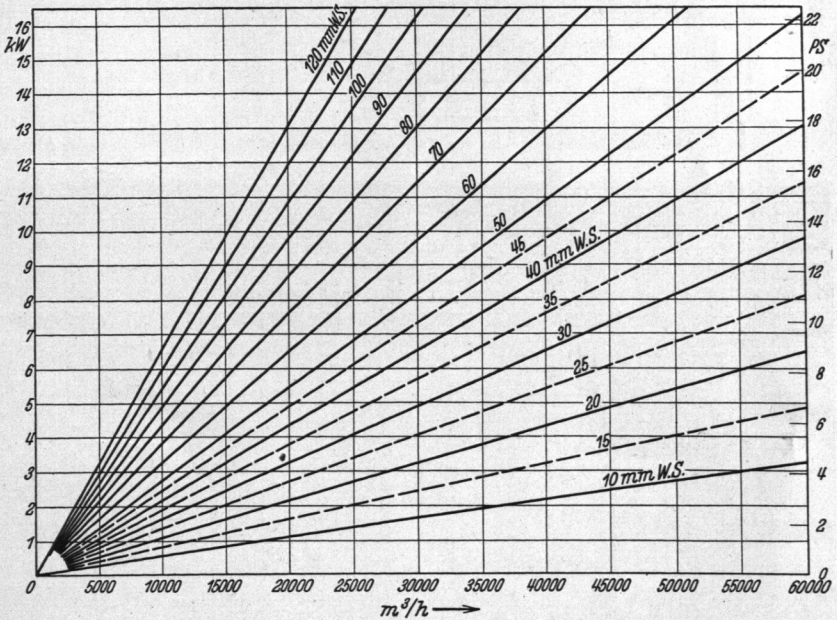


Abb. 332. Kraftbedarf von Zentrifugalventilatoren.

leitung von Absaugungsanlagen werden vielfach Vorrichtungen eingebaut, die die festen oder tropfbaren Bestandteile aus der ausgeblasenen Luft ausscheiden, sei es zur Erfüllung gewerbehygienischer Forderungen, sei es aus wirtschaftlichen Gründen zur Rückgewinnung von wertvollen Abfallstoffen oder Lösungsmitteln. Feste Bestandteile werden durch „Entstauber“, das sind Separatoren (siehe Abb. 334) oder Filter der verschiedensten Bauart zurückgehalten. Eine restlose Abscheidung ist selten möglich. Tropfbare Bestandteile werden durch Kondensation, durch Absorption oder durch chemische Reaktion ausgefällt. Die Kondensationserscheinungen werden in Riesel- oder Oberflächenkühlern hervorgerufen; zur Absorption wird das zu rei-

nigende Gas (bzw. die verunreinigte Luft) über entsprechend wirksame Stoffe (z. B. Silica-Gel, aktive Kohle oder dgl.) geleitet.

Auch die angesaugte Luft von Belüftungsanlagen wird in vielen Fällen einer besonderen Behandlung unterworfen. So wird die Zuluft für Lackierereien, Trocknungsanlagen usw. durch Filter von Staub gereinigt. In der Tabakindustrie und im Textilgewerbe wird die Zuluft durch Wassereinspritzung auf einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt gebracht. Endlich wird die Zulufttemperatur durch Lufterhitzer oder durch Kühler in dem gewünschten Sinne beeinflusst.

Als Filter zur Reinigung der Frischluft haben sich besonders die sogenannten Viscin-Zellenfilter bewährt; diese sind in Blechrahmen zusammengefaßte Filterkörper aus Metallringen, die mit einem Spezialöl getränkt sind.

