

# Die Heiz- und Lüftungsanlagen in den verschiedenen Gebäudearten

einschließlich Warmwasserversorgungs-,  
Befeuchtungs- und Entnebelungsanlagen

Von

**M. Hottinger** und **W. v. Gonzenbach**

Dozent für Heizung und Lüftung  
an der Eidgenössischen Technischen

Professor für Hygiene  
Hochschule, Zürich



Berlin  
Verlag von Julius Springer  
1929

**OTTO HODLER**  
REGIERUNGSBAUMEISTER

**Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung  
in fremde Sprachen, vorbehalten.  
Copyright 1929 by Julius Springer in Berlin.**

## Vorwort.

Das vorliegende Buch enthält im ersten Teil die zur Erstellung von Heizungs- und Lüftungsanlagen grundlegenden hygienischen Forderungen, mit denen nicht nur der Arzt und Hygieniker, sondern auch der Architekt sowie der Heizungs- und Lüftungsingenieur vertraut sein muß, wenn er seinen Beruf nicht bloß handwerksmäßig, sondern wissenschaftlich ausüben will.

Der zweite Teil umfaßt sodann in kurzen, nach Gebäudearten geordneten Abschnitten allgemeine technische Wegleitungen. Wer sich über die betreffenden Installationen in Krankenhäusern, Unterrichtsgebäuden, Kirchen, Theatern, Kinos, Badeanstalten, Fabriken, Großgaragen oder einem andern Gebäudetypus unterrichten will, hat daher das Gewünschte rasch zur Hand, ohne gezwungen zu sein, es aus der Literatur mühsam zusammensuchen.

Auf das Wesen und die konstruktive Ausführung oder gar die Berechnung der verschiedenen Systeme wird nicht eingetreten, weil darüber die Bücher des Erstunterzeichneten „Heizung und Lüftung“ (München und Berlin: R. Oldenbourg) und „Abwärmeverwertung“ (Berlin: Julius Springer) sowie zahlreiche andere heiz- und lüftungstechnische Werke alles Nötige enthalten. In diesen Publikationen sind auch ausführliche Literaturverzeichnisse zu finden, so daß wir uns in dem vorliegenden Buche mit Hinweisen auf neuere Veröffentlichungen begnügen konnten.

Wiederholungen in den einzelnen Abschnitten sind nach Möglichkeit vermieden. Wo erforderlich, ist auf früher oder später Gesagtes verwiesen. Beispielsweise sind Angaben über zentrale Apparate- und Regulierräume nur in den Abschnitten III (Krankenanstalten), VII (Geschäftshäuser) und XII (Theater) enthalten und die Dampfkoch- und Waschküchen nur einmal eingehend (unter Abschnitt III, Krankenhäuser) behandelt.

Bekanntlich liegen die Bedingungen für die Ausführung von heiz- und lüftungstechnischen Anlagen in den verschiedenen Ländern teilweise verschieden. Die folgenden Ausführungen beziehen sich in erster Linie auf zentraleuropäische Verhältnisse. An einzelnen Stellen ist auf anderweitig Gebräuchliches verwiesen. Aber selbst für Zentraleuropa waren lokal begründete Unterschiede zu berücksichtigen. So liefern in Deutschland zahlreiche Dampfkraftwerke billigen Abdampf zu Heizzwecken, was zu Abdampfheizungen aller Art, in jüngster Zeit zu ausgedehnten Städteheizungen, geführt hat, während der Strombedarf in

wasserkraftreichen Ländern fast ausschließlich durch hydraulische Kraftwerke gedeckt wird, die keinen Dampf, dagegen unter Umständen billigen Nachtstrom abgeben können. Daher wird in der Schweiz z. B. eine große Zahl von Kirchen elektrisch beheizt. Dann wieder stehen gewisse billige Brennstoffe (wie Kohlenstaub, Braunkohlen usw.), an andern Orten Heizgas oder Öl, im Vordergrund des Interesses und bedingen die Art der Feuerung. Auf solche Umstände ist wiederholt verwiesen, so daß das Buch keineswegs etwa nur auf schweizerische oder nur auf deutsche Verhältnisse zugeschnitten ist, sondern seinen Zweck überall erfüllen dürfte, wo auf die Erstellung sachgemäßer Heiz- und Lüftungseinrichtungen Wert gelegt wird.

Wir hoffen daher, daß es als Nachschlagewerk bei Programmaufstellungen für Wettbewerbe, bei der Ausarbeitung gesetzlicher Bestimmungen, bei Streitigkeiten, Prozessen und in andern Fällen gute Dienste leisten, aber auch den Architekten, Bauherren, Fabrikbesitzern und andern Unternehmern sowie den entwerfenden Heizungsingenieuren Anhaltspunkte und Anregung bieten wird.

Zürich, im September 1928.

**Dozent Ing. M. Hottinger.**  
**Prof. Dr. W. v. Gonzenbach.**

# Inhaltsverzeichnis.

## Erster Teil.

### Die hygienischen Anforderungen an die Lüftung und Heizung.

Bearbeitet von Prof. Dr. W. v. Gonzenbach.

	Seite
A. Lüftung . . . . .	1
1. Beziehungen von Luft und Organismus . . . . .	1
a) Die Luft als Atmungsstoff . . . . .	1
$\alpha$ ) Zusammensetzung: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure . . . . .	2
$\beta$ ) Wasserdampf . . . . .	3
$\gamma$ ) Geruchstoffe . . . . .	5
$\delta$ ) Kohlenoxyd . . . . .	6
$\epsilon$ ) Mechanische Verunreinigungen . . . . .	7
b) Die Luft als Aufenthaltsmedium . . . . .	9
$\alpha$ ) Wärmeregulation des Körpers. Die Haut . . . . .	9
$\beta$ ) Physikalische Umweltsbedingungen . . . . .	9
$\gamma$ ) Lufttemperatur, Luftbewegung, Luftfeuchtigkeit . . . . .	10
$\delta$ ) Meßmethoden. Das Katathermometer und das Frigorimeter . . . . .	11
2. Die hygienische Beurteilung der Lüftung . . . . .	12
a) Aspirationsventilation und ihre Indikation . . . . .	12
b) Pulsionsventilation und ihre Indikation . . . . .	13
B. Heizung . . . . .	16
1. Physiologischer Sinn der Heizung als Erleichterung des Wärmehaushaltes . . . . .	16
a) Durch Verminderung der Wärmeabgabe (Erhöhung der Umgebungstemperatur) . . . . .	16
b) Durch Wärmezufuhr (Strahlung) . . . . .	16
2. Die hygienischen Anforderungen an die Heizung und Kritik der bestehenden Systeme . . . . .	16
a) Strahlung . . . . .	16
b) Verteilung der Wärme im Raum . . . . .	17
c) Regulierbarkeit . . . . .	19
d) Die Frage der künstlichen Befeuchtung . . . . .	20
e) Intermittierende und kontinuierliche Heizung . . . . .	21
f) Fehler, Belästigung und Gefahren (Handhabung, Betriebssicherheit, Rauchgase, Staub, Gerüche) . . . . .	22
g) Wärmesparende Bauweisen . . . . .	24

## Zweiter Teil.

### Die technischen Anforderungen an die Heiz-, Lüftungs- und Warmwasserversorgungsanlagen in den verschiedenen Gebäudearten.

Bearbeitet von Ing. M. Hottinger.

A. Allgemeines . . . . .	26
B. Bemerkungen zu den unter C angegebenen Temperaturen, Luftmengen und relativen Feuchtigkeitsgehalten . . . . .	37
a) Temperaturen . . . . .	37
b) Luftfeuchtigkeit . . . . .	38
c) Luftmengen . . . . .	39

	Seite
C. Die nach Gebäudearten geordneten technischen Anforderungen . . . .	41
I. Wohnhäuser einschließlich Autogaragen, Verkaufsläden und Stallungen (Gewächshäuser s. Abschnitt II, Großgaragen s. Abschnitt XVI) . . . . .	41
A. Heizung . . . . .	41
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	41
2. Heizsystem . . . . .	42
a) Ofenheizung . . . . .	42
b) Zentralheizung . . . . .	43
c) Elektrische Heizung . . . . .	46
d) Ölfeuerung . . . . .	47
e) Gasheizung . . . . .	48
f) Fernheizung . . . . .	49
g) Garagenheizung . . . . .	52
3. Heizkörper . . . . .	53
4. Heizkessel . . . . .	54
5. Leitungen . . . . .	55
6. Befeuchtungseinrichtungen . . . . .	56
B. Warmwasserversorgung . . . . .	57
C. Lüftung, Kühlung und Vermeidung des Beschlagens der Schau- fenster von Verkaufsläden . . . . .	59
II. Gewächshäuser, Wintergärten, Treibbeete, Vermehrungen, beheizte Freilandkulturen, im Freien liegende beheizte Teiche . . . . .	61
A. Heizung . . . . .	61
1. Temperaturen in °C . . . . .	61
2. Heizsystem . . . . .	61
3. Heizkörper . . . . .	61
4. Heizkessel . . . . .	62
B. Lüftung . . . . .	63
C. Schutz gegen zu hohe Erwärmung und zu starke Belichtung . . . . .	63
III. Kranken-, Heil- und Irrenanstalten, Kliniken, Sanatorien, Asyle usw. . . . .	64
A. Heizung . . . . .	64
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	64
2. Heizsystem . . . . .	64
3. Heizwassertemperaturen und Dampfdrücke . . . . .	69
4. Heizkörper . . . . .	69
5. Heizkessel . . . . .	70
6. Fern-Warmwasserversorgung . . . . .	72
7. Apparate- und Regulierraum . . . . .	74
8. Leitungen . . . . .	76
9. Fernleitungskanäle und Unterstationen in den Gebäuden . . . . .	77
B. Lüftung und Kühlung . . . . .	78
C. Kochküchen . . . . .	83
D. Waschküche und Glätterei . . . . .	85
E. Desinfektion . . . . .	87
F. Allgemeines . . . . .	87
IV. Unterrichtsgebäude (Schulhäuser, Hochschulen, Semi- narien, Vorlesungsgebäude usw.) einschließlich Turn- hallen, Schulbädern, Schulküchen, Laboratorien . . . . .	89
A. Heizung . . . . .	89
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	89
2. Heizsystem . . . . .	89
a) Ofenheizung . . . . .	89
b) Zentralheizung . . . . .	90
3. Heizkörper . . . . .	92
4. Heizkessel . . . . .	93
5. Leitungen . . . . .	93

## Inhaltsverzeichnis.

	VII Seite
B. Warmwasserversorgung . . . . .	94
C. Lüftung . . . . .	95
D. Allgemeines . . . . .	100
V. Kirchen . . . . .	101
A. Heizung . . . . .	101
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	101
2. Allgemeines . . . . .	101
3. Heizsysteme . . . . .	103
a) Ofenheizung . . . . .	103
b) Kanalheizung . . . . .	103
c) Luftheizung . . . . .	104
α) Feuer-Luftheizung . . . . .	104
β) Dampf-Luftheizung . . . . .	104
d) Niederdruckdampf- und Warmwasserheizung . . . . .	105
e) Elektrische Heizung . . . . .	105
α) Elektrische Fußschemelheizung . . . . .	105
β) Elektrische Einzel- (evtl. Speicher-) Ofenheizung . . . . .	108
γ) Fußbodenheizung . . . . .	109
δ) Elektro-Dampf- und Elektro-Warmwasserheizung . . . . .	110
ε) Elektro-Pulsionsluftheizung . . . . .	110
f) Gasheizung . . . . .	111
B. Warmwasserbereitung . . . . .	111
C. Lüftung . . . . .	111
VI. Klosteranlagen . . . . .	112
1. Heizsystem . . . . .	112
2. Kesselanlage . . . . .	113
3. Leitungen . . . . .	114
VII. Geschäfts-, Bureau-, Verwaltungs-, Gerichts-, Bank- sowie Post- und andere Verkehrsgebäude (Verkaufsläden s. Abschnitt I, Warenhäuser s. Abschnitt VIII, Großgaragen s. Ab- schnitt XVI) . . . . .	114
A. Heizung . . . . .	114
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	114
2. Heizsystem . . . . .	114
3. Heizkörper . . . . .	116
4. Heizkessel . . . . .	117
5. Leitungen . . . . .	117
6. Apparate- und Regulierraum . . . . .	118
B. Warmwasserversorgung für Toiletten- und Reinigungszwecke . . . . .	120
C. Lüftung und Kühlung . . . . .	120
VIII. Warenhäuser und Markthallen (Verkaufsläden s. Abschnitt I) . . . . .	122
A. Heizung . . . . .	122
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	122
2. Heizsystem . . . . .	122
3. Heizkörper . . . . .	122
4. Heizkessel . . . . .	123
5. Leitungen . . . . .	123
B. Warmwasserversorgung . . . . .	123
C. Lüftung . . . . .	123
IX. Restaurants, Kaffeehäuser, Teerräume in Konditoreien, Tanzsäle, Gesellschafts- und Vereinszimmer, Klublokale usw. (Hotels s. Abschnitt X) . . . . .	125
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	125
2. Heizsystem, Heizkörper, Heizkessel, Leitungen und Warm- wasserversorgung . . . . .	125
3. Kochküche . . . . .	126
4. Lüftung der Restaurationsräume, Tanzsäle, Gesellschafts- zimmer usw. . . . .	126

	Seite
X. Hotels . . . . .	128
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	128
2. Heizsystem, Heizkörper, Heizkessel, Leitungen, Warmwasser- versorgung . . . . .	129
3. Lüftung . . . . .	130
XI. Saalbauten mit großen Versammlungsräumen wie: Kon- zerthäuser, Kasinos, Kirchengemeinde- und Volks- häuser, Parlamente, Rathäuser, Börsen usw. (Theater, Licht- spieltheater usw. s. Abschnitt XII, Hallen s. Abschnitt XVI) . .	131
A. Heizung . . . . .	131
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	131
2. Heizsystem . . . . .	131
3. Heizkörper . . . . .	131
4. Heizkessel . . . . .	132
5. Leitungen . . . . .	132
B. Warmwasserversorgung . . . . .	132
C. Lüftung und Kühlung . . . . .	132
XII. Theater, Lichtspieltheater (Kinos), Zirkusgebäude usw.	137
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	137
2. Heiz-, Lüftungs- und Kühlsystem . . . . .	137
a) Zuschauerraum und Bühnenhaus . . . . .	137
b) Nebenräume (Foyer, Umgänge, Garderoben, Treppenauf- gänge, Vestibüle, Übungs- und Solistenzimmer, Ankleide- räume usw.) . . . . .	142
3. Heizkessel . . . . .	142
4. Apparate- und Regulierraum . . . . .	143
XIII. Kunstgebäude, Museen, Ausstellungs-, Bibliothekge- bäude usw. . . . .	144
A. Heizung . . . . .	144
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	144
2. Heizsystem . . . . .	144
3. Heizkörper . . . . .	145
4. Leitungen . . . . .	145
B. Warmwasserversorgung . . . . .	146
C. Lüftung . . . . .	146
XIV. Badehäuser, Hallenschwimmbäder, Freibäder . . . . .	147
A. Heizung . . . . .	147
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	147
2. Wassermengen und -temperaturen . . . . .	147
3. Badeanstalten mit Wannens- und Brausebädern . . . . .	148
4. Schwimmbäder . . . . .	148
5. Freibäder . . . . .	151
B. Lüftung . . . . .	152
XV. Kasernen . . . . .	154
A. Heizung . . . . .	154
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	154
2. Heizsystem . . . . .	154
3. Kochküche, Badeanlage und Warmwasserversorgung für Reinigungszwecke . . . . .	154
B. Lüftung . . . . .	154
XVI. Fabriken und andere industrielle Bauten sowie Ausstel- lungs-, Fest- und Flugzeughallen, Großgaragen usw. . .	155
Allgemeines . . . . .	155
A. Heizung . . . . .	155
1. Raumtemperaturen in °C und relative Feuchtigkeit der Raumluft in % . . . . .	155

	Seite
2. Heizsystem . . . . .	157
a) Ofenheizung . . . . .	158
b) Dampfheizung (Vakuum-, Nieder-, Mittel- oder Hochdruckdampfheizung) . . . . .	159
c) Warmwasserheizung . . . . .	161
d) Luftheizung mit Ventilatorbetrieb . . . . .	162
e) Elektrische Heizung . . . . .	163
f) Gasheizung . . . . .	165
g) Fernheizung und Abwärmeverwertung . . . . .	166
B. Warmwasser- und Dampfversorgung . . . . .	167
C. Lüftung . . . . .	168
a) Lüftung zur Beseitigung der Atmungs- und Ausdünstungsprodukte der Menschen sowie durch den Fabrikationsprozeß entstehender Gerüche . . . . .	170
b) Lüftung zur Beseitigung von Gasen, Dämpfen, Staub, Spänen usw. . . . .	170
c) Lüftung zur Regelung der Temperatur . . . . .	174
d) Lüftung zur Befeuchtung der Raumluft . . . . .	175
e) Entnebelung der Räume . . . . .	176
D. Allgemeines . . . . .	178
XVII. Bahnhofanlagen . . . . .	179
A. Heizung . . . . .	179
B. Lüftung . . . . .	181
XVIII. Gaswerke . . . . .	181
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	181
2. Heizsystem . . . . .	181
3. Wärmebedarf und Wärmebeschaffung . . . . .	182
XIX. Schlachthöfe . . . . .	183
1. Zentrale . . . . .	183
2. Heizung, Kühlung, Lüftung, Entnebelung . . . . .	184
3. Fern-Warmwasserversorgung . . . . .	185
4. Viehwagen-Reinigungs- und -Desinfektionsanlage . . . . .	186
5. Fernleitungen . . . . .	186
XX. Strafanstalten, Gefängnisse (evtl. in Verbindung mit Gerichtsgebäuden), Zuchthäuser . . . . .	187
A. Heizung . . . . .	187
1. Raumtemperaturen in °C . . . . .	187
2. Heizsystem . . . . .	187
3. Heizkörper und Leitungen . . . . .	187
B. Lüftung . . . . .	187
XXI. Leichenhäuser . . . . .	188
XXII. Tierhäuser (Stallungen s. Abschnitt I) . . . . .	189
1. Große, modern eingerichtete Hühnerbrut- und Aufzuchtanstalten . . . . .	189
2. Raubtierhäuser . . . . .	189
3. Reptilienhäuser . . . . .	190
4. Insektarien . . . . .	190
XXIII. Die Austrocknung von Neubauten durch Heizung . . . . .	190

Erster Teil.

# Die hygienischen Anforderungen an die Lüftung und Heizung.

Bearbeitet von Prof. Dr. W. von Gonzenbach.

## A. Lüftung.

### 1. Beziehungen von Luft und Organismus.

Um die Anforderungen, die die Hygiene an die Luft in geschlossenen Räumen stellen muß, verstehen zu können, ist es notwendig, den Organismus des Menschen in seinem Bau und seinen Verrichtungen in den Grundzügen zu kennen, insbesondere sich darüber klar zu werden, welche Rolle die Luft, sei es als Atmungsstoff, sei es als Aufenthaltsmedium im Stoff- und Wärmehaushalt des Menschen spielt. Das Verständnis dieser biologischen Vorgänge wird dem Bauherrn und Architekten sowie dem Heizungs- und Lüftungsingenieur unmittelbar ein besserer Wegleiter bei der Lösung seiner Aufgaben sein, wie eine Anzahl starrer Faustregeln und orthodox durchgehaltener Leitsätze.

#### a) Die Luft als Atmungsstoff.

Der Körper bedarf zur Unterhaltung der Verbrennungsvorgänge in den Geweben, oder wie man sagt der inneren Atmung, des Sauerstoffs der Luft, den er sich durch die Organe der äußeren Atmung verschafft. Die Nase als Eintrittsstelle bildet mit ihrer starken Oberflächenvergrößerung der über die Muscheln ausgebreiteten Schleimhäute, die gut durchblutet sind, ein erstes Kontroll- und Reinigungs-, sowie Vorwärmungsorgan. Die eintretende Luft läßt auf den feuchten Schleimhäuten den größten Teil des in ihr enthaltenen Staubes zurück und wird beim Durchpassieren der Nasenhöhle bereits auf ca. 35° vorgewärmt. Die den obersten Teil des Gewölbes einnehmende Riechschleimhaut meldet alle Gerüche und läßt uns je nach der gesundheitlichen Bedeutung der sie verursachenden Stoffe dieselben als angenehm oder als unangenehm empfinden. Wird die Nasenschleimhaut, sei es mechanisch durch feinste Partikel, sei es chemisch durch gewisse Stoffe stärker gereizt, so sezernieren ihre Schleimdrüsen vermehrtes, dünnerflüssiges Sekret zu deren Ausschwemmung; ist der Reiz noch heftiger, so setzt der Niesreflex ein, der die ersten Luftwege auf diese Weise energisch reinigt. Von der Nase nimmt die Luft ihren Weg über

den Rachen durch den Kehlkopf in die Luftröhre, die sich in die Bronchialäste in den Lungen immer weiter aufzweigt. Auch diese Leitungsorgane sind mit feuchter Schleimhaut ausgekleidet, die ihrerseits sog. Flimmerepithelien trägt, d. h. einen Zellbelag mit mikroskopisch feinsten, stets in der Richtung nach außen schlagenden Flimmerhärchen, die auf diese Weise auch den feinsten bis in die Tiefen dringenden Staub langsam und sicher nach außen befördern. Diese Schleimhäute sind ebenfalls mit empfindlichen Nerven versehen, die die Schleimdrüsen zu vermehrter Sekretion anregen, wenn sie durch Staub oder reizende Gase gereizt werden und die bei stärkerer Reizung den Hustenreflex auslösen, der seinerseits auch wieder ein Reinigungsmechanismus ist. An die feinsten Endverzweigungen des Bronchialbaumes schließen sich endlich die Lungenbläschen an, in denen die Luft nur noch durch eine ganz dünne Membran von den diese Bläschen umspinnenden Blutkapillaren getrennt ist, die Alveolarmembran, durch die sich der Gasaustausch mit dem Blut vollzieht (Sauerstoffaufnahme, Kohlensäureabgabe des Blutes).

Damit der Atmungsmechanismus möglichst ungestört und den Anforderungen des Organismus entsprechend abläuft, ist es notwendig, daß der Sauerstoff in genügender Menge vorhanden und daß die ihn enthaltende Luft möglichst frei von mechanischen und chemischen Verunreinigungen sei. Der erwachsene Mensch atmet bei ruhiger Lebensweise durchschnittlich 500 l, also  $\frac{1}{2}$  m<sup>3</sup> Luft in der Stunde ein und aus, eine Menge, die bei starker körperlicher Anstrengung (Muskelarbeit mit entsprechend stärkerer innerer Verbrennung) auf das Vielfache ansteigen kann. Daraus ergibt sich, daß auch geringgradige Verunreinigungen sich auf die Dauer quantitativ anhäufen müssen.

Die Luft besteht im wesentlichen aus einem Fünftel lebenswichtigem Sauerstoff, der mit vier Fünftel für den Organismus völlig indifferentem Stickstoff verdünnt ist. Der Sauerstoff kann aber auf ein weit geringeres Maß, bis auf 12%, ja nach gewissen Autoren auf 10% reduziert sein, bis sich sein Mangel dem Organismus in gefährlicher Weise kundgibt. Die absolute Menge Sauerstoff in der Atmosphäre nimmt bekanntlich mit steigender Erhebung vom Meeresniveau ab; trotzdem können Menschen noch bis zu 5000 m Erhebung leben. Das kommt daher, daß sich der Organismus dem geringeren Sauerstoffangebot mehr weniger leicht anzupassen vermag, durch vertiefte und beschleunigte Atmung, durch vermehrte Herzaktion und damit Blutzirkulation und endlich durch Vermehrung der sauerstoffbindenden Oberfläche der roten Blutkörperchen. Es ist somit eine falsche Auffassung, der man aber noch häufig begegnet, daß die Beeinträchtigung des Wohlbefindens in überfüllten Lokalen auf Mangel an Sauerstoff beruhe.

Neben Sauerstoff und Stickstoff enthält die Luft stets eine gewisse Menge Kohlensäure (CO<sub>2</sub>). Diese ist das Endprodukt aller Verbrennungsvorgänge der belebten und unbelebten Natur und ist in der Außenluft zu  $\frac{1}{3}$  ‰ enthalten, in den dicht bebauten Städten etwas mehr. Die Ausatemluft des Menschen enthält davon 4%. Die Kohlensäure ist ein schweres, farb- und geruchloses Gas, das für den Organismus irre-

häuten, mit Bronchitiden und Lungenleiden direkt in solch trockene Klimastationen zur Ausheilung, also kann trockene, also wasserdampfarme Luft niemals schädlich für diese gleichen Organe sein. Der Unterschied zwischen trockener Außenluft und Zimmerluft besteht im größeren Staubgehalt der letzteren. Zimmer enthalten stets größere Mengen kleinster Partikelchen, die von Abnutzung der Zimmerausstattung, Boden, Teppichen, Vorhängen, Kleidern usw. stammen und die durch Austrocknung leicht und flugfähig werden (Staub). Diese Partikel setzen sich auf den Schleimhäuten fest und reizen dieselben mechanisch und je nach ihrer Zusammensetzung auch chemisch. Sie sind es, die das Gefühl der Trockenheit hervorrufen. Es ist deshalb nicht die Trockenheit an sich, sondern die Staubbildung zu bekämpfen. Luftbefeuchtungsapparate aus hygienischen Gründen aufzustellen, ist fast völlig zwecklos. Reinhaltung der Räume, Staubvermeidung allein sind rationell. Die gepriesene Wirkung der Luftbefeuchtungsapparate beruht zumeist auf bloßer Suggestion der Rauminassen, wovon man sich in der Praxis immer wieder leicht überzeugen kann.

Die Geruchstoffe wirken sich entweder günstig oder ungünstig aus. Angenehme Geruchstoffe, insbesondere z. B. die würzigen Harze und Terpene der Nadelholzwälder lösen reflektorisch tiefere Atmung und damit bessere Sauerstoffanreicherung im Blute aus und fördern dadurch den inneren Stoffwechsel. Übelriechende Stoffe umgekehrt lassen uns weniger tief atmen. Beim Eintritt in einen Raum, in dem viele Menschen mit ihren Ausdünstungen die Luft verschlechtert haben, „schneidet uns der Atem ab“. Selbst wenn sich das Geruchsorgan an diese schlechte Luft scheinbar gewöhnt hat, d. h. wenn uns die schlechte Luft gar nicht mehr auffällt, wird trotzdem reflektorisch die Atmung oberflächlich und damit das Blut und also der ganze Organismus dauernd zu wenig belüftet. Der Appetit leidet und das fahle, schlechte Aussehen der Leute, die dauernd in überfüllten Wohnungen und in den engen Gassen der Altstadtquartiere zu hausen gezwungen sind, ist nicht zum mindesten auf diese gewohnheitsmäßig ungenügende Atmung zurückzuführen. Quellen übler Gerüche sind vor allem die Menschen selber, wegen Zersetzung von Schweißrückständen auf der ungepflegten Haut und in ungenügend gewechselter Wäsche. Ferner kommen in Betracht schlechter Mundgeruch wegen kranker Zähne oder Störungen der Verdauungsorgane. Dazu gesellen sich die Luftverunreinigungen durch den Küchenbetrieb, Wäsche in den Wohnräumen, Abortgerüche usw. In Gewerbe und Industrie gesellen sich dazu die mannigfachen Gerüche der hierbei verwendeten Stoffe. Man kann diese Gerüche durch Ozonzusatz zur Luft verdecken oder zerstören; die Akten über den Mechanismus der Ozonwirkung sind noch nicht geschlossen. Ozonisierung kommt auf alle Fälle nur bei besonderen Verhältnissen in Betracht (Entgeruchung in Lebensmittelvorratsräumen, in Theatern und großen Versammlungsräumen). Daß dem Ozon als solchem eine direkt Gesundheit fördernde Wirkung zuzuschreiben sei, ist eine irrige Meinung und die Anpreisung ozonreicher Luft in den Wald- und Höhenkurorten sollte

endlich als irreführend aus den entsprechenden Prospekten verschwinden. In für das Geruchsorgan merkbaren Konzentrationen ist Ozon (zu deutsch: stinkender Stoff!) sogar direkt giftig.