Die vorstehend erwähnten Luftbefeuchtungsanlagen zur Aufrechterhaltung eines bestimmten Feuchtigkeitsgehaltes der Luft werden nach verschiedenen Systemen ausgeführt. Grundsätzlich wird bei allen Systemen der Raum-

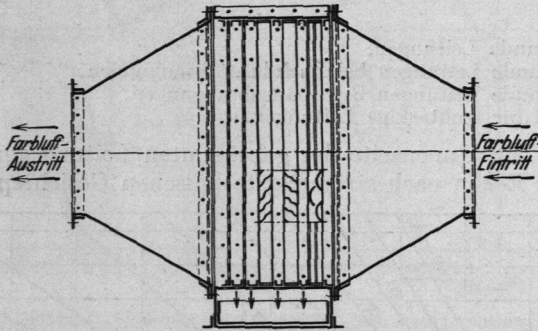


Abb. 333. Lackabscheider für Absaugungsleitungen.

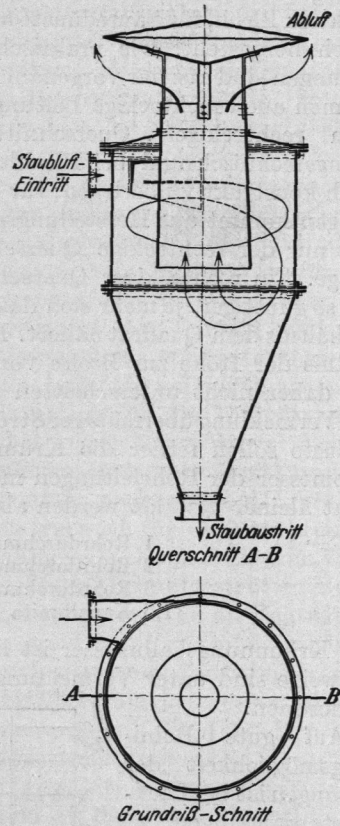


Abb. 334. Entstauber (Separator).

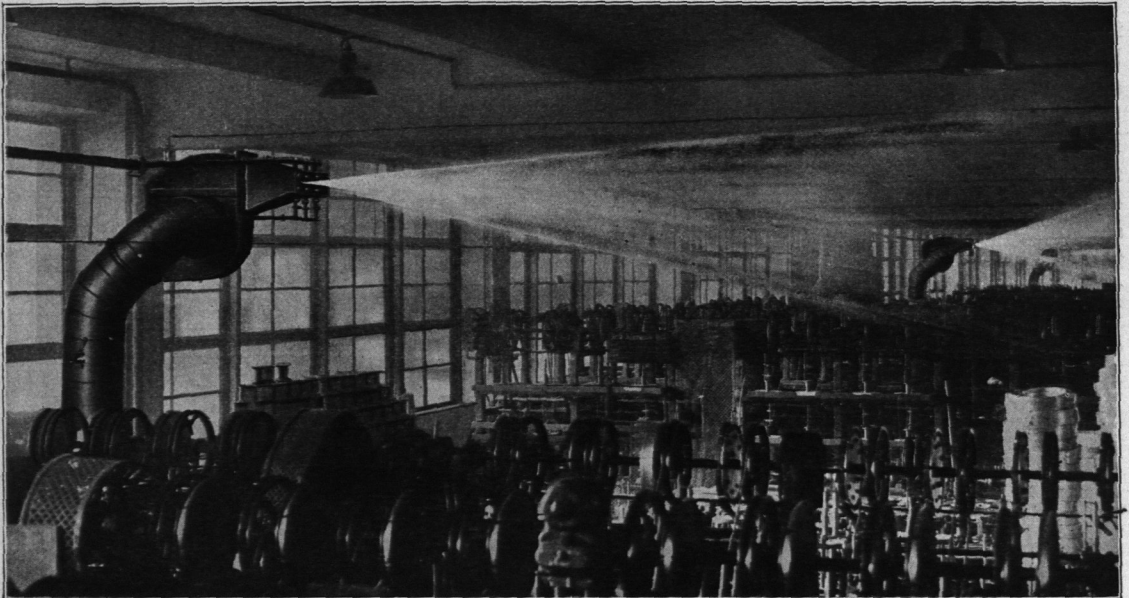


Abb. 335. Luftbefeuchtungsanlage.

luft Wasser in fein verteilter Form durch Sprühdüsen oder dgl. zugeführt. Die eingeführte Wassermenge wird automatisch in Abhängigkeit vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft geregelt.

Das zugeführte Wasser wird entweder in Druckluftzerstäubern direkt als Nebel in den Raum geblasen oder in Verbindung mit einer künstlichen Lüftung im Ausblase-mundstück des Ventilators der Luft zugesetzt (siehe Abb. 335); in diesem Fall läßt sich die Luftbefeuchtungsanlage auch mit der Raumheizung kombinieren. Wichtig ist unter allen Umständen, daß nicht mehr Wasser zugeführt wird, als die Luft aufnehmen kann, damit Tropfenfall im Raum vermieden wird<sup>1</sup>.

Durch Abkühlung der Frischluft unter den Taupunkt kann man andererseits auch den Feuchtigkeitsgehalt der Luft verringern; von dieser Möglichkeit macht man in manchen Fällen im Sommer Gebrauch, um übermäßig feuchte Luft vom Arbeitsraum fernzuhalten.

Durch Kombination der vorstehend erwähnten Einrichtungen lassen sich Anlagen schaffen, die Sommer und Winter jede gewünschte Raumlufttemperatur und Feuchtigkeit unabhängig von der Außenluft und dem Wetter gewährleisten.

Je nach dem Charakter des Fabrikbetriebes und je nach der Lage der künstlich zu lüftenden Räume werden zentralisierte oder örtliche Lüftungsanlagen ausgeführt. Es ist von Fall zu Fall zu prüfen, welcher Ausführungsform der Vorzug zu geben ist. Die Abb. 336 bis 339 zeigen eine zentralisierte und eine dezentralisierte Anlage im Schema. Bei der zentralisierten Anlage sind immerhin noch 6 Lüfter vorhanden, und zwar an jeder Stranggruppe 3 Maschinensätze. Die Verteilung auf drei Stränge wurde hier notwendig, weil heiße Abgase nicht mit explosiblen Lackdünsten und diese zur Vermeidung von Schmutzablagerungen nicht mit Schleifereistaub zusammengebracht werden dürfen.