Die Luft geschlossener Räume enthält gelegentlich noch direkt giftige Gase, deren weitaus bedeutungsvollstes das Kohlenoxyd ist. Kohlenoxyd, CO, ist ein geruchloses, farbloses Gas von fast gleichem Gewicht wie die Luft. Es mengt sich derselben also sehr leicht gleichmäßig bei. Das Kohlenoxyd ist das Produkt unvollkommener Verbrennung und entsteht überall, wo Verbrennungsprozesse bei ungenügendem, behindertem Luftzutritt stattfinden: Vor allem finden wir es in den Verbrennungsgasen schlecht konstruierter Öfen, wenn gar noch durch Klappen denselben der Abzug erschwert wird, oder wenn der Rauch bei unrichtigen Kaminanlagen sich in den Rauchzügen staut, oder auf weiten Umwegen durch undichte Blechrohre geführt, in denselben abkühlt und an Auftrieb verliert. Besonders gefährlich sind in enge Räume eingebaute Gasbadeöfen mit schlechtem Abzug und ohne genügende Möglichkeit der Lufterneuerung. In neuester Zeit gewinnen auch die Verbrennungsgase der Benzinmotoren, namentlich der Automobile erhöhte gesundheitliche Bedeutung. Die Auspuffgase enthalten bis zu 8% CO und vermögen bei Arbeiten des Motors in geschlossenen, nicht lüftbaren Garagen in kürzester Zeit eine tödliche Atmosphäre zu schaffen. Eine Hauptquelle von Kohlenoxydvergiftungen bildet das Leuchtgas, das zufolge seiner Herstellung stets erhebliche Mengen von CO (bis zu 10%) enthält. Freilich werden wir zumeist durch die riechenden Beimengungen des Leuchtgases auf dessen Ausströmen aufmerksam gemacht, allein, es kann vorkommen, daß diese riechenden Bestandteile, wenn das Gas bei Röhrenbrüchen in der Straße z. B. erst den Boden passieren muß, oder wenn es durch Mauern und Tapeten durchdringt, auf dem Wege zurückgehalten werden.

Die Giftigkeit des CO beruht auf seiner Eigenschaft als ungesättigte Kohlenstoffverbindung, die mit großer Affinität ausgestattet ist, insbesondere zum roten Blutfarbstoff, dem Hämoglobin der roten Blutkörperchen. Dieses hat die Aufgabe, den Sauerstoff der Atmungsluft locker an sich zu binden und den Geweben zuzutragen (für die innere Atmung). Nun ist aber die Affinität des CO zum Hämoglobin ungefähr 200mal größer als diejenige des Sauerstoffs. Infolgedessen reißen die Blutkörperchen in der Atmungsluft vorhandenes CO begierig an sich. Die Bindung ist zugleich eine viel festere, so daß einmal von CO beschlaggenommenes Hämoglobin für die Atmung verloren ist. Enthält die Atmosphäre nur 200mal weniger CO als Sauerstoff, also 1‰, so tritt das Kohlenoxyd in gleichwertige Konkurrenz mit dem Sauerstoff, d. h. es wird in Bälde die Hälfte des zur Verfügung stehenden Blutes mit CO abgesättigt werden und geht dadurch verloren, was einem Blutverlust von 50% entsprechen würde. Ein solcher Verlust ist aber mit dem Leben unvereinbar. Schon weit geringere Mengen CO in der Atmungsluft machen sich bald bedenklich merkbar. Die Symptome lassen sich leicht aus dem Mechanismus der Blutaffinität des CO erklären. Es handelt sich um eine mangelhafte innere Oxydation der Gewebszellen,

spirabel ist. In einer Kohlensäureatmosphäre ist eine Verbrennung, also auch die Atmung nicht möglich. Doch muß die Konzentration der Kohlensäure in der Atmungsluft schon recht beträchtlich sein, 3—5% übersteigen, bis unmittelbare Gefahr entsteht. Und auch dann ist Atmung noch durchaus möglich, wenn gleichzeitig genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Kohlensäure entsteht überall, wo Verbrennungsprozesse sich abspielen, also beim Verbrennen mit Flamme, wie bei den biologischen Oxydationsprozessen, bei der Atmung von Pflanze und Tier. Bei Gärungsprozessen und Verwesungsvorgängen entstehen oft ganz beträchtliche Mengen von Kohlensäure durch die Lebenstätigkeit von Mikroorganismen. Aus obigem geht auch hervor, daß Ansammlungen von Menschen und Tieren in dicht geschlossenen Räumen die Luft sich mit Kohlensäure anreichern lassen. Der leicht durchführbare chemische Nachweis der Kohlensäure gibt uns die Möglichkeit in die Hand, den Grad der Luftverschlechterung quantitativ zu bestimmen. Da die Kohlensäure nur eine der vielen bei der Ansammlung von Menschen entstehenden Luftverunreinigungen und bei weitem nicht die schädlichste darstellt, so ist sie nur ein Indikator für die gesamte Verunreinigung und wenn wir im allgemeinen fordern, daß die Luft eines Aufenthaltsraumes nicht über 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> CO<sub>2</sub> enthalten sollte, so ist damit nur gesagt, daß in dieser Luft, wenn sie über 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> CO<sub>2</sub> enthält, gleichzeitig die anderen Verunreinigungen in einer das Wohlbefinden beeinträchtigenden Menge vorhanden sind. Eine Kohlensäurekonzentration von 1<sup>0</sup>/<sub>100</sub> ist an und für sich ohne jede gesundheitliche Bedeutung.

Ein weiterer regelmäßiger Bestandteil der Luft ist der Wasserdampf. Die Luft vermag Wasserdampf in wechselnden Mengen in sich aufzunehmen, und zwar ist der maximale Gehalt an Wasserdampf (die Sättigung mit Feuchtigkeit) abhängig von der Temperatur. Das Wasseraufnahmevermögen der Luft steigt mit zunehmender Temperatur, und zwar in geometrischer Progression, wie aus nebenstehender Tabelle ersichtlich ist.

Der zu verschiedenen Zeiten und unter wechselnden Umständen in Wirklichkeit vorhandene Wasserdampfgehalt einer gegebenen Atmosphäre (absolute Feuchtigkeit) erreicht nur selten

Maximalwassergehalt eines Kubikmeters Luft bei Temperaturen von — 20° bis + 40°.

Temperatur in Celsiusgrad	Maximalfeuchtigkeit je m <sup>3</sup> Luft in g H <sub>2</sub> O
— 20	1,05
15	1,58
10	2,31
5	3,37
0	4,89
+ 5	6,82
10	9,39
15	12,82
20	17,22
25	22,93
30	30,21
35	39,41
37	43,71
40	50,91

die extremen Werte völliger Sättigung oder gar völliger Trockenheit. Das Verhältnis der absoluten zur Sättigungsfeuchtigkeit, also den Quotienten absolute Feuchtigkeit/Sättigung bezeichnet man als relative Feuchtigkeit und drückt sie in Prozenten der Sättigungsfeuchtigkeit aus. Die

Differenz von der absoluten zur Sättigungsfeuchtigkeit, also die Menge Wasserdampf, die zur völligen Sättigung fehlt, nennt man das Sättigungsdefizit und drückt es in den absoluten Gewichtsmengen  $H_2O$  aus. Es stellt die Menge Wasserdampf dar, die die Luft den von ihr umspülten Wasseroberflächen oder feuchten Gegenständen (Möbel und Wände, Wäsche, Schleimhäute!) zu entnehmen vermag, also ihr Austrocknungsvermögen. Die Verdunstung von diesen Oberflächen ist um so intensiver, je größer das Sättigungsdefizit ist und ein solches Defizit wird sich, wie obige Tabelle ohne weiteres zeigt, um so stärker auswirken, je höher die Temperatur der Luft ansteigt.

Für die Atmungsorgane des Menschen kommt nun immer nur eine Lufttemperatur von  $30-37^\circ$  in Betracht, da sich die Luft beim Passieren der Atmungswege stets auf diese Temperaturen (in der Tiefe der Lungen schließlich auf die Bluttemperatur) erwärmt und hier einen Sättigungswert von  $43,71\text{ g } H_2O$  erhält. Vom physiologisch-hygienischen Standpunkt aus, und dieser allein kommt für uns hier in Betracht — haben wir uns somit nur zu fragen, wie groß ist die relative Feuchtigkeit und daraus berechnet die absolute Feuchtigkeit der zur Verfügung stehenden Raumluft und welches Feuchtigkeitsdefizit erwirbt sich diese Luft bei ihrer Erwärmung auf Bluttemperatur auf den Schleimhäuten der Atmungsorgane? Das ist der Begriff des physiologischen Sättigungsdefizites, wie es von Dorno<sup>1</sup> aufgestellt worden ist. Atmen wir z. B. im Winter eine an sich gesättigte Luft von  $-20^\circ$  ein, so enthält dieselbe nach obiger Tabelle nur rund  $1\text{ g } H_2O$ , erreicht also in den Atmungsorganen ein physiologisches Sättigungsdefizit (Austrocknungsvermögen) von über  $42\text{ g}$ ! Wählen wir weniger extreme Verhältnisse, z. B. eine milde Wintertemperatur von  $0^\circ$  mit Feuchtigkeit gesättigt, so haben wir immer noch mit einem physiologischen Sättigungsdefizit (Austrocknungsvermögen!) von rund  $39\text{ g}$  zu rechnen. Nebenbei bemerkt, hat sich schon jemals jemand unter diesen Umständen im Freien über trockene Luft beklagt? Wählen wir im Vergleich dazu eine Zimmerluft von  $50\%$  Feuchtigkeit und einer Raumtemperatur von  $20^\circ$ , so enthält dieselbe  $8,6\text{ g}$  Wasserdampf und erreicht ein physiologisches Sättigungsdefizit von  $35\text{ g}$ . Eine solche Zimmerluft gilt aber schon als ziemlich trocken, reduzieren wir ihre relative Feuchtigkeit um weitere  $20\%$ , was in Wirklichkeit äußerst selten vorkommt, so erhalten wir  $5,2\text{ g}$  und eine Erhöhung des physiologischen Sättigungsdefizit auf  $38,5\text{ g}$ , das ist immer noch etwas weniger, wie dasjenige einer feuchten Außenatmosphäre in dichtem Nebel von  $0^\circ$  — und doch werden sich die Leute in einer solchen Zimmerluft sofort über deren „Trockenheit“ beklagen. Woher dieser Widerspruch?

Die Tatsache, daß uns eine auch noch so kalte Winterluft im Freien durchaus nie als trocken auffällt, beweist, daß unsere Schleimhäute ohne weiteres imstande sind, das physiologische Sättigungsdefizit zu decken. Dazu sind sie mit den notwendigen Sekretionsorganen, den Schleimdrüsen, ausgestattet. Wir senden ja zudem Leute mit gereizten Schleim-

<sup>1</sup> Spezifisch-medizinische Klimatologie und Höhenklima. Braunschweig: Vieweg 1924.

und da die Gehirnzellen am allerfeinsten reagieren, am empfindlichsten für mangelhafte Blut- und Sauerstoffversorgung sind, so zeigen sich die Vergiftungssymptome wesentlich als zerebraler Natur, d. h. es stellen sich Kopfschmerzen ein, Übelkeit und Schwindel, die, bei gefährlichen Konzentrationen oder längerer Einwirkung auch schwacher Konzentrationen von  $0,2\text{‰}$  an, zu Lähmung, Bewußtseinsverlust und Tod führen. Die tödliche Kohlenoxydvergiftung ist praktisch weitaus die häufigste Vergiftungsform, nicht nur im Gewerbe, wo sich die mannigfaltigsten Möglichkeiten der CO-Entstehung ergeben (Gichtgase in Hüttenbetrieben, beim Eisengießen, im Tunnel- und im Bergbau, um nur einige der bedeutendsten zu erwähnen), sondern auch im häuslichen Leben, man denke nur an die mannigfache Anwendung des Leuchtgases und an die immer mehr sich ausbreitenden Automobile.

Anhangsweise seien noch einige weitere giftige Gase erwähnt, die sich gelegentlich der Atmungsluft beimengen können, angefangen beim Ammoniak und Schwefelwasserstoff bei der Zersetzung von Schlamm und Abwasser in Gruben und Kanälen, zu den Benzindämpfen in Garagen und Autowerkstätten, zu den sehr giftigen nitrosen Gasen ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) in der Metallindustrie, bis zu den unzähligen und in immer neuen Formen entstehenden giftigen Stoffen, die die chemische Industrie auf den Markt bringt, Lösungsmittel für Farben und Lacke, die vom Krieg her bekannten Gift- und Kampfgase nicht zu vergessen.

Der Staub in der Luft besteht aus anorganischem und organischem Material. Der anorganische Staub stammt zumeist von der Straße und stellt das Mahlprodukt des harten Straßenbelages dar, das entweder direkt durch Fenster oder künstliche Lüftung in die Räume gelangt, teils in Form von Straßenschmutz an den Schuhen in feuchtem Zustand in die Häuser getragen und hier austrocknend flugfähig wird. Die Partikelchen setzen sich auf den Schleimhäuten der Atmungsorgane fest und reizen dieselben rein mechanisch wegen ihrer Härte und unregelmäßig kantigen Oberfläche. Der zum großen Teil im Innern der Gebäude selber entstehende organische Staub besteht aus Zerfallspartikelchen von Holz, Geweben, Haaren u. dgl. Auch dieser Staub kann die Atmungsschleimhäute mechanisch reizen. Unter dem Mikroskop haben die Teilchen oft ganz bizarre Gestalt. Gewissen Staubarten haften noch besondere chemische Reizeigenschaften an, die unter Umständen die heftigsten Reizerscheinungen von seiten der Atmungswege auslösen können; ich erinnere an den von gewissen Graspollen ausgelösten sog. Heuschnupfen besonders disponierter Individuen. Der organische Staub hat aber noch die weitere unangenehme Eigenschaft, daß er sich, wenn er sich absetzt und in feuchten Winkeln ansammelt, leicht unter bakterieller oder Einwirkung von Schimmelpilzen unter Bildung übler Gerüche zersetzt. In Wohn- und Versammlungsräumen, Schulklokalen u. dgl. macht sich der Staub wohl gesundheitlich unangenehm bemerkbar. Langes Reden in staubiger Luft reizt auf die Dauer die Schleimhäute, insbesondere des Rachens und des Kehlkopfes, da beim Reden stets durch den Mund geatmet wird und dadurch das natürliche Staubfilter der Nase außer Funktion ist. Vielmehr zu be-

achten ist jedoch der in gewissen Gewerbebetrieben in großen Mengen anfallende Staub, demgegenüber der ganze Abwehrapparat der Atmungsorgane nicht mehr ausreicht, so daß Reste von Staub bis in die Lungenalveolen vordringen können. Von dort werden sie freilich durch Freßtätigkeit von Zellen in die Lymphgefäße der Lungen entfernt und in den Lymphdrüsen deponiert. Auf die Dauer werden aber auch diese Abfuhrwege überlastet, so daß die Staubpartikelchen in ihnen liegen bleiben und dieser natürliche Kanalisationsapparat in seiner Funktion gehindert wird. Das führt zu erhöhter Anfälligkeit der Lungen gegenüber Infektionskrankheiten, besonders Lungenentzündung oder besser zu einer herabgesetzten Heilungsbereitschaft bei dergleichen Prozessen. Man nennt diese Staublungenzustände Pneumonokoniosen. Es ist eine besondere Aufgabe der Gewerbehygiene, durch entsprechende Staubabsauganlagen an den Maschinen (Holzbearbeitung, Metallschleiferei, Gußputzerei, Zementindustrie, Müllerei, Tabakindustrie usw.) die Staubbeförderung der Arbeiterschaft auf ein Minimum zu reduzieren.

Eine besondere Rolle im organischen Staub spielen die Kleinlebewesen, die Bakterien, Hefe- und Schimmelpilze. Der größte Teil derselben ist ohne direkte Bedeutung für die menschliche Gesundheit. Hingegen können diese Keime organisches gär- und fäulnisfähiges Material, also Speisen, Speisereste und toten organischen Staub zersetzen und so wesentlich zur Luftverschlechterung beitragen. Die direkten Krankheitserreger unter den Bakterien sind glücklicherweise sehr selten und vermögen sich, da sie an die Bluttemperatur des Menschen angepaßt sind, in der Außenwelt nicht zu vermehren und nur begrenzte Zeit überhaupt lebend zu erhalten. Insbesondere sind sie empfindlich gegenüber Austrocknung, ganz besonders, wenn dieselbe unter der Einwirkung des diffusen, noch mehr des direkten Sonnenlichtes erfolgt. Die verbreitete Bazillenangst ist durchaus unberechtigt. Wir treffen Krankheitsbakterien nur in der engeren Umgebung von Infektionskranken an, um so spärlicher, je reinlicher dieselben sich verhalten bzw. gepflegt werden. Zu den Krankheitserregern, die sich am widerstandsfähigsten erwiesen haben, gehören vor allem die Tuberkelbazillen, dann hält sich das Virus gewisser Ausschlagskrankheiten, z. B. der Pocken, verhältnismäßig lange Zeit. Evtl. kämen noch die Eitererreger in Betracht. In Krankenhäusern, namentlich Infektionsspitalern, ist deshalb der Reinlichkeit der Böden und der Staubfreiheit der Luft besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Im übrigen aber ist, wie gesagt, die Ansteckungsgefahr durch infektiösen Staub lange Jahre bedeutend übertrieben worden. Abgesehen von der Tuberkulose, bei der in unreinlichem Milieu (Spucken auf den Boden) die Übertragung durch verstäubtes Sputum in Frage kommen kann, spielt der Staub als Ansteckungsweg im Vergleich zur sog. Tröpfcheninfektion oder gar zum direkten Kontakt nur eine untergeordnete Rolle. Groß ist die Gefahr einer Infektion durch Staub einzig bei Milzbrand, dessen Erreger sehr widerstandsfähige Sporen bilden. Milzbrand ist eine septische Infektionskrankheit der großen Haustiere Pferd, Rindvieh und Schafe im besonderen. Gefährdet sind Tierärzte, Metzger, dann aber

besonders Roßhaar- und Wollarbeiter, so daß bei industrieller Verarbeitung solcher Rohmaterialien besondere Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden müssen (staatliche Vorschriften z. T. nach internationaler Vereinbarung).

### b) Die Luft als Aufenthaltsmedium.

Der Mensch gehört zu den Warmblütern, d. h. seine Organe müssen, um richtig arbeiten zu können, dauernd auf ca. 37° gehalten werden. Aus der mit der Nahrung auf dem Blutwege zugeführten potentiellen Energie entsteht durch die Verbrennungsprozesse in den Organen (innere Atmung), deren spezifische Organenergie bzw. Organleistung (Muskel-tätigkeit als statische und dynamische Energie, Produktion spezifischer Drüsensekrete als chemische Energieleistung usw.); immer aber entsteht dabei zugleich Wärme, d. h. ein arbeitendes Organ erhitzt sich wie ein Verbrennungsmotor und wird durch das durchströmende Blut wie ein solcher durch das Kühlwasser abgekühlt. Das Blut bringt seinerseits die Wärme in jene Organe und Körperteile, die der Abkühlung ausgesetzt sind und sorgt so für eine gleichmäßige Verteilung der Wärme im Körper. Erhitzt sich der Gesamtkörper bei starker Muskelarbeit, ohne daß er den Wärmeüberschuß wieder leicht abgeben kann, so tritt Unbehagen, Kopfschmerz, Müdigkeitsgefühl ein; die Beschwerden können sich bis zum eigentlichen Hitzschlag steigern. Aber längst vor dieser bedrohlichen und glücklicherweise selten vorkommenden Lage bedeutet der sog. Wärmestau eine erhebliche Beeinträchtigung des Wohlbefindens und was besonders arbeitshygienisch von Bedeutung ist, der Arbeitsfähigkeit. Umgekehrt sucht der Körper bei übermäßigem Wärmeverlust vermehrte Wärme zu produzieren. Es tritt das Bedürfnis nach stärkerer Bewegung ein, ja gewisse Muskeln verfallen in regelmäßige Zuckungskrämpfe, das sog. Schlottern, wodurch für Ersatz für die verlorene Wärme gesorgt wird. Das eigentliche Organ der Wärmeregulation aber ist die Haut. Sie ist das Organ, das den Körper gegen die Außenluft abgrenzt. Unmittelbar unter der sog. Oberhaut verläuft ein dichtes Maschenwerk von feinsten Blutgefäßen, die sich auf Wärme- oder Kältemeldungen durch den Hauttemperatursinn, vermöge die Gefäße ringartig oder in der Längsrichtung umspinnender Muskelfäserchen reflektorisch erweitern oder zusammenziehen. Bei Erweiterung wird die Hautoberfläche stärker durchblutet und bietet dadurch dem Blut selber vermehrte Abkühlungsmöglichkeit. Umgekehrt wird bei der Drosselung des Hautkreislaufes das Blut in der Tiefe zurückgehalten und es spart der Organismus dadurch Wärme ein. Ein erhitzter Mensch sieht hochrot aus, ein frierender blaß. Durch entsprechende Hautpflege mit Kälte- und Wärmereizen kann dieses reflektorische Reagieren des Hautgefäßsystems weitgehend geübt werden, so daß der Mensch die Fähigkeit prompter Anpassung an wechselnde Außentemperaturen erlangt. Man nennt dies Abhärtung. Genügt dieser Mechanismus nicht mehr zur Entwärmung, so tritt ein zweiter Vorgang auf den Plan, die Schweißsekretion durch die in der ganzen Haut verteilten

Schweißdrüsen. Der Schweiß ist eine wäßrige Lösung, deren Zusammensetzung uns hier nicht weiter interessiert. Für die Entwärmung kommt lediglich die Verdunstung des Schweißwassers in Frage, die dem Körper ganz beträchtliche Wärmemengen entziehen kann. Freilich wirkt sich die Entwärmung durch den Schweiß erst aus, wenn das Wasser wirklich verdunsten kann. Die bloße Sekretion hat natürlich keine Entwärmungswirkung.

Die Notwendigkeit der Entwärmung des Körpers und die verschiedenen Bedingungen, unter denen sie vor sich geht, ist natürlich ihrerseits wieder abhängig von den Umweltsbedingungen, d. h. dem Zustand der umgebenden Atmosphäre. Hierbei kommen in Betracht: a) Temperatur, b) Luftbewegung, c) Luftfeuchtigkeit.

Daß die Wärmeabgabe abhängig ist von der Temperaturdifferenz von Körperoberfläche und umgebender Luft, versteht sich ohne weiteres. Viel zu wenig aber wird auf die erhebliche Bedeutung geachtet, die die Bewegung der Luft für die Entwärmung hat. Bei ruhender Luft bildet sich nämlich ein immer mehr sich erwärmender Luftmantel um den Körper. Die an ihm sich erwärmende Luft steigt nur langsam ihrer geringeren Schwere entsprechend nach oben, in ihrer Bewegung durch die unregelmäßige Oberflächengestaltung, namentlich des bekleideten Körpers behindert. So vermindert sich das Wärmegefälle des Körpers zu seiner unmittelbar angrenzenden Umgebung. Bei Luftbewegung aber erneuert sich die Luft dauernd um den Körper, so daß das ursprüngliche Wärmegefälle erhalten bleibt. Je nach der Schnelligkeit der bewegten Luft kann die Entwärmung bei gleicher Raumtemperatur das Vielfache derjenigen bei ruhender Luft betragen. Darauf beruht die angenehme Wirkung der sog. Fächerventilatoren, die, ohne die Luft zu erneuern, dieselbe in dauernder Bewegung halten und so den Aufenthalt in überwarmen Lokalen (Versammlungs- und Hörsäle, Bureaus im Sommer) oft erst erträglich gestalten. Der dritte Faktor endlich, die Luftfeuchtigkeit, wirkt sich in doppeltem Sinne aus. Feuchte Luft ist ein besserer Wärmeleiter als trockene. (Wir frieren im Winter bei äußerer Feuchtigkeit schon bei viel höheren Temperaturen, als in trockener Kälte.) Bei geringer Temperaturdifferenz, Körper-Umgebungsluft spielt diese bessere Leitfähigkeit keine verbessernde Rolle, ja, wenn die Außentemperatur gar über Körpertemperatur ansteigt, so verkehrt sich diese Wirkung in ihr Gegenteil. Umgekehrt aber gewinnt die trockene Luft mit steigender Temperatur ein größeres Sättigungsdefizit, d. h. ein größeres, sich rascher auswirkendes Aufnahmevermögen für das Schweißwasser der Körperoberfläche. Bei höheren Temperaturen also wird die geringere Möglichkeit der Wärmeabgabe vom Körper an die umgebende Luft durch Leitung überkompensiert durch die Verdunstungskälte des Schweißes. Je trockener die Luft, desto besser spielt dieser Mechanismus, je feuchter, desto weniger ausgiebig. So erklärt sich auch, daß wir trockene Hitze so viel besser ertragen als feuchte, schwüle Atmosphäre. Bei letzterer ist die Wärmeregulation des Körpers durch die Haut wesentlich erschwert und es stellen sich die Anzeichen des Wärmestaus, von denen oben die Rede war,

ein. Das Unbehagen, das viele empfindliche Leute in überfüllten Lokalen befällt, wird von Flügge und seiner Schule mit Recht auf diesen Wärmestau zurückgeführt, zu welchem sich noch die unangenehme Empfindung schlechter Gerüche zugesellt. Erinnern wir uns dessen, was im Abschnitt über die Luft als Atmungsmedium gesagt wurde, so sehen wir, daß nicht Mangel an Sauerstoff oder Ansammlung von Kohlensäure, sondern Steigerung der Luftfeuchtigkeit und Ansammlung schlechter Gerüche die gesundheitlich maßgebenden Faktoren der Luftverschlechterung darstellen. Wesentlich für das Wohlbefinden der Menschen in geschlossenen Räumen ist günstige Entwärmungsfähigkeit, das muß immer wieder betont werden. Bisher begnügte man sich zumeist mit Temperaturkontrolle mittels Thermometer, höchstens daß sich dazu noch die Feuchtigkeitsmessung mittels Hygrometern gesellte. Der wichtige Faktor der Luftbewegung wurde aber immer völlig vernachlässigt.

In neuerer Zeit nun haben wir im Katathermometer von Leonhard Hill ein Instrument, das uns unmittelbar die Entwärmungsfähigkeit der Luft unter gegebenen Verhältnissen zu bestimmen ermöglicht. Das Katathermometer ist ein Alkoholthermometer von bestimmtem Wärmehalt. Man erhitzt es auf über  $38^{\circ}$  und mißt die Zeit, innert welcher es sich im zu untersuchenden Raum von  $38^{\circ}$  auf  $35^{\circ}$  C abkühlt, also einer Spanne von je  $1,5^{\circ}$  ober- und unterhalb der Oberflächentemperatur des menschlichen Körpers. Beträgt z. B. die bei einem geeichten Instrument gemessene Menge von Millikalorien, die innert dieses Temperaturabfalles von der Oberflächeneinheit abgegeben wird, 500, so dividiert man diese Zahl mit der Anzahl von Sekunden, die zur Abkühlung notwendig waren. Man nennt diese Größe den Kataindex oder die Abkühlungsgröße einer Atmosphäre. Zahlreiche Messungen haben nun ergeben, daß die Zone des Wohlbefindens (comfort-zone der Amerikaner) zwischen 4 und 6 liegt. Größen unterhalb 4 bekunden einen Zustand der Atmosphäre, der Wärmestau zur Folge hat, Größen über 6 deuten auf zu starke Abkühlung hin. Bei gleichbleibender Temperatur steigt der Kataindex mit wachsender Windbewegung, und zwar in mathematischer Funktion. Die Ausschläge des Instrumentes haben sich so fein erwiesen, daß es an Empfindlichkeit die gebräuchlichen Anemometer übertrifft. Überzieht man die Thermometerkugel des Katathermometers mit feuchtem Leinwandstoff, so addiert sich zu den Abkühlungsfaktoren noch die Verdunstungskälte. Man erhält dann den sog. feuchten Kataindex und kann aus dessen Größe ersehen, welche große Rolle die Luftfeuchtigkeit bei der Entwärmung spielt und wie gerade hier die Luftbewegung sich potenzierend auswirkt, indem z. B. der trockene Kataindex bei einer Zimmertemperatur von  $18^{\circ}$  und einer relativen Feuchtigkeit von ca. 50% in ruhender Luft im Vergleich zum feuchten Kataindex der gleichen, aber stark bewegten Luft wie 1:6 verhält. Für genauere Ausführungen über das Katathermometer sei auf Weiß<sup>1</sup> verwiesen. Handelt es sich darum,

<sup>1</sup> Dissertation: Zürich 1920. — Archiv f. Hygiene, Bd. 96.

die Entwärmungsverhältnisse in einem Raum über längere Zeit zu verfolgen, so eignet sich für derartige Versuche das Davoser Frigoriometer von Dorno und Thilenius<sup>1</sup>. Dieses Instrument, das nach dem gleichen Prinzip wie das Hillsche Katathermometer arbeitet, ist eine Kupferkugel von bekanntem Wärmehalt, die durch einen elektrischen Strom auf 38° aufgewärmt wird, der bei dieser Temperatur automatisch ausschaltet, um bei Abkühlung unter 36° wieder einzuschalten. Dieser Heizstrom setzt gleichzeitig ein Uhrwerk in Gang. Aus dem Verhältnis der Expositionszeit des Instrumentes zur Dauer des Ganges der Uhr ergibt sich in einfachster Weise die Abkühlungsgröße der betreffenden Raumluft. Die beiden Instrumente sind berufen, an Stelle der Kombination von Thermometer, Hygrometer und Anemometer zu treten und geben dem Ventilations- und Heizungsfachmann die Möglichkeit, in äußerst einfacher Weise die Luftverhältnisse in bezug auf Aufenthaltsklima, als Entwärmungsmilieu zu kontrollieren, da es für das Wohlbefinden der Rauminsassen in erster Linie auf die Temperaturverhältnisse und erst in zweiter Linie auf die chemische Qualifikation der Raumluft ankommt.

## 2. Die hygienische Beurteilung der Lüftung.

Die Luft in geschlossenen Räumen unterscheidet sich von der freien Atmosphäre zunächst dadurch, daß sie meist völlig in Ruhe stagniert oder doch nur wenig bewegt ist, daß sie mit der Raumbegrenzung und dem Rauminhalt ins Wärmegleichgewicht kommt und Stoffe als Gase, Dämpfe oder als Staub in sich aufnimmt. Inwieweit ihre elektrischen Ladungsverhältnisse und ihre Ionisierung von derjenigen der Außenluft abweichen, ist erst Gegenstand der neueren Forschung. Wie weit sich diese Verhältnisse physiologisch-hygienisch auswirken, ist noch völlig ungeklärt, und wir dürfen von dieser Klimatologie des geschlossenen Raumes noch interessante und wertvolle Erkenntnisse erwarten.

Wegen des Vorhandenseins dauernder Quellen von Verunreinigung in den Räumen, seien es Menschen, Tiere oder Maschinen usw. wird es notwendig, die Luft zu erneuern, und wo die natürliche Erneuerung durch Undichtigkeiten der Umgrenzung, durch Fenster und Türen nicht ausreicht, hat die künstliche Ventilation einzusetzen. Es handelt sich dabei darum, entweder die schlechte Luft zu entfernen oder frische Luft zuzuführen oder endlich Absaugung und Frischluftzufuhr miteinander zu kombinieren.

Die Absaugung oder Aspirationsventilation kommt überall da in Frage, wo man es mit stärkerer Verunreinigung der Luft zu tun hat und vor allem, wo man die Quellen der Verunreinigung unmittelbar erfassen kann. So wird man in Aborten und Küchen stets an Absaugung denken, in letzteren wird man nicht nur an die Luftverschlechterung durch Kochgerüche oder durch dampfende Kochkessel denken, sondern

<sup>1</sup> Schweiz. Z. Gesdh.pfl., Bd. 7; s. auch v. Vintschger: Schweiz. Z. Gesdh.pfl., Bd. 8, H. 4.

vor allem beachten müssen, daß durch den Verbrennungsprozeß selber erhebliche Mengen von Verbrennungsgasen entstehen. Auch wenn dieselben nicht unmittelbar durch den Geruch bemerkbar werden, wie z. B. bei Gasherden, wo durch Verbrennung von Leuchtgas lediglich Kohlensäure und Wasserdampf entstehen, so genügt doch gerade die Menge des entstehenden Wasserdampfes (1 kg pro Kubikmeter verbrannten Leucht-gases!), um solche Gasküchen unerträglich feucht und damit erkältend zu machen. Dazu gesellt sich die Durchfeuchtung der ganzen Wohnung, wenn durch offene Türen Kommunikation hergestellt wird. Je größer der Gasherd (Anstaltsküchen!), um so notwendiger ist es, die Küche durch besondere Absaugventilation zu entlüften, wobei über dem Herd angebrachte Dunsthauben dem Dampf unmittelbar den Weg weisen und ihn sich nicht erst im ganzen Raum verbreiten lassen. Diese Verhältnisse leiten uns über zu den gewerblichen Betrieben, wo man seit langem über dampfenden Kesseln und Bottichen Dunsthauben mit Aspiration anbringt, oder zu den Staubabsauganlagen in industriellen Betrieben, ferner zu den eigentlichen Schutzkapellen der chemischen Laboratorien und Fabrikationsräume, in denen direkt giftige Gase durch Absaugung von der übrigen Raumluft ferngehalten werden. Bei der Aspirationsventilation ist daran zu denken, daß durch das Absaugen der Luft in dem betreffenden Raum ein Unterdruck entsteht, der durch Zuströmen der Luft der Umgebung durch die gegebenen baulichen Undichtigkeiten ausgeglichen wird. Da kann es vorkommen, daß die Ersatzluft nicht aus dem Freien, sondern aus einem benachbarten Raum angesaugt wird, eine Luft, die unter Umständen (Aborte) nichts weniger als einwandfrei ist. Strömt die Ersatzluft von außen durch Tür- und Fensterfugen ein, so können sich im Winter erhebliche Belästigungen durch Zuglufterscheinungen bemerkbar machen, wenn der Unterdruck durch intensive Abluftaspiration groß wird. In solchen Fällen (Arbeits-säle in Hadernsortierbetrieben, Holzbearbeitung u. dgl.) wird man gut-tun, die Aspiration mit einer Zuluftventilation, wenigstens im Winter, zu kombinieren, durch die der Unterdruck durch Zufuhr vorgewärmter Luft ausgeglichen wird. Räume und Versammlungslokale mit allge-meiner, gleichmäßiger Luftverschlechterung, wie z. B. Restaurations-räume, Konzertsäle, in denen geraucht wird u. dgl., mittels Aspiration allein ventilieren zu wollen, ist ein Kunstfehler, da man in diesen Fällen die Verunreinigung der Luft doch nicht am Orte ihrer Entstehung ab-fangen kann. Hier wird man zugleich Wert auf Zufuhr reiner vor-gewärmter Luft zu legen haben.

Zuluftventilation oder Pulsion, evtl. in Verbindung mit Aspi-ration, kommt überall da in Frage, wo das Wohlbefinden der Raum-insassen weniger durch eine geruchliche oder andere Veränderung der Luft zuungunsten der Atmungsorgane sich geltend macht, als wo vielmehr die richtige Entwärmung in Frage kommt und Zug ver-mieden werden muß, sei es in Arbeitssälen, wo die Menschen durch ihre Betätigung selber ihre dabei gebildete Überschußwärme leicht loswerden sollten, seien es Schul-, Versammlungs-, Konzert-, Kino- und andere Vor-führungsräume, wo viele Menschen in relativ engem Raume versammelt

sind, jeder eine Wärme- und Feuchtigkeitsquelle für sich und wo alle zusammen dazu beitragen, daß die Atmosphäre „schwül“ wird.

Eine Verbesserung der Aufenthaltsbedingungen wird häufig schon durch bloßes in Bewegungsetzen der Luft erreicht (sog. Fächerventilation) was z. B. im Hochsommer oder in den Tropen durchgeführt wird, wenn die Luft im übrigen qualitativ einwandfrei ist. Meistens aber gesellt sich dazu doch die Notwendigkeit einer Erneuerung der Luft. Die Verschlechterung der Raumluft durch Anwesenheit vieler Menschen geht im wesentlichen in der Richtung einer Temperaturerhöhung und einer Zunahme der Feuchtigkeit, da ja jeder Mensch einen Ofen von 37° darstellt und dabei mit der Ausatmung mit jedem Atemzug mindestens  $\frac{1}{2}$  l feuchtigkeitssatter Luft von gleicher Temperatur abgibt. Dadurch entsteht eine für die Entwärmung der Rauminssassen immer ungünstigere, eine schwüle Atmosphäre. Diese Luft muß ersetzt werden durch eine solche, die wieder günstige Entwärmungsverhältnisse schafft und die zugleich für die Atmung optimale Eigenschaften haben soll, also trockener wie die Raumluft und zugleich rein von geruchlichen wie namentlich von Staubbeimengungen zu sein hat. Führen wir solche Luft durch Pulsion ein, so entsteht im Raum Überdruck und die „verbrauchte“ Luft wird entweder durch die natürlichen Undichtigkeiten der Umgrenzungsflächen oder durch besondere Abluftschächte, evtl. unterstützt durch aktive Absaugung entweichen. Eine richtig durchkonstruierte Pulsionsventilation hat zunächst dafür zu sorgen, daß die Frischluft richtig ausgewählt, die Entnahmestelle also dahin verlegt wird, wo möglichst wenig Verunreinigungen, also Straßenstaub, Rauch evtl. Abluft des Gebäudes selber hingelangen können. Wie der Organismus seine Atmungswege mit Reinigungs- und Vorwärmeapparaten ausstattet, so soll auch für die „Atmungswege des Gebäudes“ eine solche Vorbehandlung der Frischluft eintreten, also Staubbeseitigung durch Filter, Regenduschen od. dgl. (s. folgende Abschnitte) und Vorwärmung, oder Abkühlung (am besten durch Regenduschen), damit die Luft in der richtigen Temperatur am Orte ihrer Bestimmung, also im zu belüftenden Raum anlange. Übrigens kann man, um namentlich im Winter zu große Wärmeverluste zu vermeiden, bei im übrigen nicht zu starker qualitativer Veränderung der Raumluft dieselbe dem Raume entnehmen und durch die erwähnten Reinigungsapparaturen passieren lassen, wobei unter Umständen zweckmäßig eine Ozonisierung behufs Entgeruchung stattfindet<sup>1</sup>, und sie so gereinigt dem Raume wieder zuführen, sog. Umluftventilation. Besonders wichtig aber ist bei der Pulsionsventilation die richtige Einführung in den Raum, damit eine gleichmäßige Durchspülung unter Vermeidung jeglicher Zegerscheinungen gewährleistet ist. Da die verbrauchte, feuchte, warme Luft leichter ist und sich demgemäß an der Decke ansammelt, ist es theoretisch zweckmäßig, die Durchlüftung von unten nach oben vor sich gehen zu lassen, wobei freilich darauf zu achten ist, daß nicht der Staub des Fußbodens aufgewirbelt und nach oben mitgeführt werde. Einführung in fein ver-

<sup>1</sup> Franklin: Gesundheitsing. 1914.

teiltem Zustand über Kopfhöhe vermeidet Zugerscheinungen am besten. Art und Ort der Zuführung muß von Fall zu Fall nach den örtlichen Bedingungen entschieden werden. Was die Menge der zuzuführenden Luft anbetrifft, so hat man sich früher zunächst an die Faustregel gehalten, daß der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der Luft nie über  $1\text{‰}$  steigen sollte — weil angeblich damit zugleich die übrigen, hygienisch einzig in Betracht fallenden Verunreinigungen, Feuchtigkeit und Gerüche ihren oberen Wert erreichen.

Der Mensch produziert in der Stunde  $20\text{ l CO}_2$ , das würde  $20\text{ m}^3$  Luft entsprechen, da aber die Außenluft bereits  $0,3\text{‰ CO}_2$  enthält, so erhöht sich der stündliche Bedarf auf  $30\text{ m}^3$  (also  $10\text{ l}$  bereits vorhandene  $\text{CO}_2$ , die der Mensch mit seinen  $20\text{ l}$  Atmungs- $\text{CO}_2$  auf  $30$  auffüllen kann).

Rechnen wir mit einem Kubus je Person im Raum von  $10\text{ cbm}$ , so müßte die Luft in diesem Raum  $3\text{ mal}$  erneuert werden. Nun hat sich aber in der Praxis gezeigt, daß eine Menge von  $20\text{ m}^3$  pro Person und Stunde in Versammlungsräumen, Kinos u. dgl. durchaus genügt. Sowie der Mensch sich bewegt, steigt sein Luftbedarf bzw. seine Kohlensäure- und Wasserdampfabgabe und vor allem seine Wärmeproduktion. Damit steigt automatisch auch die zu fordernde Ventilationsgröße; dazu kommt, daß sich zu den vom Menschen selber abhängigen Faktoren noch die Luftveränderungen durch verschiedenartigen Arbeitsbetrieb oder andere Verunreinigungsquellen (Küchen, Waschküchen, Lokale, in denen geraucht wird) zugesellen, so daß von einer einheitlichen quantitativen Forderung nicht die Rede sein kann. Es sei aber hier nochmals ausdrücklich betont, daß in vielen Fällen die Entwärmungsfähigkeit der Raumluft im Vordergrund des Interesses zu stehen hat. Genauere Daten über den Ventilationsbedarf unter verschiedenen Bedingungen finden sich in dem von Herrn Hottinger bearbeiteten Teil dieses Buches.

Wo die Menschen aus technologischen Gründen gezwungen sind, in maximal feuchter Atmosphäre zu arbeiten (Spinnereien, Tabaksortiersälen usw.), da können wir für sie durch entsprechende Bewegung der Raumluft durch Fächer oder der Zuluft durch häufigeren Luftwechsel den Aufenthalt hygienisch günstiger gestalten.

Wo umgekehrt durch den Arbeitsprozeß reichlich Wasserdampf entsteht, der sich im Lokal selber zu Nebel verdichtet und den Raum mit den in ihm enthaltenen Maschinen, Bottichen usw. unübersichtlich, den Boden durch Nässe schlüpfrig und damit die Arbeit unfallgefährlich macht, da wird künstlich erwärmte Luft von hohem Sättigungsdefizit über die Stellen stärkster Dampfbildung geblasen und dieselbe, nachdem sie den Wasserdampf aufgenommen hat, am entsprechenden Orte wieder ins Freie ausgeblasen. Diese Entnebelungsanlagen, die besonders in Färbereien, Waschanstalten, Schweineschlächtereien usw. notwendig sind, haben in erster Linie arbeitstechnische Bedeutung. Hygienisch wirken sie sich insofern aus, als sie die oben angedeutete Unfallgefahr wesentlich herabsetzen.

## B. Heizung.

### 1. Physiologischer Sinn der Heizung als Erleichterung des Wärmehaushaltes.

Der physiologische Sinn der Heizung ist Einsparung im Wärmehaushalt des menschlichen Körpers. Wie in den Ausführungen über die Wärmeregulation des Körpers dargetan wurde, gibt der Körper Wärme an die Umgebung ab, solange diese kälter wie seine Oberfläche bzw. seine Bluttemperatur ist. Dabei vermag der Organismus weitgehenden Schwankungen der Außentemperatur sich anzupassen, um so mehr, je besser seine Hautgefäße geübt sind. Erreicht die Differenz aber eine bestimmte Grenze, so müssen künstliche Maßnahmen getroffen werden. Entweder wird der Körper in wärmeschützende Stoffe gehüllt, d. h. der Wärmeverlust wird durch Kleidung verringert, oder bzw. gleichzeitig wird die Temperatur des Aufenthaltsmediums erhöht, d. h. die Differenz Außenlufttemperatur—Körpertemperatur verringert. Bei den im Freien lebenden Lebewesen finden wir noch eine andere Form der Wärmeeinsparung, das ist die direkte Aufnahme von Wärme von außen durch Strahlung. Die Wärmestrahlen werden von der Körperoberfläche absorbiert, ja die kurzwelligen Wärmestrahlen der Sonne haben sogar ein recht beträchtliches Eindringungsvermögen in tiefer unter der Haut liegende Gewebepartien. So erklärt sich denn auch die zunächst unerwartete Tatsache, daß der nackte Körper im Winter bei kalter Außenluft in der Sonne doch mit Leichtigkeit sein Wärmegleichgewicht erhalten kann. Man erinnere sich nur der Sonnenkuren der chirurgischen Tuberkulosepatienten im Winter in den Gebirgsstationen, wo die Heilstätteninsassen mitten im Winter nackt an der Sonne liegen, ja, in vorgerückterem Rekonvaleszenzstadium in diesem Zustand sogar schlitteln und Schneeschuh laufen. Jedermann kann sich selber leicht von dieser intensiven Strahlungswirkung überzeugen, wenn er im Sonnenbad seine Haut berührt, die sich dann direkt heiß anfühlt. So ist denn die Ausnützung der strahlenden Wärme in kalter Umgebung die eigentlich physiologische Form der Erleichterung des Wärmehaushaltes, und es ist ohne weiteres verständlich, daß die Erwärmung am Lagerfeuer oder am Herd- bzw. Kaminfeuer die erste Form der Heizung ist, die der Mensch verwendete, und noch heute in vielen Ländern, wo die klimatischen Bedingungen mildere sind, die einzige Form der Heizung darstellt.

Wir wollen im folgenden die Anforderungen besprechen, welche die Hygiene an die Raumheizung zu stellen hat.

### 2. Die hygienischen Anforderungen an die Heizung und Kritik der bestehenden Systeme.

#### a) Strahlung.

Nach dem voraus Gesagten soll jedes Heizsystem die Strahlung in erster Linie mit berücksichtigen. Dabei haben wir uns daran zu erinnern, daß die Strahlungsintensität einerseits abhängig ist von der

Oberflächentemperatur der Wärmequelle, andererseits vom Quadrate der Entfernung des bestrahlten Körpers von derselben. Eine zu große Strahlungsintensität ist uns unangenehm, weil sie einmal auf der bestrahlten Körperseite auf der unbedeckten Haut, namentlich des Gesichtes, ein störendes Hitzgefühl hervorruft, dann aber auch deswegen, weil die Differenz Wärmeanfall — Wärme-Schattenseite die Wärmeregulation durch Hautdurchblutung, die sich normalerweise möglichst gleichmäßig auswirkt, beeinträchtigt. Wir halten uns deshalb in respektvoller Entfernung von zu intensiven Wärmestrahlungsquellen (Herd- oder Kaminfeuer) oder dann schützen wir uns vor den Strahlen durch Anbringung von Schirmwänden oder Ummantelungen der strahlenden Oberflächen. Diese mißliebig empfundene zu intensive Strahlungswärme hat dazu geführt, daß man vielerorts die Strahlung überhaupt auszuschalten suchte, beispielsweise durch Verkleidung auch der angenehm wärmenden Heizkörper der Warmwasser-Zentralheizungen, und daß man damit sozusagen das Kind mit dem Bade ausschüttete. Solche Verkleidungen lassen sich nach dem Gesagten in keiner Weise rechtfertigen, es sei denn mit ästhetischen Gründen. Sie sind überdies unwirtschaftlich, da ja die vom Heizkörper ausgehenden Strahlen auch zur Erwärmung sämtlicher von ihnen getroffenen Gegenstände und Wände beitragen, während sie, in eine Verkleidung eingeschlossen, nur die Umwandlung des engen Nischenraumes übermäßig erwärmen und für die Gesamtheizwirkung großenteils verlorengehen.

Eine Einschalung bzw. Abschirmung rechtfertigt sich vom hygienischen Standpunkt aus nur bei Heizkörpern von höherer Temperatur wie 70<sup>o</sup>, also eisernen Öfen oder Heizkörpern von Dampfheizungen.

In neuester Zeit findet die Erwärmung durch Strahlung weitgehende Anwendung in Form der elektrischen Strahleröfen. Auch bei gewissen Modellen von Gasöfen wird die strahlende Flammenwärme durch parabolisch geformte Reflexflächen zur Verteilung im Raum ausgenützt. Ja, in den neuesten Modellen nach Ing. Meier, Winterthur, bringt das von Roll'sche Eisenwerk Clus Warmwasserheizkörpermodelle auf den Markt, die in der Hauptsache auf Strahlungswirkung berechnet sind und in ornamentaler Ausstattung von den üblichen Lamellenkörpern abweichend sich sehr gut für Repräsentationsräume eignen.

### **b) Anforderungen an die Raumtemperatur und deren vertikale Verteilung.**

Die Anforderungen an die Raumtemperatur richten sich nach dem Körperzustand der Rauminnsassen. Der menschliche Körper produziert dauernd durch seine innere Verbrennung Wärme, um so mehr, je mehr Arbeit seine Organe, insbesondere die Muskeln leisten. Wir haben davon schon im ersten Kapitel, Abschnitt b, gesprochen. Daraus ergibt sich, daß der ruhende Mensch bzw. der Mensch, der keine oder nur wenig muskuläre Arbeit leistet, in kühler Umgebung rascher den Punkt erreicht, wo seine Wärmeabgabe die Wärmeproduktion übertrifft, wie

derjenige, der angestrengt muskulär tätig ist. Ebenso wird der unbedeckte Mensch mehr Wärme verlieren, wie der durch Kleidung isolierte. Daraus leitet sich von selbst ab, wie die einzelnen Räume temperiert werden sollen, und zwar schwanken die zu verlangenden Raumtemperaturen zwischen ca. 12 und 25°. Das Nähere ist aus den folgenden Ausführungen von Hottinger zu ersehen.

Für unser Wohlbefinden ist weiter wichtig, daß die Temperatur im Raum möglichst gleichmäßig verteilt sei. „Warme Füße, kühler Kopf“ ist mit Recht das Losungswort; und so wäre eigentlich auf den ersten Blick die Fußbodenheizung der alten Römer das Ideal. Dessen Erfüllung steht aber in unseren Breiten im Wege, daß der Boden, um die notwendige Wärme für den Raum abzugeben, auf zu hohe Temperaturen gebracht werden müßte, was seinerseits unangenehme Sensationen auslöst. Für sich allein genügt Fußbodenheizung nicht, da der Boden nicht über 16—20° Oberflächentemperatur haben sollte, will man schädliche Wirkungen auf die Füße vermeiden. Fußbodenheizung, so angenehm sie sich auswirkt, muß daher bei tieferen Außentemperaturen stets durch andere Formen von Wärmezufuhr ergänzt werden.

Die vertikale Verteilung der Temperaturen in einem Raume ist keineswegs eine gleichmäßige. Wegen ihres leichteren spezifischen Gewichtes sammelt sich die warme Luft an der Decke an und je nach der Aufstellung der Wärmequellen kann die Differenz Boden- zu Deckentemperatur eine ganz beträchtliche sein, besonders bei hohen Räumen. Die Luft erwärmt sich an den heizenden Oberflächen und steigt nach der Decke, indem gleichzeitig kühle Luft von unten nachströmt. Die warme Luft gibt ihre Wärme an Wände und Decke ab und sinkt langsam wieder ab, auf diese Weise einen gewissen Kreislauf vollführend. Je ungehinderter diese Luftbewegung ist, ganz besonders, je ungehinderter die Luft an den Heizflächen aufsteigen kann, um so besser wird die Verteilung im Raum. Dem steht aber die oft außerordentlich unebene Gestaltung der Ofenoberfläche an Kachelöfen, die Ausbildung von überragenden Gesimsen u. dgl. entgegen. Ganz besonders unzweckmäßig ist die Anbringung von Zentralheizkörpern unter Fenstersimsen, sofern die kalte Fensterluft nicht durch besondere Öffnungen in denselben dem Heizkörper zugeleitet wird. Die Gesimse stellen auch für die vom Heizkörper aufsteigende Warmluft ein Hindernis dar. Zum mindesten sollten dann in den Sims perforierte Blechplatten mit genügend weiten Öffnungen angebracht werden. Sind aber die Heizkörper gar noch verkleidet, so verfängt sich die Wärme in der Nische und geht ihrem Zweck teilweise verloren. Die günstigste Wärmeverteilung erreichen wir bei Aufstellung der Heizkörper in den Fensternischen, da dann die kalte Außenluft, die durch die Undichtigkeiten der Fensterumrahmung eintritt, gleich von der warmen Fläche abgefangen wird und nicht erst den Boden entlang zu dem an der Innenwand aufgestellten Ofen zu streichen braucht. Die Warmluft hat nur einen Teil ihrer Wärme an Decken und Wände abgegeben, wenn sie, abgekühlt zu Boden sinkend, ihren Weg wieder nach dem Heizkörper von innen her findet. Bei dieser richtigen Aufstellung

nimmt also die Luft den Weg: Fenster, Heizkörper, Decke, Innenwand, Boden, Heizkörper. Bei Aufstellung der Wärmequelle an einer Innenwand ist der Weg umgekehrt: Ofen, Decke, Außenwand, dort Zusatz der kalten Fensterluft, Boden, Ofen. Es ist nach dem Gesagten leicht zu verstehen, daß Bewohner zentral geheizter Parterrewohnungen bei richtiger, d. h. Außenaufstellung der Heizkörper, seltener über Fußkälte klagen, wie solche in mit Öfen oder Innenaufstellung von Zentralheizkörpern beheizten Parterrewohnungen.

### c) Regulierbarkeit.

Um stets eine gleichmäßige Raumtemperatur zu haben, ist es unter Klimabedingungen, die häufige und größere Schwankungen der Außentemperatur mit sich bringen, notwendig, daß sich die Wärmeabgabe der Heizung leicht den wechselnden Anforderungen anpaßt, mit andern Worten, daß sie leicht regulierbar sei. Die alten mit Holz oder Kohle geheizten Kachelöfen mit ihrem großen Speicherungsvermögen können diese Forderung nicht erfüllen und eignen sich daher nur für Gegenden mit gleichmäßiger, tiefer Außentemperatur im Winter (nordische und Gebirgsländer). Ebensovienig genügen die einfachen eisernen Kohlenöfen, die rasch eine hohe Temperatur erzeugen, aber nach dem Erlöschen ebenso rasch wieder erkalten. Ebenso liegt es in der Natur des Systems, daß Dampfheizungen nur sehr bedingt durch Drosselungsvorrichtungen in ihrer Wärmeabgabe regulierbar sind. Auf der anderen Seite sind die modernen Regulier-Füllöfen, die Gas- und elektrischen Öfen und vor allem die Warmwasserheizung allen Anforderungen an prompte Regulierung ohne weiteres gewachsen.

Es ist hier auch der Ort, auf die Frage einzugehen, ob der Vorwurf, den man der Zentralheizung macht, sie verweichliche die Bewohner dadurch, daß sie stets sämtliche Räume, Nebenräume (Aborte und Korridore) gleichmäßig warm hält, berechtigt ist. Ich persönlich kann dieser Meinung durchaus nicht beipflichten. Die Menschen haben im Gegenteil in einer zentral geheizten Wohnung viel mehr Gelegenheit, sich durch Luftbade- und Waschprozeduren im gut durchwärmten Badezimmer systematisch abzuhärten, als in den ofenbeheizten Wohnungen alten Stils. In jenen besteht vielmehr eine viel größere Gefahr, sich zu erkälten beim plötzlichen Übergang aus einem geheizten Raum in einen kalten Korridor oder beispielsweise nachts beim Aufsuchen des W. C. In den gut durchwärmten Wohnräumen pflegt man sich durch entsprechende Kleidung der Raumtemperatur anzupassen, einer Kleidung, die keineswegs genügenden Wärmeschutz bietet, wenn man plötzlich in weit kältere Umgebung tritt. Bewohner zentral beheizter Wohnungen aber brauchen sich erst beim Ausgang ins Freie durch entsprechende Überkleidung vorzusehen.

Was endlich noch die Heizung des Schlafzimmers anbetrifft, so ist zu sagen, daß gut abgehärtete Personen sicherlich ohne Schaden bei weit geöffnetem Fenster auch im Winter schlafen können. Es ist dies aber durchaus nicht aus ventilatorischen Überlegungen notwendig, da

in einem auch nur mäßig temperierten Schlafraum schon eine geringe Öffnung des Fensters bei kalter Außentemperatur einen genügenden Luftaustausch gewährleistet. Umgekehrt aber besteht für Leute mit unruhigem Schlaf, die sich dabei leicht abdecken, denn doch in völlig ausgekühltem Schlafraum eine nicht unerhebliche Erkältungsgefahr.