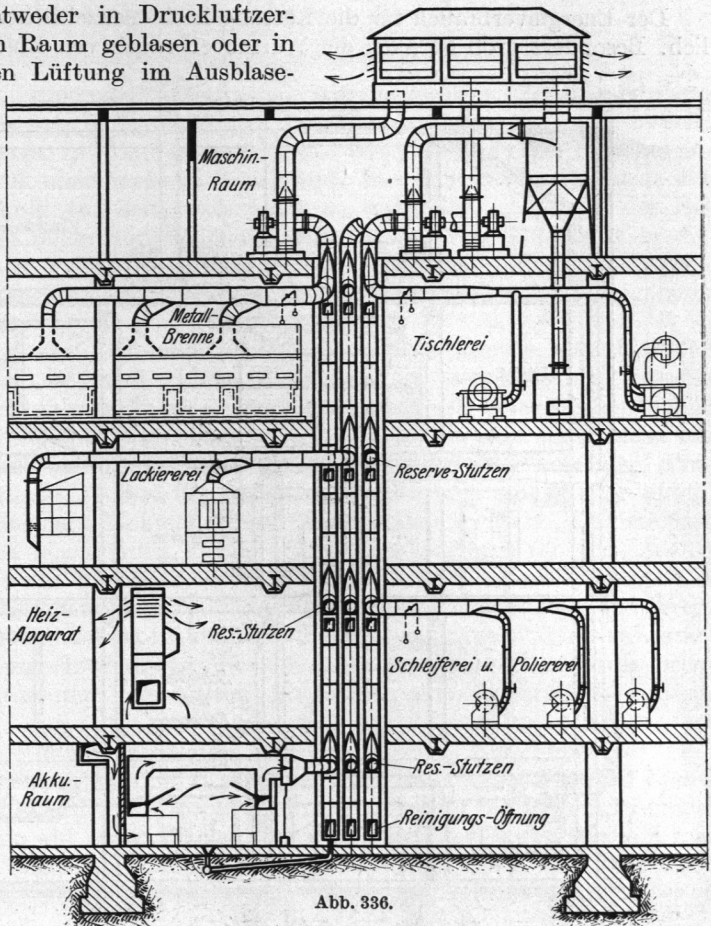


Abb. 336.

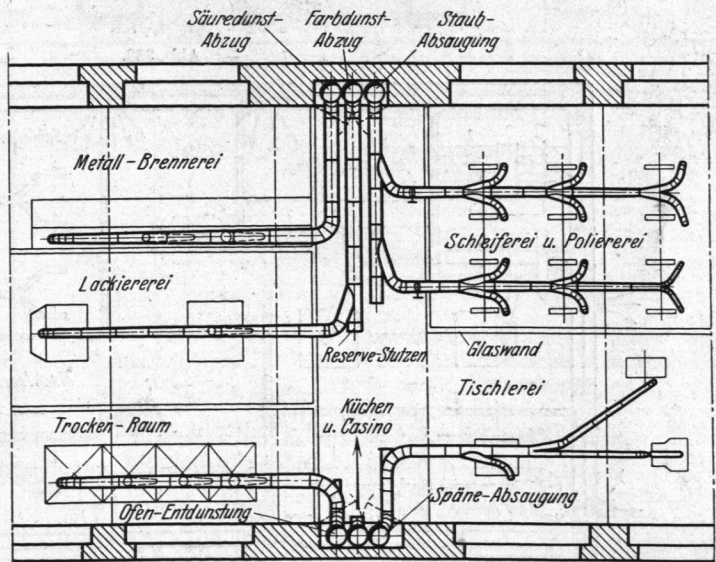


Abb. 337.

Abb. 336 und 337. Zentralisierte Anordnung von Lüftungsanlagen.

<sup>1</sup> Die bei verschiedenen Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnissen zuzuführende Wassermenge läßt sich graphisch durch Benutzung der *Jx*-Tafeln feuchter Luft von Dr.-Ing. M. Grubemann ermitteln. Berlin: Julius Springer 1926.

Der Energieverbrauch für die Lüftung ist in neuzeitlichen Fabrikanlagen nicht unbeträchtlich. Besonders groß ist auch der Wärmeverbrauch von Lüftungsanlagen; die Erneuerung der