#### d) Die Frage der künstlichen Befeuchtung.

Die relative Feuchtigkeit der beheizten Raumluft spielt für die Wärmeregulation des Körpers gar keine Rolle. Man begründet die Notwendigkeit von künstlicher Luftbefeuchtung denn auch nur mit der Austrocknung, welche die Schleimhäute der Atmungsorgane durch die Luft kontinuierlich beheizter Räume erfahren sollen. Wir haben aber im ersten Kapitel über die Beziehungen von Luft und Organismus nachgewiesen, daß es hierbei einzig und allein auf das physiologische Sättigungsdefizit, das die Luft beim Passieren der Atmungsorgane und der damit verbundenen Erwärmung auf Bluttemperatur erwirbt, ankommt, und daß dieses physiologische Sättigungsdefizit, praktisch gesprochen Austrocknungsvermögen, einer kalten, winterlichen Außenluft weit höher ist oder doch sein kann als dasjenige einer geheizten Raumluft. Es fällt aber niemandem ein, sich über „trockene Luft“ im Freien im Winter zu beklagen. Wir wiesen ferner darauf hin, daß dieses Austrocknungsgefühl in geheizten geschlossenen Räumen nur indirekt mit der Trockenheit im physikalischen Sinn zusammenhängt, nämlich in der Weise, daß die Austrocknung durch die Zimmerluft sich auf alles fein verteilte Material, insbesondere von der Straße hereingebrachten Straßenschmutz, Abnutzung von Vorhängen, Teppichen, Möbelbezügen, Asche, erstreckt, das dadurch leicht und flugfähig, also Staub wird. Diese Staubpartikel setzen sich auf die Schleimhäute und reizen sie, erzeugen das Gefühl der „Trockenheit“. Dazu mögen sich noch gewisse brenzlich riechende Produkte trockener Destillation von organischem Staub auf heißen Heizkörperoberflächen (Dampfheizung!) gesellen. Wir wiederholen deshalb, daß es weit zweckmäßiger ist, durch Reinhaltung des Raumes und Verminderung der Staubbildungsgelegenheit in der Raumausstattung (Bodenbelag!) sowie durch besonderes Achten auf Reinhaltung der Heizkörperoberflächen diese „Trockenheit“ zu bekämpfen als durch künstliche Befeuchtung. Es wird häufig darauf hingewiesen, daß Zimmerpflanzen in kontinuierlich beheizten Räumen schlecht gedeihen, ja sogar leicht zugrunde gehen, und daß das, was für die Pflanzen schädlich sei, auch den Menschen gefährde. Das ist aber eine mehr gefühlsmäßige, wie kritisch wissenschaftliche Überlegung. Denn erstens gibt es sehr verschiedenerlei Arten, auch unter den Zimmerpflanzen, in bezug auf Feuchtigkeitsbedarf, man denke nur an die Palmen und Kakteen. Ferner bieten sie im Vergleich zum menschlichen Körper eine verhältnismäßig weit größere Verdunstungsfläche. Wenn man ihnen übrigens ihrem Bedarf entsprechend genügend Wasser gibt, so wird das durch Verdunstung verlorene Wasser ersetzt werden können. Hingegen leiden die Pflanzen, wie der Mensch, unter dem Staub und es ist deshalb nötig,

daß man ihre Blätter von Zeit zu Zeit abwäscht bzw. die Pflanzen dem Regen aussetzt, um die Blattoberflächen und die in ihnen enthaltenen atmenden Spaltöffnungen vom verstopfenden Staub zu befreien. Ein vorurteilsloser Beobachter wird deshalb zum Schluß kommen, daß es weniger von der Feuchtigkeit des Rauminhaltes, als von der Sorgfalt der Pflege abhängt, ob die Pflanzen gedeihen. Endlich ist zu sagen, daß die auf den Zentralheizkörpern aufgestellten Befeuchtungsapparate den an diesen aufsteigenden Luftstrom und damit die Wärmeverteilung im Raum behindern. Dazu kommt, daß die wirkliche Erhöhung der Luftfeuchtigkeit durch diese Apparate sich nur in ganz bescheidenen Grenzen halten kann, abgesehen davon, daß sie unserer Erfahrung nach in den meisten Fällen auf die Dauer gar nicht bedient werden und nur Ablagerungsstätten von Staub und allem möglichen Unrat, Obstkernen, Kerngehäusen, Zigarrenstummeln u. dgl. werden. Etwas anderes ist es, wenn darüber geklagt wird, daß in trockener Luft Täfelung und Möbel schwinden und rissig werden. Das ist aber keine hygienische Frage — und dem ist entgegenzuhalten, daß zur Herstellung jener Gegenstände eben nur gut ausgetrocknetes Holz verwendet werden sollte.

### e) Intermittierende und kontinuierliche Heizung.

Die Frage, ob intermittierende oder kontinuierliche Heizung vorzuziehen sei, ist im Grunde weit mehr eine wärmewirtschaftliche als eine hygienische. Wärmewirtschaftlich ist zu bedenken, daß es bei der Heizung nicht auf eine Temperaturerhöhung der Raumluft allein ankommt, sondern vielmehr auf die Aufwärmung von Umfassungswänden, Boden und Decke, sowie auf diejenige der im Raum befindlichen Gegenstände. Bei intermittierender Heizung muß der Wärmeverlust dieser Wärmespeicher in kurzer Zeit, also durch Hochheizung, wieder ausgeglichen werden, während bei kontinuierlicher Heizung die Wärmezufuhr eine dauernd gleichmäßige sein wird. Im Grunde kommt es also wärmewirtschaftlich auf den fast gleichen Kalorienbedarf hinaus, nur in verschiedener zeitlicher Verteilung. Das ist auch bei der ökonomischen Beurteilung der Frage zu berücksichtigen.

Das Gesagte gilt natürlich nur für die Zeiten dauernder Winterkälte. In den Übergangszeiten des Herbstes und Frühjahres mit den oft stark wechselnden Außentemperaturen, sowie für Zonen, in denen nicht mit Perioden dauernder Kälte zu rechnen ist, wird selbstverständlich die intermittierende Heizung zu bevorzugen sein.

Vom hygienischen Gesichtspunkt aus ist kontinuierliche Heizung entschieden vorzuziehen, da der Mensch, sei es in der Wohnung, sei es in seinem Arbeitsraum, gleich zu Beginn des Tages bzw. seiner Tagesarbeit ein optimales Milieu finden sollte. Die Erwärmung ausgekühlter Räume am Morgen erheischt aber eine frühere Anheizung und einen größeren Arbeitsaufwand, als wenn bei der kontinuierlichen Heizung die gewöhnliche Wartung zu besorgen ist. Diese Mehrarbeit fällt aber hygienisch ebenfalls ins Gewicht.

## f) Fehler der Heizungsanlagen, Belästigung und Gefährdung durch die Heizung.

Fehler in der Heizanlage werden zunächst in der Richtung gemacht, daß dieselbe quantitativ nicht genügt, d. h. daß sie nicht für die Zeiten größten Wärmebedarfes berechnet wird. Allzu häufig trifft man noch besonders bei Einzelöfen Modelle, die die Verbrennungswärme nicht genügend ausnützen und die Heizgase mit zu hoher Temperatur in den Rauchzug entlassen. Dem Rauchkamin und der Einführung der Rauchgase wird baulich zu wenig Beachtung geschenkt. Die Rauchzüge sollen ins Innere des Gebäudes verlegt werden, damit sich die Rauchgase nicht in denselben zu sehr abkühlen und an Auftrieb verlieren. Die Dachaufbauten der Kamine sollen ihrerseits das Entweichen der Rauchgase ins Freie soviel wie möglich erleichtern, es soll dabei die saugende Wirkung der freien Windströmungen so gut wie möglich ausgenützt werden, d. h. die Kamine sollten über die Firstkanten hinausreichen, da sonst leicht durch Winddruck der Kaminzug aufgehoben wird. Weiter ist zu warnen vor Verwendung allzu langer, namentlich an Verbindungsstücken und Krümmungen stets undichter blecherner Rauchrohrleitungen. Zu den Heizkörpern, seien es Öfen oder Zentralheizungskörper, ist zu sagen, daß dem Faktor Strahlung zu wenig Beachtung geschenkt wird. Körper mit hoher Oberflächentemperatur, also vor allem Dauerbrand-Füllöfen und Dampfheizkörper, sollten stets abgeschirmt werden. Umgekehrt ist das Verkleiden der Warmwasserheizkörper und deren Überdecken durch Gesimse un zweckmäßig, ebenso deren Aufstellung an Innenwänden. Die Flächen der Heizkörper sollen möglichst glatt gehalten werden, damit die erwärmte Luft an ihnen leicht aufsteigen kann. Plastisch ornamentaler Schmuck, Gesimsaufbauten u. dgl. an Kachelöfen mögen zwar ästhetisch schön sein, sind aber vom Heizeffekt aus gesehen unrationell. Die Oberflächen sollten leicht zu reinigen sein, und die Heizkörper sollten zur Reinigung leicht zugänglich aufgestellt werden. Unbedingt zu vermeiden sind in den Boden versenkte, mit Gittern überdeckte Dampfrippenheizkörper, wie man sie da und dort antrifft und die recht eigentliche Schmutzgruben darstellen und Quellen stickig unangenehm riechender Warmluft. Bei Luftheizung bzw. bei Kombination von Ventilation mit Luftvorwärmung soll der Reinhaltung der Zuluft besondere Aufmerksamkeit geschenkt und sollen die Zufuhrkanäle zur Reinigung leicht zugänglich gemacht werden.

Zu den Belästigungen durch die Heizung ist in erster Linie die übermäßige Strahlung zu erwähnen. Wir verweisen auf das früher Gesagte. Dann aber handelt es sich in der Hauptsache um Luftverschlechterung, sei es durch Verbrennungsgase und Gerüche, sei es durch Staubentwicklung. Wie bei Besprechung der Heizanlagen schon hervorgehoben wurde, sollte jede Rückstaumöglichkeit der Heizgase unbedingt vermieden werden (Rauchklappen!). Transportable Verbrennungsöfen, wie die früher gebräuchlichen Petrolöfen, sind starke Luftverderber. Wenn sie nicht peinlich sauber gehalten und die

Dochte sehr sorgfältig gerade geschnitten werden, so sind sie Quellen übler Gerüche. Aber auch bei bester Instandhaltung dürfen wir nicht übersehen, daß sie als Verbrennungsapparate bedeutende Mengen  $\text{CO}_2$  und vor allem Wasserdampf produzieren, an Menge das 3—5fache eines erwachsenen Menschen. Ihr Effekt ist also etwa der gleiche, wie der gleichzeitige Aufenthalt so vieler Individuen mehr im gleichen Raum. Eine der wichtigsten Belästigungen durch die Heizung stellt der Staub dar, der bei der Besorgung von Einzelöfen unvermeidlich entsteht. Wenn immer möglich, sollten Zimmeröfen so aufgestellt werden, daß sie vom Korridor oder von der Küche aus besorgt werden können, damit bei der Aschenräumung der aufgewirbelte Staub nicht ins Zimmer gerät. Der Staub, der sich auf Zentralheizkörpern ansammelt, hat die weitere unangenehme Eigenschaft, daß er, sofern er organischer Natur ist und die Oberflächentemperatur des Heizkörpers  $70^{\circ}$  übersteigt, durch trockene Destillation unangenehm riechende, reizende Gase produziert, auf die ein großer Teil der Klagen über „trockene Luft“ in zentral beheizten Räumen zurückzuführen ist (s. oben). Mangelnde Regulierbarkeit, insbesondere bei den alten Kachelöfen mit ihrem großen Speicherungsvermögen und bei Dampf-Zentralheizungen, führt gerne zu Überheizung der Räume bei plötzlichem Witterungsumschlag und starker Insolation.

Besondere Beachtung verdient das Problem lokaler Zugerscheinungen, die, abgesehen von durch Absaugung ventilierten Räumen (s. dort), durch unrichtig aufgestellte Heizkörper bedingt werden können. Ganz besonders in hohen Räumen, Fabriksälen, Kirchen u. dgl. sinken leicht größere Mengen Kaltluft auf die in Fensternähe befindlichen Rauminsassen herab und machen sich ihnen äußerst unangenehm bemerkbar. Beschränkt sich die Raumheizung auf im Inneren aufgestellte Heizkörper, so können diese Kaltluftströme eine unerträgliche Zugbelästigung und Erkältungsgefahr bedeuten. Deshalb sollen sie durch unter den Fenstern angebrachte Heizkörper aufgefangen werden, denen sie direkt, evtl. durch Leitbleche zugeleitet werden. Keinesfalls dürfen dann solche Nischenheizkörper natürlich durch Fenster-simse abgedeckt werden, sonst findet die Kaltluft doch ihren direkten Weg zu den Insassen.

Befinden sich in Fabrikationsräumen sogenannte Fensterarbeitsplätze, so ist dafür zu sorgen, daß Kalt- und Warmluft sich durch Öffnungen unmittelbar vor dem Fenster vermengen können, ja man kann jeglichen Anfall von Kaltluft vom Fenster über die Tischplatte hin durch auf demselben selber aufmontierte Fensterscheiben fernhalten, hinter denen dann die kalte Fensterluft abgefangen und durch Öffnungen an die Heizkörper herangeleitet wird.

Unter den direkten durch die Heizung bedingten Gefahren ist in erster Linie die Feuersgefahr zu nennen. Derselben wird am besten durch sorgfältige bauliche Anlage der Rauchkamine und durch feuersichere Aufbewahrung der Feuerungsmaterialien (Ölfeuerung) begegnet. Bei Gasheizung gesellt sich dazu die Explosionsgefahr bei freiem Ausströmen durch Offenlassen der Hahnen bzw. durch Undichtigkeiten

der Zuleitung. Viel größer ist die Gefährdung durch Rauchgase, d. h. durch deren Hauptbestandteil, das Kohlenoxyd. Deshalb legen wir ein besonderes Gewicht auf bautechnisch richtige Anlage der Feuerungen und der Abzugkamine für die Feuerungsgase. Das Leuchtgas, so vortreffliche Dienste es als Brennstoff, sei es für Einzelöfen, sei es zur Verwendung bei Zentralheizungskesseln leistet, birgt wegen seines großen Gehaltes an CO recht erhebliche Gefahren, denen man durch sorgfältigste Abdichtungen und Sicherungsvorrichtungen zu begegnen hat. In bezug auf die Eigenschaften des Kohlenoxyds und seine Giftwirkung sei auf das im ersten Kapitel Gesagte verwiesen.

Die größte Betriebssicherheit in bezug auf Lebens- und Gesundheitsgefährdung bietet die Verwendung des elektrischen Stroms, doch darf auch hier nicht vergessen werden, daß bei den lokalen Anschlüssen von elektrischen Einzelheizöfen, Strahleröfen u. dgl. dem Zustand der Verbindungskabel, namentlich ihrer Kontakt- und Ansatzstücke, Beachtung geschenkt wird, da bei defekten Kabeln durch direkte Berührung desselben, gelegentlich auch durch Berührung des Ofens selbst, unter ungünstigen Umständen schwere, ja tödliche Verletzungen durch den elektrischen Strom erfolgen können.

Es erübrigt sich wohl, auf eine Bewertung der Lokal- und Zentralheizung im allgemeinen, wie auf eine solche der einzelnen Systeme vom gesundheitlichen Standpunkte aus einzutreten, da sich eine solche kritische Betrachtung aus dem Gesagten ohne weiteres ergeben dürfte. Hingegen sei noch mit wenigen Worten auf die hygienische Bedeutung der wärmesparenden Bauweisen eingegangen.

### g) Wärmesparende Bauweisen.

Immer mehr bricht sich die Erkenntnis Bahn, daß es nicht genügt, den Aufenthalt in bewohnten Räumen durch Heizung allein behaglich zu machen, sondern daß man auch bestrebt sein soll, den Wärmeverlust durch Abfluß durch die Wände, insbesondere die Außenmauern, möglichst einzuschränken. Das kann auf zweierlei Art erreicht werden, einmal dadurch, daß man im Baumaterial selber Stützfunktion und Wärmeisolierung vereinigt (Bausteine mit Luftkammern, Schlackensteine, neuerdings auch Schaumbeton) oder dann dadurch, daß man dem stützenden Mauerwerk Isolierschichten anfügt, sei es außen oder innen. Dazu kommt selbstverständlich noch die Rücksicht auf die Insolation, d. h. die Orientierung des Gebäudes nach den Himmelsrichtungen, wo man je nach der Zweckbestimmung und der Inneneinteilung der Raumverteilung das eine Mal reine Nord-Süd-, bzw. Ost-West-Orientierung wählt (Krankenhäuser, Sanatorien), das andere Mal das Gebäude um 45° zu dieser Aufstellung abdreht (Wohngebäude, bei denen man allen Räumen einige Stunden Sonnenlicht sicherstellen möchte).

Dem Zweck dieses Buches entsprechend wollen wir nur auf die Frage Außen- oder Innenisolierung eingehen. Bei Außenisolierung

muß beim Anheizen die ganze Mauermaße mit erwärmt werden, bis ein behaglicher Aufenthalt im Innern der Räume möglich ist, was einen beträchtlichen Kalorienverbrauch darstellt. Zudem muß bei der Wahl des Isoliermaterials darauf geachtet werden, daß dasselbe nicht durch Schlagregen durchfeuchtet werden kann, was seine Isolierfähigkeit wesentlich beeinträchtigen müßte. Dafür wirken dann aber die erwärmten Mauermaße als Wärmespeicher. Eine der Raumlufttemperatur entsprechende Wärme der Umfassungswände ist notwendig, weil auch bei genügender Lufttemperatur der Aufenthalt in Räumen mit kalten Wandungen wegen Abstrahlung der Körperwärme nach außen sehr unbehaglich ist. Die starke Speicherung der Wärme in den Außenmauern hindert aber andererseits die Regulierbarkeit der Raumtemperatur. Deshalb ist von dieser Form der Isolierung das gleiche zu sagen, was von den schwer regulierbaren Heizungssystemen (Kachelöfen und Dampfheizung). Sie eignet sich nur für Klimaformen mit erwartungsgemäß lange dauernder Winterkälte. Umgekehrt wird bei Innenisolierung die Wärme wegen der geringen Wärmekapazität der Isolierstoffe (Holztäfelung, Schilfgipsplatten, Korkplatten, Torfoleum, Schaumbeton leichter Qualität u. a.) die gewünschte Temperatur der Innenwände und damit ein behagliches Aufenthaltsklima rasch erreicht und gleichzeitig auch eine leichte Regulierbarkeit gewährleistet.

Gegen Fußbodenkälte schützt ebenfalls Verwendung von gut Wärme isolierenden Baustoffen: Holzbelag, Linoleum, besser noch Korklinoleum usw. Besonders gut eignet sich in besonderen Fällen (Korridore, Badezimmer, Turn- und Gymnastikhallen) Gummibelag, der gleichzeitig den großen Vorzug der Schalldichtigkeit hat und äußerst leicht zu behandeln, d. h. zu reinigen ist. Die verhältnismäßig großen Anschaffungskosten, die seiner allgemeinen Einführung heute noch entgegenstehen, werden dadurch meines Erachtens weitgehend wettgemacht.

## Zweiter Teil.

# Die technischen Grundlagen der Heizungs-, Lüftungs- und Warmwasserversorgungsanlagen in den verschiedenen Gebäudearten.

Bearbeitet von Ing. M. Hottinger.

## A. Allgemeines.

Eine Hauptaufgabe der Gebäude besteht darin, die Insassen gegen die Unbilden der Witterung zu schützen, und da bei unserm Klima der Winter rund sieben Monate dauert, so kommt der Heizung besondere Wichtigkeit zu.

Daneben spielt aber auch die Lüftung auf natürlichem Wege und, wo diese nicht ausreicht, mittels Ventilatoren, eine nicht zu unterschätzende Rolle, denn die Gebäude sollen wohl Schutz gegen Wind und Wetter bieten, die hygienischen Vorzüge der freien Natur dagegen möglichst wenig beeinträchtigen.

Um diesen Anforderungen gerecht werden zu können, sind Heizungs- und Lüftungseinrichtungen der verschiedensten Art geschaffen worden, die sich je nachdem für die eine oder andere Gebäudeart besser eignen.

Bisweilen können für einen Gebäudetypus allerdings auch verschiedene Systeme in Frage kommen, so z. B. für Werkstätten: Ofenheizung, Dampf-, Warmwasser- oder Luftheizung, evtl. kombinierte Dampf-Luftheizung oder Elektro-Warmwasserheizung und für Kirchen: Ofen-, Dampf-, Luft- oder elektrische, unter Umständen auch Warmwasserheizung. Und bez. Lüftung kommen z. B. in Fabriken in Frage: Fensterlüftung, bei Sagedachbauten vielleicht unterstützt durch Dachreiter, Druck- oder Sauglüftung, evtl. auch kombinierte Druck-Sauglüftung unter Aufstellung sowohl eines Zu- als eines Abluftventilators.

Weiter kommt es vor, daß in einem Gebäude gleichzeitig mehrere Systeme angewendet werden, in Wohnhäusern z. B. Warmwasser- und in den Übergangszeiten Ofenheizung, in Werkstätten, Großgaragen Dampfheizung und daneben Dampf-Luftheizung mittels Einzelheizapparaten.

Die Technik ist heute so weit, daß sie sämtliche Heizungs- und Lüftungssysteme einwandfrei zu erstellen in der Lage ist. Auch ihre Vorzüge und Nachteile sind, auf Grund der Erfahrungen mit bestehenden Anlagen, genügend bekannt, so daß es in der Regel als Fehler des entwerfenden Technikers, resp. der ausführenden Firma, bezeichnet werden muß, wenn neu erstellte Anlagen nicht befriedigen.

Allerdings kommt es auch vor, daß die Verantwortung für technisch oder wirtschaftlich verfehlte Ausführungen dem Bauherrn resp. Architekten zufällt, dann nämlich, wenn sie es unterlassen, die Fachleute rechtzeitig zuzuziehen, ihren Vorschlägen nicht das nötige Interesse und Verständnis entgegenbringen oder die erforderlichen Mittel zur einwandfreien Ausführung der Anlagen nicht bewilligen.

In letzter Beziehung wird leider bisweilen gefehlt, indem das Geld zur Hauptsache für „schöne“ Fassaden, „geschmackvolle“ Treppenhäuser, „in die Augen fallende“ Badezimmer u. a. ausgegeben wird und dann für die im Verborgenen arbeitenden Installationen die erforderlichen Mittel nicht mehr zur Verfügung stehen. Dabei wird an die Beaglichkeit und Wirtschaftlichkeit des Wohnens nicht gedacht.

Es kommt sogar vor, daß die Preise für die Heizungen gedrückt, dafür dann die Heizkörper verkleidet werden, was bekanntlich recht teuer ist, weil die Verkleidungen an und für sich Geld kosten, verkleidete Heizkörper größer gemacht werden müssen als unverkleidete und hinter denselben ein Wärmeschutz, z. B. in Form von Korkplatten, erforderlich ist, wenn man vermeiden will, daß zuviel Wärme durch die Außenmauern verlorenght. Zudem sind Verkleidungen vom hygienischen Standpunkt aus zu beanstanden, weil Staub und Schmutz oft lange Zeit ein ungestörtes Dasein hinter ihnen führen. Das gilt auch für Verkleidungen, die leicht aufschließ- oder wegnehmbar sind und selbst für Häuser, in denen die Reinlichkeit sonst nichts zu wünschen übrig läßt. Dazu kommt, daß es viele Verkleidungen gibt, die vom ästhetischen Standpunkt aus weniger befriedigen als sachgemäß gewählte, am richtigen Platz aufgestellte und in Rücksichtnahme auf die Umgebung gestrichene Heizkörper.

Dagegen sollte man in allen Neubauten, die Anspruch auf sorgfältige Innenausstattung machen, die relativ geringen Mehrkosten für die Verlegung der Heizleitungen in Mauerschlitze nicht scheuen, weil dadurch das wenig schöne Schwärzen der Wände und Decken wegfällt und die verdeckte Anordnung der Leitungen auch in hygienischer Beziehung Vorteile aufweist. Das bedingt natürlich, daß die Rohrleitungsnetze besonders sorgfältig ausgeführt und vor dem Zumauern der Schlitze durch Hochheizen und Abpressen der Anlagen auf Dichtigkeit genau untersucht werden.

Der Erstellung der Rohrleitungsnetze ist überhaupt größte Aufmerksamkeit zu schenken. Schweißungen in den Stockwerken, die bei Abänderungen oder Reparaturen zu erheblichen Unannehmlichkeiten und Kosten führen können, sind zu vermeiden. Ferner ist für richtige Ausdehnungsmöglichkeit der Leitungen zu sorgen, weil sonst Undichtigkeiten die Folge sein können usw.<sup>1</sup>.

Es liegt durchaus im Interesse der Bauherrn, ihre Anlagen ausschließlich von Firmen ausführen zu lassen, die, außer über geschultes technisches, auch über erfahrenes Monteurpersonal verfügen und daher

<sup>1</sup> Hottinger: Von den Rohrnetzen bei Warmwasser- und Dampfheizungen, Brauchdampfanlagen und Warmwasserversorgungen. Gesundheitsing. vom 8. und 17. September, 15. Oktober 1927, sowie 10. November 1928.

bez. Zusammenbau der Anlagen ebenso Anspruch auf Vertrauen erheben können, wie hinsichtlich Disposition und Berechnung.

Wenn vorstehend der freien Aufstellung der Heizkörper das Wort geredet worden ist, so geschah das außer aus den angegebenen Gründen auch deshalb, weil heute eine große Zahl verschiedener Heizkörpermodelle zur Verfügung steht, so daß es leicht möglich ist, für jeden Fall eine passende Ausführung zu finden. Die Zeit, da man den runden Kachelöfen nachgebildete Zylinderheizkörper aus Blech und unhygienische Rippenheizkörper, die ihrer Häßlichkeit wegen verkleidet werden mußten oder Radiatoren mit angegossenen Schnörkeln und Girlanden, die womöglich noch mit Goldbronze angestrichen wurden, aufstellte, sind zum Glück vorbei. Die heutigen schlichten, sachlichen Formen sind in der Lage, jedem Anspruch zu genügen und für besondere Fälle sind zudem Sonderausführungen erhältlich, die, je nachdem, mehr auf ästhetische oder hygienische Anforderungen Rücksicht nehmen (Columbus-, Paneel-, Recesso-Radiatoren, Spezialmodelle für Spitäler usw.).

Als übertrieben muß dagegen eine neue Richtung bezeichnet werden, die darauf ausgeht, alle Installationen und daher auch die Heizkessel und Heizkörper durch auffällige Placierung und möglichst bunte Anstriche besonders zu betonen. Die Installationen sollen unauffällig, wie eine gute Hausfrau, für Behaglichkeit sorgen. Der Heizkörper einer Zentralheizung kann niemals denselben Platz einnehmen wie der Feuerherd in den Wohnungen der Naturvölker, um den sich die Bewohner und ihre Gäste, als dem Mittelpunkt des Hauses, versammeln oder wie die Cheminées und Kachelöfen in den Burgen, Schlössern, Klöstern und Wohnräumen wohlhabender Stadtbürger des Mittelalters, die, mit hohem Kunstempfinden und unter großem Aufwand, als Hauptschmuck erstellt worden sind und auch nicht wie der gemütliche Kachelofen in den Bauernstuben, der selbst ärmliche Verhältnisse gemütlich zu gestalten vermag. Wer seinen Wohnraum in ähnlicher Weise zieren will, mag sich ebenfalls einen Kachelofen (sofern der Raum genügende Größe aufweist, was in den modernen Wohnungen vielfach nicht der Fall ist) oder ein Cheminée einbauen lassen, dagegen wirkt es sonderbar, wenn man die Radiatoren der Zentralheizung durch auffällige Placierung und z. B. roten oder blauen Anstrich, womöglich zudem noch durch Beleuchtungseffekte mittels versteckt angebrachten Glühlampen, zum Mittelpunkt der Räume erheben will. In Wohnhäusern, Schulen, Bureaubäuden, Spitalern, Restaurants usw. gehören sie, soweit es geht, unter die Fenster, wo sie keinen wertvollen Platz wegnehmen und zudem bei richtiger Anordnung dafür sorgen, daß von den Fenstern her keine Zugerscheinungen auftreten. In Fabriken, Museen, Kirchen, Theatern, sind naturgemäß z. T. wieder andere, soweit erforderlich in den nachfolgenden Kapiteln behandelte, Gesichtspunkte maßgebend.

Während in der genannten Weise eine Richtung darauf ausgeht die Heizung möglichst zu betonen, gibt es eine andere, die sie vollständig verschwinden lassen möchte, indem bei der sog. „Penelheating“ keine Heizkörper mehr in den Räumen aufgestellt, sondern Heizrohre

in die Wände und Zwischendecken verlegt, bei Betonbauten z. T. vom Beton direkt umgossen werden<sup>1</sup>. Den Vorteilen, daß diese Heizungen vollständig unsichtbar sind und keinen Platz beanspruchen, stehen die Nachteile der Unzugänglichkeit beim Defektwerden und die zu geringe Anpassungsfähigkeit an die Witterung gegenüber, denn bis die Mauern durchwärmt sind oder sich nach Abstellen der Heizung abgekühlt haben, verstreicht längere Zeit, was namentlich in den Übergangszeiten, bei rasch wechselnder Witterung, zu Unzuträglichkeiten führt. Man hat übrigens früher schon Heizungen mit in den Boden verlegten Heizrohren erstellt; an Orten, wo viel hin und her gegangen wird, wie z. B. in Spitälern, damit aber keine guten Erfahrungen gemacht, indem die Krankenschwestern geschwollene Füße bekommen haben. Auch fehlt, wenn der Boden als Speicher ausgebildet ist, die leichte Reguliermöglichkeit der Wärmeabgabe. Dagegen eignen sich Fußbodenheizungen zur Temperierung kalter Fußböden, z. B. in Badezimmern, Küchen, Vestibülen, Hallen und Tresorräumen von Banken, wobei die Böden aber nicht über Raumtemperatur angewärmt werden sollen.

Weiter sind Vorschläge aufgetaucht, die Gebäudemauern mit Hohlräumen zu versehen und diese im Winter von warmer Luft durchströmen zu lassen. Hierzu ist zu bemerken, daß derartige Heizungen bei Wohnhäusern aus verschiedenen Gründen zu sehr hohen Betriebskosten führen und auch bez. Regelbarkeit der Heizwirkung nicht befriedigen würden. Immerhin kann das System in Sonderfällen, z. B. bei Operationssälen, wo auch geringe Zegerscheinungen vermieden werden müssen, und Dampfbädern, wo an den Wänden keine Kondensationserscheinungen auftreten dürfen, gute Dienste leisten.

Will man in einem Raum keine Heizkörper aufstellen, so besteht ja immer noch die Möglichkeit, sie verdeckt anzuordnen oder Luftheizung (je nachdem mit oder ohne Ventilatorbetrieb) vorzusehen. Es ist aber darauf zu achten, daß die Heizkörper und Luftwege leicht gereinigt werden können und daß die Warmluftaustrittöffnungen so angeordnet werden, daß ein Schwärzen der Wände und Decken über denselben nicht oder wenigstens nicht in störender Weise auftritt.

Durch diese wenigen Beispiele sollte nur angedeutet werden, daß auch in der Heiztechnik die goldene Mittelstraße im allgemeinen die besten Ergebnisse zeitigt, was jedoch nicht ausschließt, daß für Ausnahmefälle spezielle Ausführungen am Platze sind. Keinesfalls sollte man aber die wertvollen Erfahrungsergebnisse der letzten Jahrzehnte, oder sagen wir des letzten Jahrhunderts, in der Sucht nach Neuem, kurzerhand beiseite schieben, wie das z. Z. so oft geschieht. Die Wiederholung nachgewiesenermaßen unzweckmäßiger Anordnungen ist ebenso töricht und schädlich, wie die kritiklose Übertragung bewährter Ausführungen auf andere, ungeeignete Verhältnisse, z. B. andere Gebäudearten.

Besonderes Interesse im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit und Annehmlichkeit verdienen in der modernen Heiztechnik:

---

<sup>1</sup> Heating Ventilating Mag. 1924, Nr. 11, S. 63.

Die wärmesparenden Bauweisen, die gestatten bei gleichen Baukosten mit kleineren Heizungen und geringerem Brennmaterialverbrauch auszukommen.

Die Fortschritte in der Isoliertechnik, die erlauben die Wärme bei geringsten Verlusten zu speichern und auf weite Distanzen fernzuleiten.

Die immer weitere Verbreitung annehmende Verwertung von Abwärme, Abfallbrennstoffen, z. B. Kohlenstaub und Abfallstrom, ferner von Gas, Öl und Elektrizität.

Die große Fortschritte aufweisende Zentralisierung der Heizanlagen, die Erstellung von Fernheizungen und Fern-Warmwasserversorgungen für große Miethäuser und Häuserkomplexe (Häusergruppen wie Spital- und Fabrikanlagen, Häuserblocks, Siedelungen und ganze Stadtviertel).

Andererseits die Fortschritte bez. Kleinheizung (Verbesserung der Öfen, z. B. Kochöfen, Erstellung von Kleinwohnungs-Zentralheizungen, kombinierten Ofen-Zentralheizungen usw.).

Neue interessante Probleme ergeben sich auch bei der Beheizung neuzeitlicher Gebäude, z. B. von Hochhäusern, Großgaragen, Flugzeughallen sowie anderen Großräumen, die zeitweise durch Tore mit dem Freien in Verbindung stehen, ferner von Betonkirchen und weiteren Sonderausführungen.

Auch in der konstruktiven Durchbildung der Einzelteile (wie Kessel, Lufterhitzer und Radiatoren) sind zahlreiche Verbesserungen in wirtschaftlicher, ästhetischer und hygienischer Beziehung festzustellen.

Und ebenso hat die Lüftungstechnik gegen früher nennenswerte Fortschritte aufzuweisen. So verfügt sie heute über alle Einrichtungen, die gestatten, z. B. in Theatern, Kinos, Restaurants und Konzertsälen absolut geräuschlos, zugfrei und auch sonst in jeder Hinsicht tadellos zu lüften, wenn nötig die Luft durch Filtrierung, Waschen und Ozonisieren so zuzubereiten, daß sie einwandfrei in die Räume gelangt. Das dürfte in den Großstädten bei dem immer mehr zunehmenden Verkehr zu einem gesteigerten Bedürfnis werden. Auch in Fabriken, Bureaugebäuden usw. können heute durch Ventilationsanlagen einwandfreie hygienische Verhältnisse geschaffen werden.

Leider wird trotzdem, und obgleich fast überall elektrischer Strom zum Antrieb der Ventilatoren billig erhältlich ist, immer noch zu wenig auf mechanischem Wege ventiliert, wohl deshalb, weil ungenügende Qualität der Luft bei weitem nicht so stark empfunden wird wie z. B. zu niedrige Temperatur. Das hat denn auch zur Folge, daß selbst vorhandene, einwandfrei funktionierende Lüftungsanlagen oft nicht betrieben werden. Sogar in Spitälern, wo doch sonst alle hygienischen Einrichtungen im Vordergrund des Interesses stehen, hat man Gelegenheit festzustellen, daß beispielsweise die Abluftventilatoren für die Aborte nicht oder wenigstens nicht regelmäßig benutzt werden, ob schon die Luft dadurch sogar in den Korridoren merklich beeinträchtigt wird. Wäre keine Lüftungsanlage vorhanden, so würde das vom gleichen Personal, das sie heute nicht bedient, allerdings voraussichtlich als Fehler bezeichnet werden.

Wo Lüftung mit Ventilatorbetrieb kein wirkliches Bedürfnis ist, sollte man sich hüten, sie zu erstellen, weil sich beim Nichtbetrieb Staub und Schmutz in den Kanälen sammeln, wodurch die Anlagen direkt zu einer ungesunden, statt zu einer, was sie sein sollten, hygienischen Einrichtung werden können.

In neuester Zeit werden auch Ventilationsanlagen erstellt, die nicht mehr mit Frischluft arbeiten, sondern die Luft aus den zu lüftenden Räumen absaugen, sie durch Waschung, Ozonisierung und andere Mittel in hygienisch einwandfreien Zustand versetzen und hierauf den Räumen wieder zuführen. Auf diese Weise kann die sonst zur Anwärmung der Luft benötigte Brennstoffmenge gespart werden, so daß die Betriebsauslagen äußerst niedrig ausfallen. Theoretisch ist die Sache einwandfrei, ob, resp. in welchen Fällen, sie sich praktisch bewähren wird, bleibt abzuwarten. Sicher ist, daß solche Anlagen sorgfältigste Bedienung erfordern, wenn sie befriedigen sollen.

Zum Schluß dieser allgemeinen Betrachtungen mag noch ein kurzer Abschnitt über die für die Wirtschaftlichkeit wichtige Brennstofffrage eingeschaltet werden.

Während früher für Raumheizwecke fast ausschließlich Holz, Kohle, Briketts und Koks verwendet wurden, gesellten sich mit der Zeit Öl, Gas und Elektrizität hinzu.

Öl fand zu Heizzwecken zuerst in ölreichen Ländern Verwendung, erlangte dann aber auch anderorts eine gewisse Bedeutung, weil der Betrieb von Zentralheizungen mit Ölfeuerung bequemer und sauberer ist als bei Verwendung von Kohle bzw. Koks. Im Durchschnitt hat sich ergeben, daß man bei der Beheizung von Geschäfts-, Schul-, Wohn- und ähnlichen Gebäuden mit 1 kg Öl an Stelle von 2 kg Koks auskommt, d. h. daß sich die reinen Brennstoffkosten ungefähr gleich hoch stellen, wenn 100 kg Koks halb soviel kosten wie 100 kg Öl. Besonders in den Übergangszeiten wird verhältnismäßig wenig Öl verbraucht, weil das Abstellen und Wiederinbetriebnehmen der Ölfeuerung sehr einfach ist, so daß ohne wesentliche Mühe stoßweise geheizt werden kann, während man bei Koksfeuerung gewöhnlich durchheizt, um der Unannehmlichkeit des Ausräumens und Wiederanfeuerns der Kessel aus dem Wege zu gehen. Will man die gesamten Betriebskosten miteinander vergleichen, so sind bei der Ölfeuerung auch die Auslagen für den zur Erzeugung der Preßluft nötigen Strom sowie die erheblichen Aufwendungen für Verzinsung, Unterhalt und Amortisation, andererseits die Minderauslagen für Bedienung und Kaminfeiger zu berücksichtigen.

In neuester Zeit hat an verschiedenen Orten eine lebhaftere Werbung für die Gasheizung eingesetzt, und zwar einerseits für die Befuerung der Zentralheizkessel mit Gas, andererseits für die Aufstellung von Einzelgasheizöfen in den zu heizenden Zimmern. Die zweite Lösung ist wirtschaftlicher, aber unhygienischer und gefährlicher. Man kann in runden Zahlen annehmen, daß man an Stelle von 1 kg Koks bei gewöhnlicher Zentralheizung durchschnittlich braucht: bei gasbeheizten Zentralheizungskesseln 1 m<sup>3</sup>, bei Einzelöfen 0,76 m<sup>3</sup> Leuchtgas, sofern der

Tabelle 1.

		Einzelofenfeuerung				Speicheröfen				Zentralheizung		
		Holz	Anthrazit	Koks	Gas	Elektrizität	Elektrizität	Koks	Öl	Gas	Elektrizität	
Tanne	Buche											
2800 je kg	2800 je kg	7500 je kg	6500 je kg	4500 je m <sup>3</sup>	860 je kWst	860 je kWst	6500 je kg	10000 je kg	4500 je m <sup>3</sup>	860 je kWst	860 je kWst	860 je kWst
60	60	60	60	85	100	90	45	60	65	75	75	75
2,7 kg oder 0,0075 Ster	2,7 kg oder 0,005 Ster	1 kg	1,15 kg	1,2 m <sup>3</sup>	5,3 kWst	5,8 kWst	1,55 kg	0,75 kg	1,55 m <sup>3</sup>	7,0 kWst	7,0 kWst	7,0 kWst
1,75 kg oder 0,0048 Ster	1,75 kg oder 0,0032 Ster	0,65 kg	0,75 kg	0,76 m <sup>3</sup>	3,4 kWst	3,8 kWst	1,0 kg	0,5 kg	1,0 m <sup>3</sup>	4,5 kWst	4,5 kWst	4,5 kWst

einem Heizwert von kcal:

einem Wirkungsgrad der Heizanlage von %:

untere Heizwert des Gases mindestens 4500 kcal/m<sup>3</sup> beträgt, was allerdings nicht überall der Fall ist.

Bei elektrischer Heizung hat man zu unterscheiden zwischen in den zu heizenden Räumen aufgestellten elektrischen Einzel- (evtl. Speicher-) Öfen und elektrisch betriebenen Zentralheizungen, die normalerweise ebenfalls mit Wärmespeichern versehen werden, damit der billige Nacht- und Abfallstrom ausgenutzt werden kann. Wie die Erfahrung lehrt, braucht es an Stelle von 1 kg Koks bei in den Räumen aufgestellten, direkt wirkenden Einzelöfen rund 3,4, bei Speicheröfen etwa 3,8 und bei Zentralheizungen mit Wärmespeichern rund 4,5 kWst.

Vergleicht man die vorstehend genannten Zahlen miteinander, und bezieht dabei noch Ofenheizung mit Holz, Anthrazit- und Koksfeuerung ein, so ergeben sich bei der Annahme mittlerer Heizwerte und Wirkungsgrade bezogen auf 1 kg Anthrazit bei Ofenheizung bzw. 1 kg Koks bei Zentralheizung für gleiche Heizwirkung nebenstehende Brennstoffmengen.

Tabelle 2 ermöglicht einen Vergleich der Betriebskosten dieser verschiedenen Raumheizarten bei verschiedenen Brennstoffpreisen, jedoch ohne Berücksichtigung der Nebenausgaben für Bedienung, Kaminfeger, Stromverbrauch zum Betrieb der Kompressoren bei Ölfeuerung, Platzmiete für Kessel- und Brennmaterialienlagerung usw., die von Fall zu Fall

besonders einzusetzen sind, sowie auch ohne Berücksichtigung der in Geld nicht ausdrückbaren Werte, wie Annehmlichkeit usw.

Tabelle 2.

Heizart	Brennstoff	Angenommene untere Heizwerte	Angenommener mittlerer Wirkungsgrad der Heizung	Preis	Somit kosten 10000 nutzbare kcal sFr.	Prozentualer Vergleich der Brennstoffkosten für gleiche Nutzwärme in %	
Ofenheizung	Anthrazit	7500 kcal/kg	60 %	je 100 kg			
				8 sFr.	1,78	1,0	
				11 „	2,44	1,37	
				14 „	3,11	1,75	
Warmwasser- oder Dampf-Zentralheizung	Koks	6500 kcal/kg	der ganzen Anlage 45 %	je 100 kg			
				6 sFr.	2,05	1,15	
				9 „	3,08	1,73	
					12 „	4,10	2,30
	Öl	10 000 kcal/kg	der ganzen Anlage 60 %	je 100 kg			
				14 sFr.	2,33	1,31	
				18 „	3,—	1,68	
Gas	4500 kcal/m <sup>3</sup>	der ganzen Anlage 65 %	je m <sup>3</sup>				
			10 sCts.	3,42	1,92		
			20 „	6,85	3,85		
				30 „	10,26	5,78	
Gasheizung durch Einzelöfen	Gas	4500 kcal/m <sup>3</sup>	85 %	je m <sup>3</sup>			
				10 sCts.	2,62	1,47	
				20 „	5,23	2,95	
				30 „	7,85	4,41	
Elektrische Heizung mit Einzelöfen		860 kcal/kWst	100 %	je kWst			
				1 sCts.	1,16	0,65	
				5 „	5,82	3,28	
				25 „	29,10	16,4	
Elektr. betriebene Zentralheizung mit Wärmespeicherung		860 kcal/kWst	der ganzen Anlage 75 %	je kWst			
				1 sCts.	1,55	0,87	
				5 „	7,75	4,36	

Dabei ist vorausgesetzt, daß die Gas- und Ölfuerungen in ihrer Heizwirkung sorgfältig (womöglich durch selbsttätig wirkende Wärmefühler und Temperaturregler) reguliert und abgestellt werden, wenn die Witterungsverhältnisse es gestatten. Geschieht dies nicht, so können die notierten Vergleichszahlen für diese Heizsysteme wesentlich höher ausfallen.

Weiter ist zu beachten, daß durchweg mit den untern Heizwerten gerechnet worden ist. Nutzt man die Feuergase so weit auf ihren Wärmehalt aus, daß Kondensation des in den Gasen enthaltenen Wasser-

dampfs eintritt, so kommt der obere Heizwert in Betracht, was bei Gasheizung eine Wärmeausnutzung je Kubikmeter Gas von rund 5000 statt wie angenommen von 4500 kcal ergibt, während die Unterschiede zwischen unterem und oberem Heizwert bei den andern Brennstoffen kleiner ausfallen. Bekanntlich entsteht aber bei der Verbrennung von 1 m<sup>3</sup> Leuchtgas 1 kg Wasser, so daß bei so weitgehender Abkühlung der Gase in den Heizeinrichtungen und Kaminen sehr starke Wasserbildung eintreten würde, deren Folge Rostungen und Mauerdurchfeuchtungen wären, die bei der Gasfeuerung sowieso eine Gefahr bilden und besondere Vorsichtsmaßnahmen (richtige Ableitung des Kondenswassers, wasserdichte Kamine usw.) erfordern.

Oft wird die Frage gestellt, ob Ofen- oder Zentralheizung billiger sei. Wie Tabelle 2 erkennen läßt, besteht bez. der Brennstoffkosten ungefähr Gleichgewicht, wenn der in den Öfen verfeuerte Anthrazit etwa 1,5mal so viel kostet, wie der bei Zentralheizungen verwendete Koks, und vorausgesetzt, daß in beiden Fällen gleich viel Zimmer auf gleiche Temperaturen geheizt werden. Das ist aber sehr oft nicht der Fall, weil bei Ofenheizung der mühsamen Bedienung wegen häufig nur die unbedingt nötigen Räume erwärmt werden, während man bei Zentralheizung vielfach mehr Zimmer beheizt und auch die Schlafräume, Korridore, Aborte usw. temperiert. Außerdem kommt bei der Ofenheizung vielfach eine gewisse Ersparnis in den Übergangszeiten hinzu, weil dabei die Wohnräume an kühlen Abenden mit wenig Brennstoff angenehm erwärmt werden können, während die Inbetriebsetzung der Zentralheizung jedesmal eine bedeutende Brennstoffmenge erfordert. Es ist daher von Vorteil, wenn in den meistbenutzten Zimmern der Wohnhäuser neben der Zentralheizung noch eine andere Heizmöglichkeit in Form eines Ofens oder eines Steckkontakts zum Anschluß eines elektrischen Heizkörpers besteht.

Beim Vergleich sämtlicher, die Betriebs- und Unterhaltungskosten einer Heizung beeinflussenden Posten treten neben den Auslagen für den Brennstoff in besonderem Maße diejenigen für die Verzinsung und Abschreibung der Anlage in Erscheinung. Es ist nicht möglich, über ihre Höhe allgemeingültige Angaben zu machen, jedoch muß darauf hingewiesen werden, daß eine Ölfeuerung sehr erhebliche Aufwendungen für die Ölbehälter, Brenner, Druckluftherzeugung usw. erfordert, daß bei Gasheizung und bei elektrischer Heizung die Zuleitungen, Transformatoren und sonstigen Apparate so reichlich bemessen sein müssen, daß sie den selten auftretenden Höchstanforderungen zu genügen vermögen, daß bei Ofenheizung die Anlagekosten in hohem Maße durch die Wahl der Öfen bedingt sind usw.

Tabelle 3 zeigt an einem Beispiel, wie sich der Brennstoffaufwand für die Heizung in einem kleinen, mit Zentralheizung versehenen Einfamilienhaus mit 300 m<sup>3</sup> zu heizendem und 250 m<sup>3</sup> zu temperierendem, einschließlich Keller und Estrich 1000 m<sup>3</sup> umfassendem Rauminhalt in normalen Wintern etwa verteilt. Dabei sind, wie das für die tiefern Lagen Zentraleuropas üblich ist, 200 Heiztage und eine kälteste Außentemperatur von —20° C zugrunde gelegt:

Tabelle 3.

Monat	Zahl der Heiztage	Prozentuale Verteilung des Koksverbrauches %	Koks- bzw. Gasverbrauch bei Zentralheizung in kg bzw. m <sup>3</sup>		Ölverbrauch bei Zentralheizung in kg		Stromverbrauch bei Zentralheizung mit Wärmespeicher in kWst	
			je Monat	je Tag	je Monat	je Tag	je Monat	je Tag
Sept. . .	7	2	60	8,5	20	2,8	270	38
Okt. . .	25	7	210	8,5	70	2,8	950	38
Nov. . .	30	14	420	14,0	190	6,3	1910	64
Dez. . .	31	19	570	18,4	330	10,6	2590	84
Jan. . .	31	23	690	22,2	400	12,9	3130	101
Febr. . .	28	18	540	19,3	310	11,1	2450	88
März . .	28	12	360	12,9	130	4,6	1630	58
April . .	15	4	120	8,0	40	2,7	540	36
Mai . . .	5	1	30	6,0	10	2,0	130	26
Total . .	200	100	3000		1500		13600	

Es ist aber nicht außer acht zu lassen, daß die angegebenen Verbrauchszahlen je Monat bzw. Tag Mittelwerte sind, so daß an kalten Tagen mit bis zum doppelten des mittleren Tagesbedarfes zu rechnen ist. An einem kalten Januartag wird das betreffende Gebäude also im Maximum etwa 44 kg Koks, 44 m<sup>3</sup> Gas, 26 kg Öl oder 200 kWst erfordern.

Diese Mengen verteilen sich außerdem noch ungleichmäßig auf die 24 Tagesstunden. Zum Aufheizen der Räume am Morgen muß mit einem Höchstverbrauch von 3,5 kg Koks, 3,5 m<sup>3</sup> Gas oder 2,1 kg Öl je Stunde gerechnet werden. Kleinere Zahlen würden sich nur bei der Aufstellung von Wärmespeichern zur Deckung der Spitzenanforderungen ergeben, was aber die Anlagekosten stark erhöhen würde. Die elektrische Speicherheizung erfordert bei 11 Ladestunden im vorliegenden Fall einen Anschlußwert von rund 20 kW; steht außer Nacht- auch Tagstrom zur Verfügung, so genügt ein kleinerer Wert.

Bei Gasheizung ist zu beachten, daß für größere Gebäude recht beträchtliche Leitungsdurchmesser erforderlich sind. Die Gaswerke haben es zwar auch mit Spitzenbelastungen während den Hauptkochenzeiten zu tun, doch fallen die Spitzenleistungen bei Gasheizung außerordentlich viel größer aus, so daß es, wenn Gasheizung eingeführt werden soll, nicht überflüssig ist, zu prüfen, ob die Leitungsdurchmesser reichen. Die Elektrizitätswerke sind im allgemeinen keine Freunde der elektrischen Raumheizung, weil sie, wie die vorstehenden Zahlen dartun, ihre Werke, Transformatoren, Leitungsnetze usw. im Winter übermäßig belastet, und zwar auch dann nur während kurzer Zeit, während im Sommer überhaupt kein und in den Übergangszeiten nur wenig Heizstrom abgesetzt werden kann. Den Gaswerken fällt es insofern leichter, sich dem Gebiet der Raumheizung zuzuwenden, weil sie in den Gasbehältern über Speicher verfügen, die große Belastungsschwankungen aufzunehmen vermögen, wogegen bez. der Rohrleitungen die Verhältnisse ähnlich liegen wie bei den Elektrizitätswerken. Gasleitungen zur Speisung der Gasherde und elektrische Leitungen für die Beleuchtung sind nicht ohne weiteres dazu

geeignet, auch die unvergleichlich viel höheren Anforderungen der Raumheizung zu übernehmen.

Außerdem ist bei der Einführung der Gasheizung zu berücksichtigen, daß 1 m<sup>3</sup> verbrennendes Leuchtgas, wie bereits erwähnt, 1 kg Verbrennungswasser ergibt, das bei genügend hohen Temperaturen in Form von Wasserdampf mit den Verbrennungsgasen abzieht, sich bei der Abkühlung der Gase auf Kondensationstemperatur jedoch ausscheidet und Mauerdurchfeuchtungen mit ihren unliebsamen Erscheinungen zur Folge haben kann.

Bei Neubauten ist es möglich, diesen Übelständen ohne weiteres zu begegnen, indem man die Anschlußleitungen groß genug macht und die Kamine wasserdicht erstellt; bei bestehenden Bauten ist jedoch vor einer Einführung der Gasheizung sorgfältige Prüfung der betreffenden Verhältnisse am Platz.

Die moderne Heiztechnik geht übrigens, wie schon angedeutet, immer mehr darauf aus, Fernheizungen für ganze Häusergruppen, ja sogar für ganze Stadtviertel (Städteheizungen) zu erstellen, um dadurch den Mietern und Hausbesitzern das Einkaufen, Lagern und Verfeuern von Brennstoffen für Heizzwecke abzunehmen. In solchen Fällen werden große, neuzeitliche Kesselzentralen, oft in Verbindung mit Kraftwerken, errichtet und geschultem Heizpersonal unterstellt, in denen je nachdem Kohle, Koks, Öl, bisweilen auch Kohlenstaub verfeuert wird. Dieser Brennstoff eignet sich auch für die Perret-Luftheizöfen, die man, da sie einen billigen Betrieb ergeben, häufig in dauernd beheizten katholischen Kirchen antrifft, während für die nur Sonntags beheizten protestantischen Kirchen in wasserkraftreichen Ländern die elektrische Heizung große Verbreitung gefunden hat. Pumpen-Warmwasserheizungen mit Wasserspeichern, deren Inhalt über Nacht mittels Elektrizität hochgeheizt wird, trifft man ebenfalls hie und da an, insbesondere in Industriebetrieben, die über eigene Wasserkraft verfügen. Im Kantonsspital zu Aarau (Schweiz) besteht sogar eine elektrisch betriebene Pumpen-Fernheizung für 14 Gebäude, bei der man in einem Elektrokessel von 1200 kW Stromaufnahme Dampf erzeugt, der einerseits zur Dampfversorgung der Wasch- und Kochküche, der Desinfektions- und Sterilisationsanlage dient und andererseits in Gegenstromapparaten das Heizwasser erwärmt. Neben dem Elektrokessel sind für den strengsten Winter und als Reserve allerdings auch Kohlenkessel vorhanden.

Die vorstehenden Ausführungen dürften zur Genüge gezeigt haben, daß bei der Erstellung von Heizungs- und Lüftungsanlagen in jedem Falle eingehende Überlegungen bez. des anzuwendenden Systems und zahlreicher Einzelfragen, z. B. der Feuerungsart, am Platze sind. Die Entscheidung darf keineswegs nur von den Anlagekosten abhängig gemacht werden. Die Gesamtauslagen werden, außer durch die Verzinsung und Abschreibung des Anlagekapitals, durch die sich alljährlich wiederholenden Betriebsauslagen für Brennmaterial, Bedienung, Instandhaltungs- und andere Nebenauslagen in hohem Maße beeinflusst.

Es sind daher sorgfältige Erwägungen und in gewissen Fällen Wirtschaftlichkeitsberechnungen unerlässlich, wenn den jeweiligen Verhältnissen entsprechende, in technischer, wirtschaftlicher und hygienischer Hinsicht einwandfreie Heizungs- und Lüftungsanlagen erstellt und die Bauherren vor nachträglichen, unliebsamen Überraschungen bewahrt bleiben sollen.

## **B. Bemerkungen zu den unter C angegebenen Temperaturen, Luftmengen und relativen Feuchtigkeitsgehalten.**

Architekten, Bauherren und selbst Heizungsfachleute sind oft im unklaren darüber, welche Temperaturen, Luftmengen und relative Feuchtigkeitsgehalte den verschiedenen Raumarten zugrunde zu legen sind. Geht man in den Forderungen zu weit, so werden die Anlagen unnötig teuer, setzt man die Werte zu niedrig an, so entstehen infolge ungenügender Wirkung Streitigkeiten und teure Nacharbeiten.

In der Literatur findet man da und dort bez. Angaben, die aber z. T. voneinander abweichen und meist auch wenig vollständig sind.

In den einzelnen Kapiteln des Abschnittes C habe ich daher jeweils diese Werte an Hand der erwähnten Literaturangaben, zum größten Teil jedoch auf Grund eigener Erfahrungen, eingehend zusammengestellt und bemerke dazu noch folgendes:

### a) Temperaturen.

Wo nichts beigefügt ist, beziehen sich die angegebenen Temperaturen auf den Winter und sollen dieselben auch bei größter Kälte und den an dem betreffenden Ort normalerweise herrschenden Windverhältnissen, ohne Forcierung der Öfen oder Zentralheizungskessel, erreichbar sein.

Im Sommer, und bei stark besetzten Lokalen (Theatern, Versammlungsräumen) auch im Winter, ist durch entsprechende Ventilation dafür zu sorgen, daß die Temperaturen nicht zu hoch steigen. Auch diesbezüglich sind Hinweise angebracht.

Die Feststellung der Raumtemperaturen hat normalerweise 1,5 m über Boden, mitten im Raum oder mindestens 1 m von einer Innenwand entfernt oder, wenn nebenan geheizt wird, an einer Scheidewand zu geschehen. Die Thermometer dürfen dabei weder von Türen, noch Fenstern, Heizkörpern usw. direkt beeinflußt werden.

Es ist indessen zu beachten, daß die Temperaturen wenig über Boden bedeutend niedriger sein können als in 1,5 m Höhe, was zu unbefriedigenden Verhältnissen führen kann, selbst wenn der Raum im übrigen gut durchwärmt ist. Solche Zustände können z. B. in Räumen auftreten, die nur hie und da gebraucht werden und zwischenherein starker Abkühlung unterworfen sind (in Kirchen, Parterrelokalen), ferner im untern Teil von Theatern, Kinos, Hörsälen usw. mit stark ansteigenden Böden.

In einem freistehenden, mit einer verpuschten Luftheizung versehenen Lichtspieltheater, das in der Woche nur zweimal gebraucht wird und daher starker Auskühlung unterworfen ist, konnten z. B. bei  $-2^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur 3 Stunden nach Beginn des Anheizens folgende Temperaturen festgestellt werden:

Vorn im Saal, 10 cm über Boden . . . .	9 °C,
vorn im Saal, 1,5 m über Boden . . . .	14 °C,
in Saalmitte 1,5 m über Boden . . . .	15,8°C,
hinten im Saal, 10 cm über Boden . . . .	12,5°C,
hinten im Saal, 1,5 m über Boden . . . .	16,5°C.

Trotzdem nach 3 Stunden Anheizzeit bei  $-2^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur in Saalmitte, 1,5 m über Boden, 15,8°C erreicht wurden, genügte diese Heizung den Anforderungen selbstverständlich nicht. Die Besucher befanden sich beim Sitzen vorn im Saal in Temperaturen von 9—14°C, hinten von 12,5—16,5°C und beklagten sich über ungenügende Temperaturen, insbesondere kalte Füße.

In solchen Fällen muß daher außer der mittleren Raumtemperatur auch die Temperatur an der tiefstliegenden Bankreihe, nahe dem Boden, gemessen werden.