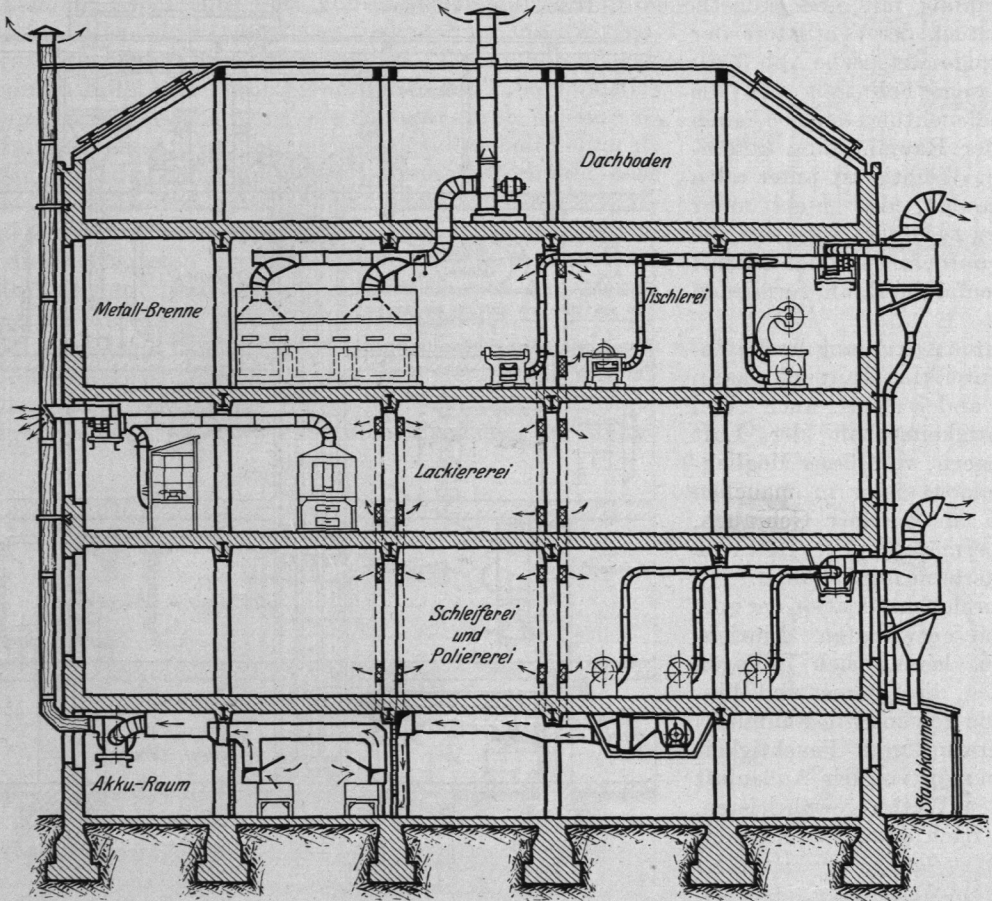


Abb. 338.

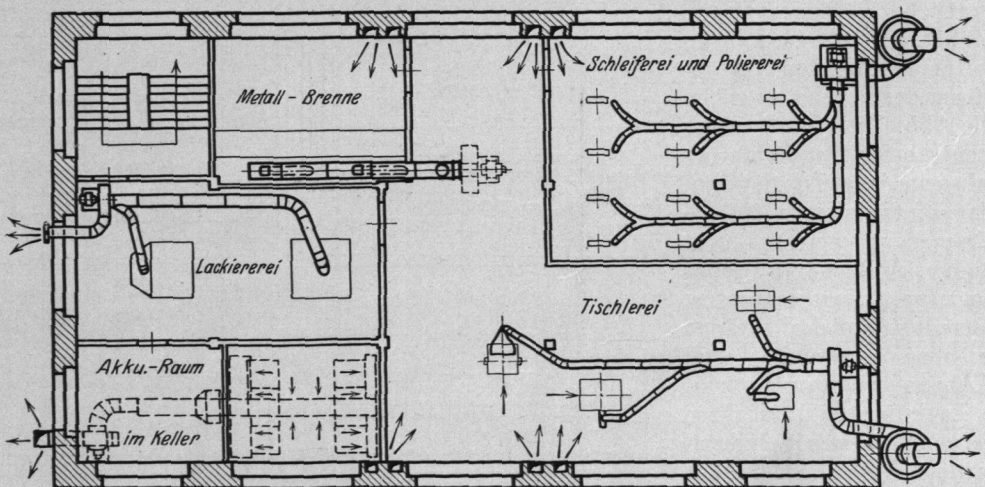


Abb. 339.

Abb. 338 und 339. Dezentralisierte Anordnung von Lüftungsanlagen.

Raumluft durch Absaugungs- und Belüftungsanlagen erfordert im Winter einen beträchtlichen Wärmeverbrauch. Dieser kann verringert werden, wenn es gelingt, der ins Freie entweichenden Abluft einen Teil der Wärme zu entziehen und hiermit die Frischluft vorzuwärmen.