Andererseits ist zu beachten, daß in Kirchen mit Fußbankheizung, in Keller- oder Parterreräumen mit elektrischer Fußbodenheizung (Tresors, Archiven, Schalterhallen) andere Verhältnisse herrschen, weil hier die Wärme direkt an den Füßen frei wird, so daß sich die Besucher behaglich fühlen, auch wenn die mittlere Temperatur in 1,5 m Höhe nicht so hoch ist, wie dies bei gewöhnlicher Heizung der Fall sein muß.

Derartige abnormale Fälle sind daher, unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse, für sich zu behandeln.

#### b) Luftfeuchtigkeit.

Trockene Luft ist im allgemeinen gesünder und angenehmer als feuchte, namentlich als warmfeuchte. Wenn über trockene Luft geklagt wird, so ist daher zuerst zu untersuchen, ob die Übelstände nicht daher rühren, weil an den Heizflächen Staub versengt. Handelt es sich wirklich um abnormal große Trockenheit, so kann meist abgeholfen werden, indem man die Zentralheizung nicht Tag und Nacht weiterbetreibt, sondern die Heizkörper nachts abgestellt oder wenigstens stark drosselt, so daß die Raumluft Gelegenheit hat, abzukühlen und dadurch vorübergehend einen höheren relativen Feuchtigkeitsgehalt anzunehmen, wie das bei periodisch geheizten Öfen der Fall ist.

Daneben gibt es allerdings auch Räume, in denen die Luftfeuchtigkeit gewisse Grenzen nicht unterschreiten darf. Das ist bei gewissen Krankheitsarten in Spitälern, besonders aber aus fabrikationstechnischen Gründen, in Webereien, Spinnereien, Tabakfabriken und andern industriellen Betrieben der Fall. Hierüber enthält Abschnitt XVI nähere Angaben.

## c) Luftmengen.

Eine gewisse Lüftung vollzieht sich bei jedem Raum ohne besondere Lüftungsanlage, da die Fenster und Türen nicht absolut dicht schließen und auch die Mauern, Zwischenböden und Dächer der Gebäude mehr oder weniger luftdurchlässig sind. Die Intensität der natürlichen Lüftung ändert sich mit der Art und Sorgfalt der Bauausführung, dem Temperaturunterschied zwischen innen und außen, der Höhe des Raumes und in besonderem Maße mit den Windverhältnissen. Wind kann den Luftwechsel erheblich steigern, sogar derart, daß es bedeutend schwieriger ist, die Räume bei Wind zu erwärmen, als bei großer Kälte, aber ruhiger Luft. Der Wind drückt nicht nur auf die ihm zugekehrte Gebäudeseite, sondern erzeugt gleichzeitig auf der hinteren Seite einen gewissen Unterdruck, der die Luftströmung durchs Haus noch erhöht. Selbstverständlich ist das nur der Fall bei Wohnungen mit Querlüftungsmöglichkeit, während Sousparterre- und andere Wohnungen ohne Querlüftung weniger gut gelüftet und daher weniger hygienisch sind.

Eine Faustregel besagt, daß sich der Luftinhalt von Räumen mit Backsteinmauern bei  $-20^{\circ}\text{C}$  Außen- und  $+18^{\circ}\text{C}$  Innentemperatur auf natürlichem Wege in der Stunde einmal erneuert. Aus dem vorstehend Gesagten ergibt sich aber, daß der Luftwechsel, je nach den in Frage kommenden Verhältnissen, kleiner (z. B. bei Stahlhäusern) oder größer sein kann. Das letztere ist namentlich der Fall bei leicht gebauten, hohen Räumen, z. B. bei Industriebauten, Ausstellungshallen usw., insbesondere wenn etwa noch undichte Oberlichter vorhanden sind oder, was bei derartigen Bauten vorkommt, gar Fensterscheiben fehlen. Auch in hohen, beheizten Kirchen tritt der natürliche Luftwechsel, namentlich bei undichten Decken, deutlich in Erscheinung, indem bei offenen Türen ein starker Lufteintritt von außen verspürt wird, zu dessen Abhaltung oft Windfänge angebracht werden.

Vom hygienischen Standpunkt aus ist der natürliche Luftwechsel zu begrüßen, sofern er nicht direkt zu Zugscheinungen Veranlassung gibt, und es ist daher von Vorteil, wenn die Mauern wohl warmhaltend, aber nicht ganz luftdurchlässig sind.

Zur Steigerung der so zustande kommenden Lüfterneuerung werden bekanntlich auch Glasjalousien oder Klappflügel in die Fenster, ferner Dachreiter, resp. Dachhüte und bei Shedbauten Dachfirstklappen, aufklappbare Giebelwände oder Giebelflügel eingesetzt. Weiter findet man in den Mauern hochsteigende, im unbenutzten Dachboden oder über Dach ausmündende Abluftkanäle (bisweilen unter Erwärmung der Abluft), die bereits einen Übergang zur künstlichen Lüftung mit Ventilatorbetrieb darstellen.

In den Angaben über die erforderlichen Luftmengen ist der natürliche Luftwechsel nicht mit einbezogen, sondern angegeben, welche Frischluftmengen den mit Ventilatorbetrieb zu erstellenden Lüftungsanlagen zugrunde zu legen sind. Wo Angaben gemacht sind pro Kopf

und als Vielfaches des Rauminhaltes, ist die größere der sich auf Grund der beiden Rechnungsarten ergebenden Zahlen maßgebend.

Gewöhnlich werden (an Orten mit  $-20^{\circ}\text{C}$  Minimaltemperatur) die angegebenen Frischluftmengen nur bis  $-5^{\circ}$  oder höchstens  $-10^{\circ}\text{C}$  zugeführt, bei tieferen Außentemperaturen dagegen derart eingeschränkt, daß der für die genannten Temperaturen berechnete Luftheizapparat zur genügenden Erwärmung noch ausreicht. Dieses Zugeständnis kann ohne weiteres gemacht werden, weil so kalte Temperaturen äußerst selten vorkommen und dann ein erheblicher Luftwechsel auf natürlichem Wege stattfindet.

Im Sommer, wenn die Luft nicht gewärmt werden muß, kann ohne nennenswerte Kosten mit großen Luftmengen gearbeitet werden. Das ist notwendig, wenn die Anlagen (z. B. in Färbereien, Bleichereien, Milchsiebereien, Schweineschlachthallen, Kuttlereien, Naßspinnereien und -zwirnerien, Wasch- und Kochküchen) hauptsächlich als Entnebelungsanlagen dienen, aber auch erwünscht in Theatern, Lichtspielhäusern usw., nötigenfalls unter Kühlung der Zuluft. Die Ventilatoren sind daher für den Sommerbetrieb, die Luftheizapparate für den Winterbetrieb zu berechnen.

Außer bei Räumen, in denen die Luft durch Fabrikationsprozesse oder auf andere Weise in besonderem Maße verdorben wird, ist reichliche Lüftung namentlich bei Lokalen erforderlich, in denen stark geraucht wird (Vereins- und Gesellschaftszimmer, gut besuchte Cafés, Theater, in denen Rauchen gestattet ist usw.). Der Tabakrauch enthält in besonderem Maße Nikotin und Kohlenoxyd. Bei längerer Einwirkung auf den menschlichen Organismus erzeugt er daher Kopfschmerzen und Magenverstimmungen. Als weiterer Nachteil ist der üble Geruch zu bezeichnen, den er nach dem Erkalten im Zimmer und in den Kleidern hinterläßt. Gibt man sich mit einer Milderung dieser Übelstände zufrieden, so genügt ein 5maliger Luftwechsel, werden jedoch gründliche Beseitigung und durchsichtige Luft während der Benutzung des Raumes verlangt, so ist 8—10fache stündliche Lüfterneuerung unerlässlich.

Wenn die Lüftungsanlagen auch als Luftheizungen oder zum Kühlen, Befeuchten oder Entnebeln der Räume dienen sollen, so ist bei der Bestimmung der Luftmengen hierauf Rücksicht zu nehmen. Normalerweise kommt man aber auch für diese Bedürfnisse mit den angegebenen Mengen aus.

Für Aborte und Toiletten ist der angegebene Luftwechsel gleich dem 5—10fachen des Rauminhaltes scheinbar groß angegeben. Die Inhalte dieser Räume sind aber so gering, daß die zu fördernden Luftmengen trotzdem klein ausfallen.

In den Bädern soll die Lüfterneuerung der Ausdünstung der Haut und der Kleider sowie des entstehenden Wasserdampfes wegen nicht zu knapp angesetzt werden. Insbesondere Dusche- und Umkleideräume in Schulen, Kasernen, Fabriken müssen während der kurzen Zeit der Benutzung intensiv (jedoch zufolge richtiger Erwärmung der Zuluft zugfrei) gelüftet werden. Bei Wannenbädern in Spitälern kann man mit einer geringeren Lüfterneuerung auskommen als bei denjenigen

in öffentlichen Badeanstalten, weil sie seltener gebraucht werden. Schwimmhallen sind ebenfalls kräftig zu lüften.

Weitere Bemerkungen, z. B. über die Lüftung von Krankenzimmern in Spitälern, Schulen, Hörsälen, industriellen Betrieben, Großgaragen usw. s. unter den betreffenden Kapiteln.

Es ist zu beachten, daß die angegebenen Werte ausreichende Erwärmung, Lüftung und in den angeführten industriellen Betrieben auch Befeuchtung garantieren, ohne daß die Anlage- und Betriebskosten höher als nötig ausfallen. Bisweilen werden größere Anforderungen gestellt. In Amerika z. B. setzt man die Mindestluftmengen für Raumlüftung manchmal wesentlich höher an als in Europa.

## C. Die nach Gebäudearten geordneten technischen Anforderungen.

### I. Wohnhäuser, einschließlich Autogaragen, Verkaufsläden und Stallungen.

(Gewächshäuser s. Abschnitt II, Großgaragen s. Abschnitt XVI.)

#### A. Heizung.

##### 1. Raumtemperaturen in °C.

Wohn-, Speise-, Herren-, Rauchzimmer, Wohndielen, Dienstzimmer und andere Räume für dauernden Aufenthalt	18°
Schlafzimmer, wenn ausschließlich als Schlafzimmer benutzt	12—14°
Schlafzimmer, wenn auch zum zeitweiligen Aufenthalt untertags bestimmt . . . . .	18°
Kinderzimmer . . . . .	18—20°
Korridore, Flure, Vestibüle usw. bei ausschließlicher Benutzung als Verbindungsraum . . . . .	10—15°
Korridore, Flure, Vestibüle usw. bei Verwendung als Wohn-diele, Warteraum usw. . . . .	18°
Badezimmer . . . . .	20—22°
Aborte . . . . .	15°
Küchen . . . . .	15°
Weinkeller . . . . .	6—8°
Autogaragen . . . . .	nicht unter 5°
Pflanzenkeller . . . . .	nicht unter 5°
Verkaufsläden . . . . .	gewöhnlich 18°
Metzgereien . . . . .	unbeheizt —
Stallungen . . . . .	15°

Bisweilen kommt es vor, daß die Räume ihre Bestimmung wechseln, indem z. B. frühere Schlafzimmer später als Wohnzimmer oder Bureaus benutzt werden. In Rücksicht hierauf ist es angezeigt, alle Räume, die für eine solche wechselnde Benutzung in Frage kommen, auf 18° C heizbar zu machen.

## 2. Heizsystem.

### a) Ofenheizung.

Es kommen z. B. zur Anwendung:

In Wohn-, EB-, Herren- und Kinderzimmern: Kachelöfen (evtl. eingebaut), als Zierde bisweilen Cheminées. Bei einfachen Verhältnissen werden in den Wohnräumen oft Rahmenkachel- oder eiserne Öfen mit Kochrohren bisweilen auch Kachelöfen in Verbindung mit den in den Küchen stehenden Kohlenherden aufgestellt, die aber außerdem für sich heizbar sein sollen.

In den Schlafzimmern sind tragbare Rahmen- oder eiserne Öfen am Platze.

Küchen werden oft durch die Rückseite der eingebauten Wohnzimmeröfen oder die Vorsetzplatten der kombinierten, von der Küche aus zu bedienenden Ofen-Zentralheizungen temperiert. Bei Etagenheizung stellt man den Kessel bisweilen in die Küche, so daß er gleichzeitig als Ofen dient, was aber vom hygienischen und Sauberkeitsstandpunkt aus nicht zu empfehlen ist, auch werden solche Küchen, namentlich in den Übergangszeiten, leicht überheizt. Kommt der Kessel nicht in die Küche zu stehen, so ist es angezeigt, sie mit einem Radiator oder mit Heizrohren zu versehen. Bei Erstellung aller dieser Heizmöglichkeiten ist zu beachten, daß die Küchen durch die verschiedenen Herdarten ungleich stark erwärmt werden. Bei fast ständig im Betrieb stehenden Kohlenherden (z. B. in Pensionen) ist es überhaupt nicht erforderlich, außerdem noch zu heizen, sondern muß eher für Lüftung und damit Kühlung gesorgt werden. Die dauernd warmen Grude- und elektrischen Speicherherde reichen meist auch für die Temperierung der Küchen aus, während bei gewöhnlichen elektrischen oder Gasherden (evtl. sogar nur Rechauds), die nur während den Kochzeiten Wärme abgeben, eine weitere Heizmöglichkeit vorzusehen ist. Die gewöhnlich mit schlechten wärmetechnischen Wirkungsgraden arbeitenden Herde bedeutend stärker als für den Kochbetrieb erforderlich zu feuern, um auf diese Weise die Küche zu heizen, ist nicht wirtschaftlich.

In Wohnküchen muß trotzdem nicht selten der Kochofen sowohl zum Kochen als Heizen dienen. Günstigere Wirkungen als mit Herden allein ergeben sich, wenn ein Kachelaufbau (Sesselofen) mit dem Herd in Verbindung gebracht wird, wobei es durch einfache Klappen- oder Schieberstellungen möglich sein muß, die Rauchgase im Sommer direkt in den Kamin, im Winter zuerst durch den Kachelaufbau zu leiten. Auch solche Heizeinrichtungen kommen jedoch nur für ganz bescheidene Ein- und Zweizimmerwohnungen in Frage. Aus hygienischen und Behaglichkeitsgründen sollen, wenn immer möglich, Küche und Wohnzimmer voneinander getrennt werden. Dabei ist, wie angedeutet, eine Verbindung von Herd und Ofen ebenfalls möglich.

In Korridoren und Treppenaufgängen von Einfamilienhäusern werden oft Dauerbrandöfen oder die Heizkessel der Zentral- resp. Etagenheizungen aufgestellt.

Räume, die an stark benutzte Kamine anstoßen oder von freiliegenden Leitungen der Zentralheizung durchzogen werden, erhalten von daher einen Teil der erforderlichen Heizwärme. Unter Umständen sind sie durch Isolierung der Kaminwände resp. Heizleitungen sogar gegen zu hohe Erwärmung zu schützen.

In verschiedenen Ländern, wie England, Frankreich, Italien bilden Cheminées noch vielfach die alleinige Heizmöglichkeit. Bisweilen sind sie auch zum Kochen eingerichtet. Auch bei bester konstruktiver Durchbildung ist Kaminheizung jedoch eine unwirtschaftliche Heizart, was wohl der Grund ist, daß die Cheminéeöffnungen in neuerer Zeit nicht selten zugemacht und davor kleine, eiserne Öfen aufgestellt werden. (Ein nicht gerade ästhetischer Anblick.)

Eingehende Darstellungen der Ofen- und Herdheizungen enthalten z. B. die Bücher:

Scholtz, W.: Wärmewirtschaft im Siedelungsbau. Berlin: A. Lüttke.

Riedl, J.: Feuerungs- und Heizungstechnik für Kachelofensetzer. Berlin: A. Lüttke.

Verschiedene Schriften der Hauptstelle für Wärmewirtschaft des V. d. I., der Bayerischen Landeskohlenstelle, München, und der Heiztechnischen Zentrale des Deutschen Ofensetzergewerbes, München.

Schachner, R.: Gesundheitstechnik im Hausbau. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

Hottinger, M.: Heizung und Lüftung. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

#### b) Zentralheizung.

Die normale Zentralheizung für Wohnhäuser ist die Schwerkraft-Warmwasserheizung. Bei Miethäusern kommt entweder Heizung von einer gemeinsamen Kesselanlage aus oder Etagenheizung unter Aufstellung der Kessel im Keller oder in den Wohnungen zur Anwendung.

Es ist nicht außer acht zu lassen, daß die Erstellung gemeinsamer Heizung billiger zu stehen kommt und für die Mieter eine große Annehmlichkeit bedeutet. Andererseits kann bei Etagenheizung jeder Mieter so viel resp. so wenig heizen wie ihm beliebt. Bei gemeinsamer Heizung übernimmt meist der Hausherr den Betrieb und die Verrechnung erfolgt entweder pauschal in Form eines jährlich zu bezahlenden festen Betrages oder die Mieter haben, entsprechend den in ihren Wohnungen aufgestellten Heizflächen, einen bestimmten prozentualen Anteil an die Brennmaterial- und Bedienungskosten zu bezahlen. Die Erfahrung lehrt jedoch, daß solche gemeinsame Betriebe leicht zu Streitigkeiten führen. Bei Pauschalverrechnung beschweren sich die Mieter, wenn der Hausherr im Herbst und Frühjahr ihrer Meinung nach zu spät mit dem Heizen beginnt resp. zu früh aufhört oder im Winter nicht hoch genug heizt; und der Hausherr findet Veranlassung zu Reklamationen, wenn die Mieter unnötigerweise Wärme vergeuden, z. B. bei offenen Fenstern heizen. Und bei Verrechnung der jährlichen Auslagen können Streitigkeiten entstehen, wenn einzelne Mieter zu viel Brennmaterial verbrauchen und die andern sich nicht an der Deckung des Mehrbedarfs beteiligen wollen.

Zentralheizung wird neuerdings auch in Kleinwohnungen oft als sog. Kleinheizung zur Erwärmung von nur 2—3 Zimmern angewendet,

wobei die Kessel (von besonderer Ausführung) in den meistbenutzten Zimmern stehen und diese heizen. Verbindung der Zentralheizung mit dem Kohlenherd ist aus verschiedenen Gründen dagegen nicht zu empfehlen, insbesondere deswegen nicht, weil die Hauptwärmebedarfs- und Hauptkochzeiten nicht zusammenfallen und die Herdkessel normalerweise mit ungünstigen Wirkungsgraden arbeiten.

Bei Einfamilienhäusern stellt man den Kessel in den Keller oder, wie schon erwähnt, ins Treppenhaus, die Küche oder einen andern untergeordneten Raum, bisweilen aber auch, wie bei den Kleinheizungen, ins Wohnzimmer. In letzterem Falle wird er vielfach von einem Kachelmantel umgeben oder äußerlich als Kachelofen ausgebildet. Aus hygienischen Sauberkeits- und Annehmlichkeitsgründen soll die Bedienung aber nicht vom Wohnzimmer, sondern von der Küche oder dem Korridor aus erfolgen können, was zudem den Vorteil hat, daß diese Räume zufolge der warm werdenden Vorsetzplatten temperiert werden.

Solche kombinierte Ofenzentralheizungen stehen in der Schweiz in großer Zahl im Betrieb. Bei sachgemäßer Ausführung und Bedienung befriedigen sie recht gut, sowohl was Heizwirkung als Betriebsauslagen anbetrifft. Meist werden auch Koch- und Wärmerohre in die Öfen resp. Kessel eingebaut, so daß während den Wintermonaten zudem viel Kochgas oder (bei elektrischen Herden) Strom gespart werden kann<sup>1</sup>.

Betreffend gemeinsamer Heizung großer Häuserblocks und Siedlungen s. Unterabschnitt f) Fernheizung.

Dampfheizung kommt bei Hochhäusern in Form von Vakuum- (Unterdruck-) Heizung in Frage<sup>2</sup>.

Seit dem Jahre 1926 werden auch sog. Hochhaus-Differential-Vakuumheizungen ausgeführt, welche erlauben sollen, die Dampf-temperatur bei zentraler Regelung bis 60° C herabzumindern<sup>3</sup>. Als Überdruckheizung eignet sich Dampfheizung für Wohnhäuser nicht. In Amerika, wo sie verbreitet ist, geht man davon ab<sup>4</sup>.

Sind bestehende Dampf- in Warmwasserheizungen umzubauen, so können dieselben entweder durch belastete Ventile unter Druck gesetzt

<sup>1</sup> Hottinger: Heizung und Lüftung. S. 32. München u. Berlin: R. Oldenbourg 1926. — Zimmerheizofen „Derric“ für Zentral-Warmwasserheizung. Gesundheitsing. 1926, S. 201. — „Derric“-Kachelofen. Zeitschrift „Das Werk“ vom April 1928, Techn. Mittlgn.

Köhle, E.: Die Kleinzentralheizung in neuzeitlichen Wohnungen, erläutert an in Kiel ausgeführten Siedelungsbauten. Gesundheitsing. 1926, S. 690.

<sup>2</sup> Schulze, A.: Die Vakuum-Dampfheizung. Mittlgn. der Wärmestelle des Ver. D. Eisenhüttenleute 1923, Heft 52; 1926, S. 37, Auszüge im Gesundheitsing. 1924, S. 89, 1927, S. 16. — Ferner Schmitz, J.: Unterdruckheizungen (Vakuum-Dampfheizungen). Gesundheitsing. 1924, S. 358. — Literaturangaben über Vakuumheizung sind zu finden im Gesundheitsing. 1924, S. 89; 1925, S. 60.

<sup>3</sup> Thinn, C. A.: The Sanitary Age 1927, Nr. 16, kurze Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 431.

<sup>4</sup> Brabbée: Neues aus der amerikanischen Heiz- und Lüftungstechnik. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

und mit Wasser betrieben werden, was allerdings meist die Anordnung von Pumpen und die Abänderung der Leitungsnetze bedingt, während die Heizkörper nicht vergrößert werden müssen, weil es infolge des Überdruckes nach wie vor möglich ist, mit 100° C mittlerer Heizkörpertemperatur (entsprechend der bisherigen Dampftemperatur) zu heizen.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Heizkörper zu vergrößern und mit Dampfpatronen zu versehen<sup>1</sup>, während Kesselanlage und Leitungsnetz bestehen bleiben. Die Heizkörper sind in dem Falle nicht ganz mit Wasser zu füllen, damit Ausdehnungsmöglichkeit besteht. Diese Ausführungsart kann auch für Hochhäuser in Betracht kommen.

Ferner ist es bei Dampfheizung zur Herabsetzung der Heizkörpertemperaturen möglich, das Dampf-Luft-Umwälzungsverfahren (Mild-dampfheizung) nach Körting oder Kaeferle zur Anwendung zu bringen<sup>2</sup>, doch haben alle diese Einrichtungen gewisse Komplikationen im Gefolge und kommen daher mehr nur als Notbehelfe in Frage.

Luftheizung ist für Wohnhäuser an Orten mit rauhem Klima, der hohen Betriebskosten und bei Windanfall leicht ungleichmäßigen Erwärmung der Räume sowie auch der Geräuschübertragung durch die Luftkanäle wegen, nicht am Platz. Zudem können die Kanäle meist nicht richtig gereinigt werden, wodurch unhygienische Zustände entstehen. Dieser Übelstand tritt in besonderem Maße in Erscheinung, wenn die Luftgitter in den Boden gelegt werden, so daß Staub und Schmutz von den Schuhen und beim Kehren der Fußböden hinunterfallen. Bei nicht guter Instandhaltung der Feuerluftöfen können auch Rauchgase (evtl. giftige) durch die Luftkanäle in die Wohnräume austreten.

Luftheizungen mit Ventilatorbetrieb, die sich in zahlreichen anderen Gebäudearten gut bewährt haben und mit denen man auch dem ungünstigen Einfluß des Windes mit Erfolg begegnen kann, eignen sich für Wohnhäuser naturgemäß wenig.

Trotz dieser Übelstände trifft man Luftheizung (allerdings mehr an Orten mit mildem Klima und niederen Brennstoffpreisen) in Wohnhäusern gelegentlich an und sind zu dem Zweck Luftheizöfen (Calorifère) zur Aufstellung im Keller, in der Küche oder im Wohnzimmer erhältlich, die mit den zu heizenden Räumen durch Kanäle (Zu- und zweckmäßig auch Umluftkanäle) verbunden sind.

Wird nicht mit Umluft, sondern ausschließlich mit Frischluft geheizt, so stellt sich der Brennmaterialverbrauch besonders hoch, auch haben solche Heizungen stark austrocknende Wirkung. Auf alle Fälle müssen sie den besonderen baulichen Verhältnissen von Fall zu Fall angepaßt werden, wozu es praktischer Erfahrung bedarf. Schablonenhafte Ausführung führt bestimmt zu unliebsamen Mißerfolgen<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 122, 299 u. 315.

<sup>2</sup> Hottinger: Heizung und Lüftung. Aufl. 1926, S. 40. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

<sup>3</sup> Siehe die Ausführungen von Kori: Wärmewirtsch. im Hausbrand 1924, Nr. 3; ferner G. Wegener: Frischluft-Zentralheizung für Wohnhäuser. Wärme- u. Kälte-Techn. 1926, S. 112; H. Gaumitz: Erfahrungen mit einer einfachen Luftheizungsanlage. Gesundheitsing. 1924, S. 313, sowie H. Kori: Feuerluftheizung für Kleinhäuser. Gesundheitsing. 1924, S. 387.

Ein Sonderfall ist der, daß man in palastartigen Gebäuden Warmwasserheizung ausführt, in einzelnen, architektonisch besonders schönen Räumen aus ästhetischen Gründen jedoch keine Heizkörper aufstellen will, weshalb diese mit Warmwasser-Luftheizung versehen werden, und zwar je nachdem mit oder ohne Ventilatorbetrieb. Auch hier ist darauf zu achten, daß die Luftwege leicht gereinigt werden können. Die Luftgitter müssen den erforderlichen freien Querschnitt aufweisen und sind vom Architekten der Innenarchitektur anzupassen. Auch ist durch geeignete Maßnahmen dafür zu sorgen, daß ein unschönes Schwärzen der Wände und Decken über den Luftaustrittsgittern nicht oder wenigstens nicht in störender Weise stattfindet.

Bei Warmwasserzentralheizung werden die meistbenutzten Zimmer für die Übergangszeiten zweckmäßig auch mit einer lokalen Heizmöglichkeit (Kohlen- oder Gasöfen, Stecker zum Anschluß eines elektrischen Heizkörpers usw.) versehen.

Zentralheizungen sollen nur eingebaut werden, wenn die nötigen Mittel zu ihrer einwandfreien Erstellung sowie zum sachgemäßen Betrieb und Unterhalt vorhanden sind. Sonst ist die Aufstellung einfacher aber guter Öfen vorzuziehen<sup>1</sup>.

### c) Elektrische Heizung

leistet, wie soeben erwähnt, zu Aushilfszwecken in den Übergangszeiten unter Verwendung von Stecköfen gute Dienste. Steht genügend billiger Nachtstrom in ausreichender Menge zur Verfügung, so können zur dauernden Beheizung einzelner Zimmer Speicheröfen in Frage kommen (größte Bequemlichkeit und Sauberkeit, aber geringe Reguliermöglichkeit der Wärmeabgabe und meist hohe Installations- und Betriebskosten). Um mit Speicheröfen einwandfreie Verhältnisse erzielen zu können ist wichtig, daß sie außer nachts auch tagsüber während 1 oder 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub> Stunden mit billigem Strom nachgeheizt werden können, weil sonst die Raumtemperatur bis zum späteren Abend zu tief sinkt oder sich bei Verwendung von Hochtarifstrom die Kosten übermäßig hoch stellen.

Außerdem besteht vereinzelt Elektro-Warmwasserheizung mit Wasserspeichern, auch werden hie und da die Steinfußböden von Badezimmer, Dielen usw. auf elektrischem Wege gewärmt.

Wie im Abschnitt „A. Allgemeines“ gezeigt wurde, erfordert elektrische Heizung, wenn sie als ausschließliche Heizart verwendet wird, hohe Anschlußwerte. Zudem weist sie stark schwankenden Strombedarf auf und stellt die größten Anforderungen im Winter, wenn die Wasserkräfte am kleinsten sind, weshalb die Elektrizitätswerke kein Interesse daran haben, ihre Verbreitung stark zu fördern. Selbst in wasserkraftreichen Ländern trifft man daher elektrische Heizung mehr nur in Form von Aushilfsheizungen, ferner zur Beheizung von nur Sonn-

<sup>1</sup> Einen eingehenden Betriebsvergleich zwischen Ofen- und Zentralheizung s. im Gesundheitsing. vom 19. Oktober 1912; ferner K. Schmidt: Zur Wahl des Heizsystems. Zeitschrift „Das Werk“, Januar 1928. — Ferner Schulz: Betriebskosten der verschiedenen Wohnraumheizungen. Gesundheitsing. 1928, S. 609.

tags benutzten Kirchen, von Tram- und Eisenbahnwagen, in industriellen Unternehmungen, die eine eigene Wasserkraft besitzen, gelegentlich auch in Schulhäusern von Gemeinden, die im Winter über Abfallstrom verfügen, in Alpenhotels und in ähnlichen Sonderfällen an.

Im Gegensatz dazu hat in der Schweiz und in anderen Ländern mit bedeutenden hydraulischen Kraftanlagen elektrische Warmwasserbereitung große Verbreitung erlangt (s. den nachfolgenden Unterabschnitt B), und auch die elektrischen Kochherde machen rasche Fortschritte. Bez. der Kosten des Kochens mit Gas und Elektrizität sind weitgehende Untersuchungen angestellt worden und hat sich Gleichheit ergeben, wenn die Kilowattstunde etwa ein Drittel so viel kostet wie 1 m<sup>3</sup> Gas. Ferner haben Erhebungen bei über 1100 schweizerischen Familien des Mittelstandes während eines ganzen Jahres bez. elektrischem Kochen ohne Warmwasserapparat zu folgenden mittleren Zahlen geführt:

für Familien von	2	3	4	5	6 Personen
ist der mittlere monatliche Stromverbrauch	84	104	117	128	138 kWst.

Wird das warme Wasser statt auf dem Kochherd in einem Warmwasserapparat erzeugt, so verringert sich der Kochstromverbrauch um ca. 10—20%.

#### Literatur:

Hottinger, M., u. A. Imhof: Elektrische Raumheizung. Zürich, Stauffacherquai: Fachschriftenverlag u. Buchdruckerei A.-G.; Auszug im Bericht über den XI. Kongreß für Heizung und Lüftung 1924; Gesundheitsing. 1924, S. 549.

Heepke, W.: Die elektrische Raumheizung. Halle a. d. S.: C. Marhold.

Wiedemann, T.: Möglichkeiten der elektrischen Raumheizung in Deutschland. Bericht über den XI. Kongreß für Heizung und Lüftung 1924; Gesundheitsing. 1925, S. 227.

#### d) Ölfeuerung.

kommt bei großen Zentralheizungen, z. B. für größere Wohngebäude, ganze Häuserblocks und Siedlungen in Frage, besonders an Orten mit relativ hohen Kohlen- und niederen Ölpreisen. In Amerika hat Ölfeuerung auch starke Verbreitung bei kleinen Anlagen, z. B. in Einfamilienhäusern, gefunden<sup>1</sup>.

Nach europäischen Ansichten befriedigt jedoch für kleine Zentralheizungen oder gar zum Heizen von Zimmeröfen keines der z. Z. bekannten Ölfeuerungssysteme. Die Brenner, Regler und Preßluft-erzeuger bedingen aufmerksamen und sachgemäßen Unterhalt, was bei großen Anlagen mit entsprechendem Bedienungspersonal von untergeordneter Bedeutung, für den Hausgebrauch jedoch zu kompliziert ist. Zudem erfordern die Preßluftkompressoren ziemlich viel elektrischen Strom, auch macht sich bei Ölfeuerung ein unangenehmer Geruch bemerkbar. Man hoffte die Lösung für Kleinfeuerungen in den sehr einfachen, motorlosen Verdampfungsbrennern (z. B. System Becker<sup>2</sup>) gefunden zu haben, doch haben sich diese Einrichtungen der zeitweilig

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1927, S. 740; ferner die Notiz: Die neue Ölfeuerung „Oil-O-Matic“ für Gebäudeheizung. Gesundheitsing. 1927, S. 710.

<sup>2</sup> Hottinger: Ölfeuerung bei Dampfkesseln und Zentralheizungen. Schweizerische Bauzeitung 1924, S. 44.

auftretenden starken Rauchentwicklung sowie der sich bildenden Ölkoksrückstände wegen ebenfalls nicht bewährt (Erfahrungen mit zahlreichen solchen Anlagen sind namentlich in St. Gallen, Schweiz, gemacht worden).

#### Weitere Literatur über Ölfeuerung:

Wright, E. W.: Ölheizung im Westen der Vereinigten Staaten von Nordamerika. Heating Ventilating Mag. 1924, S. 41. Kurze Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 166.

Hornung, C. J.: Untersuchungen an einer ölbeheizten Zentralheizung für ein Einzelhaus. Heating Ventilating Mag. 1924, S. 56. Kurze Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 166.

Sulzer, Gebr., A. G.: Ölfeuerung für Zentralheizungen. Gesundheitsing. 1924, S. 439.

Körting, J.: Ölfeuerung für Zentralheizungen in Deutschland. Gesundheitsing. 1926, S. 348.

Ehlers u. Plambeck, G. m. b. H.: Ölfeuerungsanlagen für Zentralheizungen und Industrie. Gesundheitsing. 1926, S. 525.

Lang, A.: Über Ölfeuerungen und Beschreibung einiger Anlagen in Holland. Gesundheitsing. 1926, S. 550.

#### e) Gasheizung

kommt bei Wohnhäusern in Betracht in Form von in den Räumen aufgestellten Einzelgasheizöfen (Gasradiatoren) sowie zum Betrieb von Zentral- und Etagenheizkesseln.

An den meisten Orten ist jedoch der Gaspreis für Gasheizung als alleinige Heizmöglichkeit zu hoch (man beachte die Preisvergleiche unter Abschnitt „A. Allgemeines“). Gute Dienste leistet sie bisweilen als Aushilfsheizung in den Übergangszeiten, ferner zum raschen Aufheizen vorübergehend benutzter Räume oder zur Deckung von Spitzenwärmebedarfen bei normalerweise mit Koks betriebenen Zentralheizungen. Automatische Regelung der Gaszufuhr, entsprechend dem augenblicklichen Wärmebedarf (durch Wärmefühler und Temperaturregler<sup>1</sup>), ist aus Wirtschaftlichkeitsgründen angezeigt. Auf sachgemäße Installation (Sicherheitsvorrichtungen, richtige Ableitung der Verbrennungsprodukte wie Verbrennungsgase und Verbrennungswasser, Anwendung von Zugunterbrechern zur Unschädlichmachung von Windstößen usw.) ist die nötige Sorgfalt zu verwenden.

In Badezimmern dienen bisweilen entsprechend konstruierte Gasbadeöfen auch zum Heizen der Räume.

Es werden auch zentrale Gas-Warmwasserheizungen für Kleinwohnungen erstellt, bei denen der im meistbenutzten Zimmer stehende Radiator als Gasheizkessel ausgebildet ist (Darmstädter Radiator „Dariatör“<sup>2</sup>).

An einzelnen Orten hat Gasheizung große Verbreitung angenommen<sup>3</sup>. Andererseits haben die gemachten Erfahrungen an vielen Orten dazu ge-

<sup>1</sup> Illies; Selbsttätige Temperaturregler. Archiv f. Wärmewirtsch. 1927, S. 149.

<sup>2</sup> Bunte, K., u. A. Schneider: Untersuchungen über den Darmstädter Radiatorgasheizofen „Dariatör“. Gas- u. Wasserfach 1928, S. 59. Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 313.

<sup>3</sup> Brabbée; Neues aus der amerikanischen Heiz- und Lüftungstechnik. Gesundheitsing. 1927, S. 725; Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927.

führt, von der Gasheizung wieder abzugehen (teurer Betrieb, Durchfeuchtung der Kaminwände, unangenehme Luft in den Räumen bei Einzelgasheizöfen, Explosionsgefahr). Es ist nicht außer acht zu lassen, daß die Bedingungen für die Zweckmäßigkeit der Gasheizung an verschiedenen Orten sehr verschieden liegen. In Amerika z. B. bildet die in Öfen und Zentralheizkesseln allgemein verwendete backende, schlackenbildende, stark rauchende „Softcoal“ ein sehr unangenehmes Brennmaterial, von dem sich der Amerikaner mit allen Mitteln zu befreien sucht. Die bei uns verbreitete, angenehme Koksfeuerung ist dort verhältnismäßig selten anzutreffen. Das ist ein Hauptgrund, warum Öl- und Gasfeuerung sowie auch die Städteheizungen im Lande der unbegrenzten Möglichkeiten einen so außerordentlich großen Aufschwung genommen haben. Zudem ist der Amerikaner gern bereit, für jede Art Annehmlichkeit höhere Preise zu bezahlen. In dieser Hinsicht ist die Mentalität wesentlich anders als in Europa. Und schließlich verfügt Amerika an gewissen Orten über bedeutende Erdgasquellen, die der Gasfeuerung für Heizzwecke direkt gerufen haben.

Von den zahlreichen in den letzten Jahren erschienenen Publikationen über Raumheizung mit Gas seien genannt:

Strache, H.: Die Verwendung von Gas für Beheizung von Gebäuderäumen. Gesundheitsing. 1925, S. 73; auch erschienen im Bericht über den XI. Kongreß für Heizung und Lüftung 1924.

Vocke, W.: Die heutige Stellung des Zentralheizungsfachmannes zur Gasheizung. Gesundheitsing. 1925, S. 78.

Mirbach, A.: Zentralheizkessel mit Gasfeuerung. Gesundheitsing. 1926, S. 555.

Nuß: Die Raumheizung mit Gas, Besprechung des „Darmstädter Radiators“. Gas- u. Wasserfach 1926, S. 625; Referat im Gesundheitsing. 1926, S. 722.

#### f) Fernheizung.

Wohnkolonien (Siedlungen) und große Häusergruppen (Wohnblocks) mit Mietwohnungen erhalten immer mehr gemeinsame Pumpen-Warmwasserheizung, bisweilen unter Einschaltung von Wärmespeichern zum Ausgleich der Belastungsschwankungen<sup>1</sup>.

Ebenso werden ganze Stadtviertel mit Pumpen-Warmwasser- oder (was in dem Falle gebräuchlicher ist) Dampf-Fernheizung versehen. Man spricht dann von Städteheizungen.

In Amerika, wo die erste Ferndampfversorgung für einen ganzen Stadtbezirk bereits im Jahre 1878 in Lockport, New York, errichtet wurde, haben die Städteheizungen z. T. außerordentlich großen Umfang angenommen. Dasjenige in New York, das größte der Welt, erzeugte im Jahre 1924 rund 2,3 Milld. kg Dampf<sup>2</sup>. Während daselbst für diese

<sup>1</sup> Berlitt: Zentralheizung und Warmwasserversorgung für Klein- und Mittelwohnungen in Wiesbaden. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927. — H. Sinn: Verbesserung des Gesamtwirkungsgrades von Warmwasserheizungsanlagen durch Kupplung der Kessel mit Wärmespeichern. Gesundheitsing. 1927, S. 225; K. Schmidt: Zur Wahl des Heizungssystems. Zeitschrift „Das Werk“, Januar 1928; H. Lier: Wärmetechnische und heiztechnische Fragen im Wohnungsbau. Z. Das Wohnen, offizielles Organ des Schweiz. Verbandes für Wohnungswesen u. Wohnungsreform, März 1928.

<sup>2</sup> Schulz: Städteheizungen in Amerika. Z. V. d. I. 1926, S. 1511. Ferner die Notiz: Ein neues Heizkraftwerk in New York. Archiv f. Wärmewirtsch. 1927, S. 238.

Anlagen meist besondere Kesselhäuser errichtet werden, sind die bisherigen Städteheizungen Deutschlands dadurch zustande gekommen, daß die Kesselanlagen alter, entbehrlich gewordener Elektrizitätswerke verwendet oder veraltete Dampfkraftwerke, unter Benutzung des Abdampfes zur Fernheizung, auf wirtschaftliche Stromerzeugung umgestellt worden sind. Dadurch werden die Vorteile besserer Brennstoffausnutzung unter Verminderung von Rauch, Ruß und Nebel sowie Entlastung der Straßen von Kohle- und Aschetransportwagen erreicht. Die meisten der unter Abschnitt III eingehend dargelegten Vorzüge der Fernheizung in Spitälern gelten auch für Wohnkolonien und Stadtviertel. Andererseits werden die Straßenuntergründe durch die Kanäle zur Aufnahme der manchmal bis zu  $\frac{1}{2}$  m Durchmesser aufweisenden Heizleitungen erheblich belastet. Bei den Städteheizungen wird Dampf für den Ferntransport vorgezogen, weil dabei auch Dampfheizungen und andere Dampfverbraucher angeschlossen werden können und sich die den einzelnen Gebäuden gelieferte Wärme mittels Dampf- oder Kondenswassermessern leicht feststellen läßt. Es sind in letzter Zeit allerdings auch Wärmezähler für Warmwasserheizung auf den Markt gelangt<sup>1</sup>, die, wenn sie sich bewähren sollten, einen großen Mangel beseitigen würden.

Die an die Dampf-Fernleitungen anzuschließenden Warmwasserheizungen sind mit Dampf-Warmwasser-Umformern (Gegenstromapparaten) zu versehen (wie bei Krankenanstalten, Abschnitt III).

Bei Pumpenheizung kann für den Ferntransport der Wärme unter Umständen überhitztes Wasser in Frage kommen. Dabei ist in den Gebäuden zur Herabminderung der Temperatur Rücklaufbeimischung erforderlich oder es können, wie bei Dampf, Gegenstromapparate aufgestellt werden. Bei Rücklaufbeimischung sind die Heizungen in den Gebäuden als Schwerkraftanlagen auszubilden (Recksche Mischwasserheizung<sup>2</sup>) oder es müssen, außer der Zirkulationspumpe in der Zentrale, auch in den Gebäuden Umwälzpumpen angewendet werden.

In kohlenarmen, wasserkraftreichen Ländern, wie z. B. der Schweiz, haben die Städteheizungen keine Verbreitung gefunden, weil hier die Elektrizität durch hydraulische Kraftwerke erzeugt wird und daher kein Abdampf zur Verfügung steht. Dagegen entstehen auch an solchen Orten gelegentlich Fernheizungen in Städten von Müllverbrennungsanstalten, Gaswerken und ähnlichen, viel Abwärme liefernden Betrieben aus. Ferner nehmen die Siedlungs- und Wohnblockheizungen rasch zu.

Ist die Anwendung von Wärmezählern oder -messern zur Feststellung der den einzelnen Abnehmern gelieferten Wärme unmöglich, so erfolgt die Verrechnung entweder pauschal, durch entsprechende Ansetzung der Wohnungsmietpreise, oder indem nach Ablauf jeder Heiz-

<sup>1</sup> Schilling: Messung der Nutzwärme und Meßinstrumente. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

<sup>2</sup> Rietschel-Brabbée: Heiz- und Lüftungstechnik. Berlin: Julius Springer. Ferner Sparsame Wärmewirtsch. 1920, Heft 4, S. 13. VDI-Verlag.

periode die Kosten für Brennmaterial und Bedienung, im Verhältnis zu den in den einzelnen Wohnungen aufgestellten Heizflächen, verteilt werden.

Mit Fernheizung versehene Häuserblocks erhalten in der Regel auch Fern-Warmwasserversorgung, zweckmäßig unter Verwendung geeigneter Wassermesser zur Kontrolle des Verbrauches der einzelnen Abnehmer. Hierfür sind zum Ausgleich der Bedarfsschwankungen genügend große Boiler vorzusehen, ferner Zirkulationsleitungen und Zirkulationspumpen, damit das Wasser nicht zeitweilig stillliegt und erkaltet, sondern sich bis in die Nähe der Zapfstellen in fortwährendem Kreislauf befindet. Nach den bis heute vorliegenden Erfahrungen kann bei 30 Pf./m<sup>3</sup> Wasserpreis mit einem Abgabepreis je Kubikmeter Warmwasser von 1—1,2 *RM* gerechnet und angenommen werden, daß monatlich je Wohnung 1<sup>1</sup>/<sub>2</sub>—3 m<sup>3</sup> verbraucht werden (Loreleiring, Wiesbaden<sup>1</sup>). Man hat sich aber von den Mietern einen Mindestverbrauch garantieren zu lassen, weil sonst unter Umständen so sehr an Warmwasser gespart wird, daß die Anlagen sich nicht verzinsen (Hallgartenstraße, Frankfurt<sup>2</sup>).

Bei der Erstellung von Siedlungen und Häuserblocks ist auch dem Problem der zentralen Waschküche mit Motorbetrieb zum maschinellen Reinigen, Trocknen, Bügeln und Mangeln der Wäsche Aufmerksamkeit zu schenken<sup>3</sup>.

Weitere Literaturangaben über Städte- und Wohnblockheizungen:

Über amerikanische Städteheizung s. u. a.: Schulz, E.: Städteheizungen in Amerika. Z. V. d. I. 1926, S. 1511; ferner Gesundheitsing. 1925, S. 45 u. 46, 239, 260.

Zahlreiche Literaturangaben über Städteheizungen sind zu finden im Gesundheitsing. 1925, S. 60.

Schilling, H.: Die Städteheizung. Gesundheitsing. 1925, S. 239, 357.

Die Städteheizung, Bericht über die vom Verein deutscher Heizungsingenieure E. V., Bezirk Berlin, einberufene Tagung vom 23. u. 24. Oktober 1925. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

Ramspeck: Das Fernheizwerk der Stadt Schwerin unter Verwertung der Abwärme von 5 Dieselmotoren von zusammen 2070 PS. Zentralbl. d. Bauverw. 1925, S. 521. Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 636.

Hottinger: Heizung und Lüftung, Abschnitt Fernheizung. München und Berlin: R. Oldenbourg.

Reineck, K.: Das Heizkraftwerk Barmen. Gesundheitsing. 1926, S. 469 (s. a. Gesundheitsing. 1924, S. 115).

Baugenossenschaftliche Fernheizung und zentrale Warmwasserbereitung in Salzwedel. Gesundheitsing. 1927, S. 219.

Schiel, J.: Die Fernheizung der Stadt Zittau in Mähren. VDI-Mittlg. 1927; S. 123.

Margolis: Grundlagen der Städteheizung. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

Schulz, E.: Städteheizungen im Anschluß an Kraftwerke. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

Véron, M.: Technik und Wirtschaft der Städteheizung. Technique moderne 1927, S. 385; Génie civil 1927, S. 179.

Baudot, M.: Die Stadtheizung von Paris. Génie civil 1927, S. 618.

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1927, S. 764.

<sup>2</sup> Gesundheitsing. 1928, S. 150.

<sup>3</sup> Gesundheitsing. 1927, S. 374, 794.

Berlit: Zentralheizung und Warmwasserversorgung für Klein- und Mittelwohnungen in Wiesbaden. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

Nowotny: Der Wohnhausblock in der Hallgartenstraße Frankfurt a. M. (Zentralheizung, Warmwasserversorgung, Zentralbad und Zentralwäscherei). Gesundheitsing. 1928, S. 145, 570.

Arnoldt: Heizung, Warmwasser-, Luft-, Gas-, Wasser- und Stromversorgung der neuen Klein- und Mittelwohnung und ihre Wirtschaftlichkeit. Gesundheitsing. 1928, S. 353.

Smolinski, H.: Städteheizung mittels Gas oder Wasser. Gesundheitsing. 1928, S. 506.

Weitere Literaturhinweise s. Gesundheitsing. 1928, S. 353.

### g) Garagenheizung.

Hierfür sind ausschließlich feuersichere Heizarten zu verwenden, wobei zu beachten ist, daß in der Garage keine Feuerstellen und auch keine Heizkörper mit so hohen Oberflächentemperaturen vorhanden sein dürfen, daß Selbstentzündungsgefahr evtl. auftretender Benzindämpfe besteht.

Werden Nieder- oder Hochdruckdampf-, Warmwasser- oder elektrische Heizkörper aufgestellt, so sind sie<sup>1</sup> entweder in über 2 m Höhe anzubringen oder dann in 20 cm Abstand mit Drahtgittern oder Eisenblechen zu umschließen. Bei elektrischer Heizung darf die Temperatur der Heizflächen zudem nicht über 200° C steigen. Zur Begründung dieser Vorschriften wird gesagt:

„Wenn auch die Oberflächentemperaturen dieser Art Heizkörper die Selbstentzündungstemperatur von Benzin lange nicht erreichen, so wird doch durch diese Temperaturen, wenn benzingetränkte Putzlappen oder Benzinkannen direkt auf die Heizkörper gelegt oder gestellt werden, die Verdunstung des Benzins beschleunigt, wodurch eine erhebliche Anreicherung des Benzinluftgemisches im Kraftwagenraum eintritt. Ein unglücklicher Zufall kann leicht die Explosion herbeiführen. Nur wenn die Heizkörper in größerer Höhe als 2 m angebracht sind, ist diese Gefahr nicht zu befürchten, weil die Heizkörper dann nicht zum Auflegen von Gegenständen benutzt werden können.“

Die Aufstellung der Heizkörper in der Höhe hat auch den Vorteil, daß die Benzindämpfe, da sie spezifisch schwerer als Luft sind und daher zu Boden sinken, nicht mit ihnen in Berührung kommen, weshalb so angeordnete Heizkörper auch höhere Oberflächentemperaturen annehmen dürfen.

Außer den genannten Heizsystemen können angewendet werden: Luftheizung und feuerdichte Kachelöfen mit Außenfeuerung und ohne Metallteile innerhalb der Garage. Steht billiges Gas zur Verfügung, so kann die Aufstellung eines Gasheizkessels außerhalb und eines damit in Verbindung stehenden Radiators in der Garage dienlich sein. Auch kommen in den Garagen aufgestellte, nach innen vollständig abgeschlossene, von außen her bedienbare Gasradiatoren (z. B. System Prometheus) zur Anwendung. Der hohen Oberflächentemperaturen wegen sind diese Apparate aber stets in der Höhe anzubringen.

<sup>1</sup> Nach den Verfügungen des Preuß. Minist. für Volkswohlfahrt, s. Gesundheitsing. 1928, S. 189.

Erwähnt seien auch noch die von der „Deutschen Wagenheizungs- und Glühstoff-Gesellschaft“ in Charlottenburg hergestellten Dauerbrandöfen für rauchlosen Brennstoff, zum Einsetzen in eine Außenwand resp. Außentür („Dewag“-Autogarage-Heizvorrichtung). Der Heizkörper ist durch einen Mantel vom Garageinnern abgeschlossen und wird von außen her bedient. Ein Überhitzen der Mantelheizfläche ist ausgeschlossen, da ihre Erwärmung durch Luftzirkulation erfolgt. Ein Kamin ist nicht erforderlich, weil als Heizmaterial sog. „Dewag“-Glühsteine verwendet werden. Nach Angabe der Gesellschaft belaufen sich bei einem Preise von 30,— *RM.* je 100 kg Brennstoff die Betriebskosten in 24 Stunden auf 1,50 *RM.*

Selbstverständlich sind bei der Anwendung aller dieser Einrichtungen die örtlichen feuer- und baupolizeilichen Vorschriften, Ministerialerlasse usw. zu berücksichtigen.

Um frei stehende Garagen normaler Größe an beispielsweise 50 Wintertagen auf  $+5$  bis  $+10^{\circ}\text{C}$  zu heizen, braucht es an Orten mit  $-20^{\circ}\text{C}$  Minimaltemperatur in runden Zahlen etwa 1000  $\text{m}^3$  Gas oder 4000 kWst. Beim Anschluß der Garage an die Gebäudewarmwasserheizung geht man gewöhnlich weniger sparsam mit der Wärme um, so daß hierfür mit einem Verbrauch von etwa 1000—1500 kg Koks zu rechnen ist. Trotzdem stellt sich diese Heizart gewöhnlich billiger, da Gas und Elektrizität im Vergleich zu Koks meist teuer sind. Bei an- oder eingebauten Garagen ist der Brennmaterialverbrauch geringer.

Statt die ganze Garage zu heizen, kann man aushilfsweise auch nur die Wagenkühler auf elektrische oder eine andere Weise wärmen und dadurch vor dem Einfrieren bewahren.

Großgaragen s. Abschnitt XVI.

### 3. Heizkörper.

In Wohnhäusern ist unverkleidete Aufstellung einsäuliger Radiatoren unter den Fenstern, am besten auf Konsolen, angezeigt. Verlegung an die Innenwände ergibt billigere, aber weniger empfehlenswerte Anlagen wegen der Platzinanspruchnahme und ungleichmäßigeren Temperaturverteilung in den Räumen. Durch die Aufstellung unter den Fenstern kann auch Zugerscheinungen mit Erfolg begegnet werden, wenn dafür gesorgt wird, daß die niedersinkende, kalte Luft hinter die Heizkörper hinunterströmt, während davor ein warmer Luftschleier hochsteigt. Besondere Bedeutung erlangt diese Maßnahme bei einfachen Fenstern (namentlich wenn sie dazu noch undicht schließen)<sup>1</sup>, ferner bei exponierter, dem Wind ausgesetzter Lage der Gebäude. Es ist bekannt, daß Wind von stärkerem Einfluß auf Zugserscheinungen und Auskühlung der Gebäude ist als große Kälte.

Müssen aus zwingenden Gründen Heizkörperverkleidungen angewendet werden, so sind dieselben, um bequeme Reinigung der Heizkörper zu ermöglichen, leicht aufschließ- resp. wegnehmbar und auch

<sup>1</sup> Eberle: Versuche über die Luftdurchlässigkeit und den Wärmeverlust von Fenstern. Gesundheitsing. 1928, S. 566.

so auszubilden, daß die Luft gut an den Heizkörpern vorbei zirkulieren kann. Verkleidung der Heizkörper verteuert die Anlagen, auch entstehen dadurch erfahrungsgemäß unhygienische Schmutzecken<sup>1</sup>.

In den Hochhäusern Amerikas werden des geringeren Gewichtes und kleineren Platzbedarfes wegen vielfach Stahlblech- an Stelle von gußeisernen Radiatoren verwendet, und auch in Europa sind neuerdings Bestrebungen im Gange, solchen Heizkörpern in vermehrtem Maße Eingang zu verschaffen. Dagegen haben die keramischen Radiatoren keine große Verbreitung erlangt.

In Verkaufsläden sind die Heizkörper, unter Rücksichtnahme auf die häufig aufgehenden Türen, reichlich groß zu bemessen, ferner so zu plazieren, daß sie möglichst wenig Raum wegnehmen und die Wärmeabgabe nicht durch Gestelle usw. behindert wird (s. auch das hierüber unter Abschnitt VIII Gesagte).

Aborte, Autogaragen, Weinkeller, Magazine, Stallungen usw. können bisweilen durch Heizrohre oder hindurchgezogene, nicht isolierte, Leitungen temperiert werden. Wenn nötig, sind außerdem Heizkörper aufzustellen. Ferner werden auch in Küchen und Badezimmern oft vertikal stehende Heizrohre angebracht, in den Badezimmern namentlich dann, wenn sie auch als Wasch- und Ankleideräume benutzt werden und daher ständig zu heizen sind.

Betreffend „Penelheating“, die ohne sichtbare Heizkörper auskommt, s. Abschnitt „Allgemeines“, und bez. elektrischer Heizöfen und Gasradiatoren, das vorstehend Gesagte.

#### 4. Heizkessel.

Normalerweise werden gußeiserne Gliederkessel für Koksfeuerung verwendet, evtl. Sonderkonstruktionen für Gas, Braunkohlenbriketts oder elektrische Beheizung, während für Ölfeuerung, bei Wahl eines entsprechenden Ölfeuerungssystems, die gewöhnlichen Ausführungen verwendbar sind.

Auf die Aufstellungsmöglichkeit im Keller oder in einem untergeordneten Raum der Wohnung, resp. bei kombinierter Ofen-Zentralheizung im Hauptwohnraum, wurde bereits hingewiesen. Aufstellung im Keller hat den Vorzug, daß das Brennmaterial nicht in die Wohnung hinauf, die Asche nicht hinuntergetragen werden muß und die Wohnung durch Kohlenstaub, Asche, Ruß und Rauchgase nicht behelligt wird. Andererseits kann die vom Kessel durch Strahlung abgegebene

<sup>1</sup> S. das hierüber unter „A. Allgemeines“ Gesagte; ferner enthalten beachtenswerte Äußerungen über Ausbildung, Aufstellung und Verkleidung der Heizkörper die Aufsätze: Meier, K.: Neuere Gesichtspunkte über Radiatoren. Gesundheitsing. 1927, S. 198. — Brabbée, C.: Neues aus der amerikanischen Heizungs- und Lüftungstechnik. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927. — Eingehende Angaben über den Einfluß von Heizkörperverkleidungen auf die Wärmeabgabe von Radiatoren sind zu finden in Heft 4 der Mitteilungen der Prüfanstalt für Heizungs- und Lüftungseinrichtungen in Berlin. München und Berlin: R. Oldenbourg 1913.

Wärme bei Aufstellung in den Wohnungen besser nutzbar gemacht werden.

Bei der Beheizung von Miethäusern hat man früher den Etagenheizungen (unter Aufstellung der Kessel in den Wohnungen oder im Keller) den Vorzug gegeben, weil der Betrieb von einer gemeinsamen Zentrale aus leicht zu Streitigkeiten zwischen Mietern und Vermietern führt. In neuerer Zeit wird jedoch, wie schon erwähnt, Fernheizung bei Siedlungen und großen Häuserblocks sowie in Form von Städteheizungen, ferner Fernwarmwasserversorgung, vielfach erstellt und in der Tat bilden Wohnungen, in denen sich die Mieter in keiner Weise um die Heizung zu kümmern haben, und wo ihnen außerdem Warmwasser vor Verfügung gestellt wird, einen nicht geringen Anreiz. Dabei können Kessel für Koks-, Kohlen-, evtl. auch Kohlenstaub-, Gas- oder Ölfeuerung in Frage kommen.

Bei zentralisierten Anlagen ist bequeme Zufahrtsmöglichkeit zum Kohlenlagerraum sowie auch zum Wegtransport der Asche erforderlich. Ferner soll das Kesselhaus möglichst zentral und zudem so gelegen sein, daß es nicht stört, die Wärmeabgabe der Kessel nutzbar gemacht und der Rauch vom vorherrschenden Wind von den Gebäuden weggetrieben wird. Bei ansteigendem Terrain ist es zweckmäßig, wenn seine Unterbringung am tiefstgelegenen Geländepunkt erfolgen kann. Daß die restlose Erfüllung aller dieser Forderungen nicht immer möglich ist, ist selbstverständlich, aber es soll bei der Projektierung wenigstens versucht werden, das Möglichste zu tun.

Und bei Aufstellung der Kessel in den Kellern der einzelnen Gebäude ist darauf zu achten, daß die Kesselräume möglichst zentral in den betreffenden Gebäuden untergebracht werden, Kessel- und Kohlenraum, in Rücksichtnahme auf die Bedienung, nebeneinander zu liegen kommen und das Einbringen des Brennmaterials durch ein Kellerfenster oder einen Schacht bequem erfolgen kann.

## 5. Leitungen.

Am gebräuchlichsten ist das Zweirohrsystem mit unterer Verteilung. Einrohrsystem ergibt billigere Rohrleitungsnetze, erfordert aber teilweise größere Heizkörper, so daß der Preis der Anlagen ungefähr derselbe ist. Obere Verteilung empfiehlt sich in bestehenden Gebäuden mit sehr dicken Fundamentmauern (Gewölben), bei Nichtunterkellerung der Bauten oder wenn das Verlegen der Verteilungen im untern Gebäudeteil aus anderen Gründen nicht wohl angeht. Bei den Etagenheizungen werden die Verteilungen gewöhnlich in der betreffenden Etage, die Sammelleitungen in der darunterliegenden, im Zwischenboden oder hinter der Lamperie angeordnet<sup>1</sup>.

Verteil- und Sammelleitungen über 2" werden gewöhnlich geschweißt. Für kleinere Kaliber ist Verschrauben mit Fittings

<sup>1</sup> Ausführliche Behandlung dieser Fragen in: Hottinger: Heizung und Lüftung. Aufl. 1926, S. 26f.

aus technischen, baulichen und wirtschaftlichen Gründen vorzuziehen, insbesondere in den Wohnstöcken<sup>1</sup>.

Zweckmäßig werden durchweg nahtlos gezogene Rohre verwendet.

Gute Isolation ist überall da erforderlich, wo Wärmeabgabe nicht erwünscht ist oder Einfriergefahr besteht<sup>2</sup>.

In Neubauten ist es, wie schon unter dem Abschnitt „Allgemeines“ betont wurde, angezeigt, die Vertikalstränge und die Verbindungsleitungen nach den Heizkörpern in Mauernischen zu verlegen. Hierbei sind die Leitungen vor dem Zumachen der Schlitzlöcher besonders sorgfältig durchgeführten Dichtigkeitsproben zu unterziehen.

Bei offener Verlegung der Leitungen in den Wohnstöcken sind als Vorteile zu nennen die gute Zugänglichkeit, die Nutzbarmachung der Wärmeabgabe, so daß die Heizkörper entsprechend kleiner gehalten werden können und beim Einbau der Anlagen in bestehende Bauten, daß das Ausspitzen von Mauerschlitzen wegfällt.

Unangenehm ist dagegen, daß über und hinter frei liegenden Leitungen sich Wände und Decken mit der Zeit schwärzen.

Offen verlegte Leitungen sollen daher nach Möglichkeit in untergeordneten Räumen, wie Küchen, Badezimmern, Aborten, Toiletten, Gängen usw. angeordnet werden. In Wohn- und Schlafzimmern lassen sie sich bei Verlegung neben den Fensternischen durch die Vorhänge verdecken.

Um die Kellerräume vor zu hoher Erwärmung zu bewahren, sind daselbst die Leitungen besonders gut zu isolieren und zur Hauptsache durch Vor- und Pflanzenkeller, Waschküchen, Glättezimmer, Brennmateriallagerräume usw. zu ziehen.

Bez. Einzelheiten über Kessel, Heizkörper usw. s. auch Hottinger: Die Beheizung, Warmwasserversorgung und Entstaubung unserer Wohnhäuser. Gesundheitsing. 1911, Festnummer, S. 4.

## 6. Befeuchtungseinrichtungen.

Zur Befeuchtung der Raumluft werden auf Öfen und Radiatoren oft Gefäße (Verdunstungsschalen) mit Wasser gestellt. Wenn dieselben genügend große Verdunstungsoberflächen aufweisen und das Wasser heiß wird, so kann ein gewisser Effekt erzielt werden. Bei auf die Heizkörper von Warmwasser-Zentralheizungen gestellten Gefäßen ist die Verdunstung jedoch sehr gering und auch Sonderausführungen (ins Wasser eintauchende hygroskopische Körper, zwischen die Elemente der Heizkörper gehängte poröse Tongefäße, Zimmerfontänen usw.) taugen im allgemeinen wenig. Aber nicht nur das; Verdunstungsschalen können

<sup>1</sup> Hottinger: Von den Rohrnetzen bei Warmwasser- und Dampfzentralheizungen, Brauchdampfanlagen und Warmwasserversorgungen. Gesundheitsing. 1927, S. 677 und vom 10. November 1928.

<sup>2</sup> Hierüber s. Cammerer: Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie. Berlin: Julius Springer 1928. Weiter die eingehenden Arbeiten desselben Autors in den Mitteilungen der Firma Reinhold & Co., Berlin; ferner den Aufsatz: Auswahl, Bemessung und Berechnung des Wärmeschutzes bei Heizungsanlagen nach neuzeitlichen Gesichtspunkten. Gesundheitsing. 1927, S. 680.

bei Benutzung als Ablagerungsplatz von Zigarrenstummeln, Apfelkernen, Nußschalen, Staub und Schmutz aller Art, direkt zu einem Übelstand werden, weil diese Dinge oft lange Zeit darin liegenbleiben und bei der Inbetriebnahme der Heizung im Herbst geröstet werden.

Im allgemeinen ist in Wohnhäusern von Luftbefeuchtung abzu-sehen, weil trockene Luft gesünder ist als feuchte, namentlich als warm-feuchte. Muß die Luft in gewissen Räumen (Spitälern, Fabriken, Museen usw.) aus medizinischen, fabrikationstechnischen oder andern Gründen feucht gehalten werden, so sind dazu entsprechende Vorkehrungen (starke Wasserverdunstung aus genügend großen, beheizten Verdunstungsschalen resp. Wasserzerstäubung mittels Preßluft in den Räumen oder Befeuchtung der Zuluft, der Luftheizungs- oder Lüftungsanlagen) erforderlich<sup>1</sup>.

Oft wird die Wirkung des an den Heizflächen versengenden Staubes irrümlicher Weise für Trockenheit der Luft gehalten. Die Staub-versengung kann durch Befeuchtung der Luft nicht vermieden, höchstens etwas vermindert werden. Ihre nachteiligen Wirkungen treten in besonderem Maße an Heizflächen auf, deren Temperatur 70° C übersteigt, und zwar handelt es sich dabei nicht nur um Staub der auf den Heizflächen liegt, sondern auch um denjenigen, der in der Luft schwimmt. Reinlichkeit, nicht zu hohe Heizkörpertemperaturen und starke Drosselung der Heizwirkung über Nacht, so daß die Raumluft vorübergehend wieder einen höheren Sättigungsgrad annehmen kann, sind daher von Wichtigkeit.

## B. Warmwasserversorgung.

Die Boiler sind reichlich groß zu bemessen und an die Kessel der Zentralheizungen, in Rücksicht auf die Sommermonate, evtl. auch an besondere kleine Heizkessel, anzuschließen oder außer der Heizschlange mit einem elektrischen Heizeinsatz zu versehen. Beim Vorhandensein von Kohlenherden kann, durch Einbau von Heizschlangen, auch von diesen aus Warmwasser bereitet werden. An Orten, wo billiger Nachtstrom zur Verfügung steht, haben elektrisch beheizte Boiler große Verbreitung gefunden und sich vorzüglich bewährt; bei billigen Heizgaspreisen leisten auch Gasautomaten, Gas-Schnell-Wassererhitzer, Warmwasser-Vorratsapparate, Gasbadeöfen usw. denselben Dienst.

Werden in großen Gebäuden und Siedlungen zentrale Warmwasserversorgung erstellt, so sind Zirkulationsleitungen, bei sehr ausgedehnten Anlagen unter Einbau von Pumpen, vorzusehen, damit das warme Wasser bis in die Nähe der Zapfstellen sich in ständigem Kreislauf befindet. Dagegen sieht man bei Warmwasserversorgungen in kleinen Gebäuden, der geringen Distanzen wegen, oft von Zirkulationsleitungen ab, und auch bei Bauten mittlerer Größe (Villen usw.) ist dies bisweilen der Fall, wenn das Boilerwasser in den Sommermonaten mittels Nachtstrom hochgeheizt wird und sich zufolge der ständigen Wärmeverluste der Leitungen zu rasch abkühlen würde. Allerdings

<sup>1</sup> Hottinger: Heizung und Lüftung. Aufl. 1926, S. 25 u. 258.

kann diesem Übelstand durch Wahl eines genügend großen Speichereinhaltes und beste Isolation der Leitungen begegnet werden.

Soll das warme Wasser nur den Toiletten und Badezimmern zugeleitet und zu Reinigungszwecken benutzt werden, so genügen 40—45° C Vorlauftemperatur. In den Küchen, zum Abwaschen fettiger Geschirre, sind dagegen 55—60° C erforderlich und zu Waschzwecken 70—80° C.

Für die Leitungen der Warmwasserversorgungen sind ausschließlich galvanisierte oder besser verzinkte, nahtlose Rohre und ebenso verzinkte Fittings zu verwenden.

In neuerer Zeit macht die Wasserenthärtung nicht nur bei großen Anlagen in Krankenanstalten usw., sondern auch für den Hausbedarf viel von sich reden.

Daß weiches gegenüber hartem Wasser in verschiedener Beziehung Vorzüge aufweist, ist einleuchtend. Einmal bleiben die Heizflächen in Kesseln, Boilern usw. rein und dadurch leistungsfähig, während beim Absatz von Kalkschichten der Wärmedurchgang ab-, der Brennmaterialverbrauch zunimmt. Weiter werden die sonst infolge des Kalkabsatzes eintretenden Querschnittsverengungen (in Kesseln, Leitungen usw.) vermieden. Stark verkalkte gußeiserne Gliederkessel sind bekanntlich der beim Warmwerden auftretenden Spannungen wegen in hohem Maße dem Defektwerden ausgesetzt. Wasserentkalkung kann daher auch bei etappenweisem Ausbau von Warmwasserheizungsanlagen, der öfteres Entleeren der Anlagen nötig macht, von großem Werte sein. Und schließlich sind die wirtschaftlichen Vorzüge des weichen Wassers bei seiner Verwendung nicht zu unterschätzen. Die letzteren treten namentlich durch Brennmaterial- und Seifenersparnis in Erscheinung.

Die zur Wasserenthärtung ursprünglich benutzte Masse war künstlich hergestelltes, sog. Permutit<sup>1</sup>. Später kamen auch natürliche derartige Massen in den Handel, z. B. unter dem Namen Zeolith, Natrolith usw. Alle diese Stoffe setzen beim Wasserdurchfluß ihren Natriumgehalt gegen den Kalzium- und Magnesiumgehalt des Wassers um. Die Reorganisation erfolgt ohne großen Zeitaufwand mittels Kochsalzlösung. Der Zeitpunkt der Erneuerung kann durch Seifenprobe festgestellt werden, was naturgemäß eine gewisse Aufmerksamkeit erfordert. Nach einer Mitteilung im Engineering 1928, S. 483 beträgt bei den Zeolithapparaten der Salzbedarf bei kleinen Anlagen für 450 l  $\frac{1}{3}$  kg, bei großen für 4500 l 3,5 kg je Erneuerung.

Die Wasserenthärtung geht mit allen diesen Apparaten so gut wie vollständig vor sich<sup>2</sup>, sie erfordern aber, wie gesagt, sorgfältige Instandhaltung.

<sup>1</sup> Balcke, H.: Maßnahmen zur dauernden Verhütung von Steinansatz in Heizungs- und Warmwasserbereitungsanlagen. Gesundheitsing. 1928, S. 385, 480.

<sup>2</sup> So lautet z. B. das Prüfungsergebnis der staatlichen Untersuchungsanstalt in Stockholm vom 30. Juni 1926 in bezug auf die Untersuchung eines Natrolithapparates:

	Leitungswasser	Mit Natrolith enthärtetes Wasser
Kalk . . . . . mg/l	112	1
Magnesia . . . . . "	17	0,5
Gesamthärte . . . . .	13,0°	0,2°

### C. Lüftung, Kühlung und Vermeidung des Beschlagens der Schaufenster von Verkaufsläden.

In Wohnhäusern genügt meist natürliche Lüftung, unterstützt durch Fensterlüftung und nötigenfalls Abzüge aus Aborten, Küchen, Bädern, Waschküchen, Autogaragen und Stallungen<sup>1</sup>.

Umstritten ist die Frage, ob jeder Abort zur Lüftung ein ins Freie führendes Fenster haben muß oder ob es in gewissen Fällen zweckmäßiger ist, hierzu über Dach mündende Abzugsrohre zu verwenden<sup>2</sup>. Dabei ist jedoch nicht nur an den Winter, sondern auch an die warme Jahreszeit zu denken, wenn solche Abzugskanäle versagen, sofern die Luft nicht erwärmt oder auf eine andere Weise für Auftrieb gesorgt wird.

Bei eingebauten Badezimmern ist auf gute Abzugsmöglichkeit der Wasserdämpfe und zugfreie Zuführung von Luft aus den Nebenräumen besondere Sorgfalt zu verwenden, weil sonst Durchfeuchtungen der Wohnungen und sogar Schimmelbildungen die Folge sein können.

Vorratskammern und Speiseschränke sind mit Entlüftungsmöglichkeit nach außen zu versehen.

In den Küchen sollen die Fenster zum Lüften, ohne daß Gegenstände weggenommen oder gar Möbel verstellt werden müssen, geöffnet werden können. Außerdem sind obere aufschließbare Fensterflügel (Klappflügel) anzubringen. Die Fenster resp. Flügel müssen bis unter die Decke reichen, weil sonst im oberen Teil der Küche verdorbene Luft und Wasserdampf stagnieren können. Auf besonders gute Lüftungsmöglichkeit ist in Wohnküchen und Kochnischen zu halten.

Bei den Gasherden gelangen sämtliche Verbrennungsgase in den Raum, während sie bei an Kamine angeschlossenen Kohlen- (und Grude-) Herden abziehen und bei elektrischen Herden überhaupt keine Verbrennungsgase entstehen. Um die aus den Kochtöpfen aufsteigenden Dämpfe und Gerüche auf kürzestem Wege abzuführen, leisten über den Herden angebrachte Dunstfänge, die mit wasserdichten, normalerweise über Dach mündenden Abzugskanälen verbunden sind, gute Dienste. Bei Kohlenherden können die Abzugskanäle auch unter den Rost der Feuerung geleitet werden und entweicht die abgesaugte, mit Wasserdämpfen und Gerüchen geschwängerte Luft dann durch den Kamin.

Bisweilen werden die Mantelkanäle der Formsteinkamine (Schoferkamine usw.) als Luftabzugskanäle benutzt, wobei der Auftrieb infolge des Wärmeübergangs von den Rauchgasen an die hochsteigende Luft gesteigert, aber auch die Glanzrußbildung in den Kaminen erhöht und evtl. der Kaminzug beeinträchtigt wird.

Bei Verwendung von Öfen, Cheminées, Gas- oder Kohlebadeöfen, Kohlenherden usw. tritt eine Erhöhung des natürlichen Luftwechsels durch das Absaugen der Verbrennungsluft aus den Räumen ein.

<sup>1</sup> Betr. Stallungen s. Fairbanks: Dairy stable ventilation. Agr. Eng. Jg. 1927, Nr. 2, S. 34.

<sup>2</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 591.

Ventilatoren zum Absaugen der Luft werden in Privathäusern dagegen selten angewendet. Bez. Lüftung zentraler Waschküchen s. das unter Abschnitt IIID Gesagte.

Bisweilen wird auch nach einfachen Kühleinrichtungen für die Sommermonate verlangt, doch kann hierfür nichts Besseres empfohlen werden als gute Durchlüftung der Räume während der kühlen Nacht- und Morgenstunden, so daß sich die Mauern auskühlen und tagsüber als Wärmespeicher dienen. Auch Tischventilatoren leisten gute Dienste, weil die Hautoberfläche zufolge der Luftbewegung stärker gekühlt wird und auch die Verdunstung in erhöhtem Maße vor sich geht, Künstliche Ventilationsanlagen zwecks Zuführung gekühlter Luft und Aufstellung von Kältemaschinen, wie sie in Spitälern, Theatern und in warmen Klimaten auch in Geschäftshäusern mehr und mehr eingerichtet werden, kommen für Privathäuser, der hohen Kosten wegen, nicht, resp. nur für eigentliche Kühlräume in Frage.

Unmöglich zu verwirklichen ist der immer wieder auftauchende Vorschlag, die Warmwasserheizanlagen im Sommer von kaltem Wasser durchströmen zu lassen und derart die Heiz- als Kühlkörper zu benutzen, weil dabei starke Kondensationserscheinungen (Tropfenbildungen) an den Heizkörpern und Leitungen auftreten würden, wie das im Sommer an nicht isolierten Kaltwasserleitungen vielfach beobachtet werden kann. Zudem wäre der erreichbare Kühleffekt auf diese Weise, des geringen Temperaturunterschiedes zwischen Luft und Heizkörpern wegen, sehr gering.

Bei den Gebläseheizkörpern von Lüftungsanlagen wird dieses System bisweilen angewendet, weil dort die Verhältnisse insofern anders liegen, als das sich bildende Schwitzwasser leicht aus dem Luftweg in die Kanalisation abgeleitet werden kann und die Wärmedurchgangszahlen durch die Kühlflächen, zufolge der hohen Luftgeschwindigkeit, größer sind.

Die Vorkehrungen zur Vermeidung des Beschlagens der Schau- fenster von Verkaufsläden sind in einem Aufsatz von O. Ginsberg<sup>1</sup> besprochen. Danach ist die Freihaltung der Schaufenster von Niederschlägen und die Bildung von Eis bei Auslagen, die von den Verkaufsräumen nicht abgetrennt sind, nur mit Doppelfenstern durchführbar. Dagegen genügt dichter Abschluß durch eine Trennungswand auch bei einfachen Fenstern meist. Wird außerdem Luftzirkulation zwischen Schaufensterraum und dem Freien durch Anbringen entsprechender Öffnungen herbeigeführt, so läßt sich der gewünschte Effekt mit Sicherheit erreichen. Ist mit Rücksicht auf die ausgelegten Waren eine mäßige Erwärmung der Luft erforderlich, so genügt eine Temperatur von 5—10° C. Als Heizkörper können glatte Warmwasser- oder Dampfheizrohre, elektrische Heizkörper oder, im Notfall, in Luftheizkammern aufgestellte Öfen dienen. Bei Warmwasserheizung sind Maßnahmen gegen das Einfrieren zu treffen. Offene Gasflammen in den Auslagen sind, der Wasserbildung wegen, zu vermeiden.

---

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1925, S. 435.

## II. Gewächshäuser, Wintergärten, Treibbeete, Vermehrungen, beheizte Freilandkulturen, im Freien liegende beheizte Teiche.

### A. Heizung.

#### 1. Temperaturen in °C.

Kalthäuser (Frigidarien), Pflanzenkeller . . . . .	3—6°
Temperierte Häuser (Tepidarien) . . . . .	10—15°
Warmhäuser (Kaldarien) . . . . .	18—25°, unter Umständen bis 30°
Vermehrungen . . . . .	18°
Wintergärten . . . . .	18°
Treibbeete: temperieren, so daß Frostgefahr ausgeschlossen ist.	
Traubengewächshäuser . . . . .	20—25° u. m.

Beheizte Freilandkulturen: temperieren durch in die Erde gelegte, oder von oben her strahlend wirkende Heizrohre. Nur wirtschaftlich, wenn die Heizwärme in Form von Abwärme kostenlos zur Verfügung steht.

Beheizte, im Freien liegende Teiche: Wassertemperatur zum Ziehen tropischer Seerosen (*Victoria regia*) usw. 30° C. Im Winter entleert. Bei der Berechnung des Wärmebedarfs ist zu berücksichtigen, daß Wärme erforderlich ist: 1. zur Deckung des Wärmeentzuges zufolge der Wasserverdunstung, 2. des Wärmeverlustes durch Leitung ans Erdreich und an die Luft, 3. zur Anwärmung des nachfließenden Wassers. Hiervon ergibt 1. den weitaus größten Betrag.

#### 2. Heizsystem.

Das geeignetste System ist Schwerkraft-Warmwasserheizung. Ausnahmsweise ist auch schon elektrische Heizung erstellt worden<sup>1</sup>.

Dampfheizung eignet sich der hohen Heizkörpertemperaturen und ungenügenden Regulierbarkeit der Wärmeabgabe wegen nicht und auch die früher oft erstellten gemauerten Kanalheizungen sind überholt.

Zum Schutz gegen starke Wärmeverluste können Kalthäuser zur Überwinterung von Orangen, Lorbeer, Granatäpfeln, Myrten usw. mit Brettern gedeckt werden, während die Warmhäuser mit lichtbedürftigen Kulturen nicht beschattet werden dürfen. Sie erfordern, der hohen Temperaturen und großen Wärmedurchlässigkeit der Wände wegen, daher sehr kräftige Heizungen.

#### 3. Heizkörper.

Als Heizkörper sind glatte Rohre, evtl. Rohrregister zu verwenden, die meist unter den Gestellen, den Mauersockeln und den Fenstern entlang, sowie den Raum durchziehend, angeordnet werden. Es ist dafür zu sorgen, daß sich die Pflanzen überall in der gleichen Temperatur befinden, nicht einzelne Teile zu starker Wärmeeinwirkung ausgesetzt sind.

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1925, S. 504.

Bei Warmwasserheizung ist Einzelabstellbarkeit der Heizrohre nicht erforderlich, weil durch Veränderung der Heizwassertemperatur genügend Reguliermöglichkeit besteht und Einzelabstellung unnötige Verteuerung der Anlagen herbeiführt.

Aus Reinlichkeitsgründen ist die Verwendung von Rippenrohren zu unterlassen, weil der Schmutz zwischen den Rippen nicht gut herausgeputzt werden kann und aus dem gleichen Grunde ist davon abzu- sehen, Heizrohre in mit Gittern versehene Fußbodenkanäle zu legen.

Die Vermehrungsbeete, in denen man Stecklinge zieht, Veredlungen bis zum ersten Austreiben unterbringt und im Winter Maiblumen und andere Blumenzwiebeln treibt, werden an den Seiten der Häuser, dicht über den Heizrohren angebracht oder mit einer eigenen Heizvorrichtung versehen.

Das Warmhalten der Treibbeete erfolgt in der Regel, indem man den Boden aushebt, die Grube mit frischem Pferdemist füllt und denselben mit Erde bedeckt. Sollen statt dessen Heizrohre angebracht werden, so sind dieselben nicht in die Erde, sondern an die Seitenwände der Kasten zu legen. Bei beheizten Teichen liegen sie im Bodenschlamm.

Zum Temperieren des Wassers in den mit Regen- und nötigenfalls Leitungswasser gespeisten Wasserbehältern der Gewächshäuser werden oft Heizrohre durch dieselben gezogen, wobei auf gute Dehnungsmög- lichkeit der Rohre beim Warmwerden und trotzdem vollständiges Dichthalten der Bassinwände Rücksicht zu nehmen ist. Ferner sind sie möglichst tief in die Behälter zu legen, weil sich nur die über ihnen liegende Wasserschicht richtig erwärmt. Die Rohre dürfen auch die Reinigung der Reservoirs nicht hindern. Künstliche Erwärmung des Wassers ist namentlich bei an den Außenwänden liegenden Behältern erforderlich, während bei ihrer Anordnung im Innern und genügender Größe, so daß das Wasser Gelegenheit hat, längere Zeit in ihnen liegen- zubleiben, bisweilen auf den Einbau von Heizrohren verzichtet wird. Es hängt das auch mit dem Zweck, dem das Treibhaus zu dienen hat, zusammen.

#### 4. Heizkessel.

Sofern die Gewächshausheizung nicht an eine Gebäude- evtl. Fern- heizung angeschlossen wird, stellt man in einem abschließbaren Vor- raum oder einem Anbau Klein-Warmwasserheizkessel mit Koks-, aus- nahmsweise Gasfeuerung, auf. Bei Gasfeuerung muß, der Pflanzen wegen, besonders streng darauf geachtet werden, daß sich die Feuerstelle nicht im Pflanzenraum selber befindet.

Außerdem gibt es in Hinsicht auf das Verbrennen von Gartenabfällen konstruierte Sonderkessel (z. B. den Höntsch-Universalkessel). Bis zu einem gewissen Maße lassen sich Gartenabfälle jedoch auch in den gewöhnlichen Füllfeuerungskesseln verbrennen, die sich natürlich für den normalen Betrieb besser eignen.

Beim Anschluß an eine andere Heizung ist darauf Bedacht zu nehmen, daß die Gewächshäuser bei sinkenden Außentemperaturen, ihrer großen Glasflächen und evtl. Eisensprossen (die die Wärme bedeutend besser

leiten als Holzsprossen und zudem viel Tropfwasser ergeben) sowie der meist geringen Mauermassen wegen, besonders starker Abkühlung unterworfen sind und daher auch an kühlen Tagen (resp. Nächten) der Übergangszeiten heizbar sein müssen. Es ist deshalb unter Umständen erforderlich, trotz der Heizbarkeit von außen her, im Gewächshaus auch einen Heizkessel oder sonst eine, z. B. elektrische, Aushilfsheizung vorzusehen. Es hängt das von der Lage und Bauart des Gewächshauses sowie von der Art der darin zu kultivierenden Pflanzen ab. Die eigentlichen Kulturhäuser für ausländische Pflanzen sind nötigenfalls auch den Sommer über zeitweise zu heizen.

## B. Lüftung.

Gute Lüftungsmöglichkeit ist bei Gewächshäusern von größter Wichtigkeit. Meist wird sowohl Boden- als Deckenlüftung vorgesehen. Zur Bodenlüftung können in den Sockelmauern, unter den seitlichen Gestellen, Öffnungen ausgespart werden. Außen werden sie mit Drahtgeflecht versehen und zur Regulierung des Lufteintrittes dienen leicht bedienbare Klappen oder Schieber. Gut ist es, wenn die einströmende Luft so geführt wird, daß sie sich an den Heizrohren erwärmt. Zur Deckenlüftung werden in den schief liegenden Glasflächen am besten Klappfenster angebracht, die sich nach außen öffnen lassen, so daß es es (im Gegensatz zu bloßen Schiebern) auch bei offenen Fenstern nicht hereinregnen kann. Die Bedienung muß ebenfalls mühelos erfolgen können, womöglich, wie auch diejenige der Lufteintrittsschieber, derart, daß sich sämtliche Stellvorrichtungen einer Seite auf mechanischem Wege gleichzeitig betätigen lassen.

Bei der Anordnung und Größenbemessung der Öffnungen ist darauf zu achten, daß die Lüftung reichlich ist und alle Teile der Gewächshäuser umfaßt, jedoch die Pflanzen dem Zug nicht ausgesetzt sind.

Um die Raumluft feucht zu halten, ist ein möglichst großer Teil des Bodens auszuheben und die Grube mit Koks oder einem anderen porösen und daher viel Wasser aufnehmenden Material zu füllen. Bisweilen werden auch künstliche Berieselungseinrichtungen vorgesehen.

## C. Schutz gegen zu hohe Erwärmung und zu starke Belichtung.

Zum Schutz gegen zu hohe Erwärmung und Belichtung durch die Sonne dienen Schattenvorrichtungen (rollbare Decken aus Holzlättchen, Kokosgeflecht, Schilf oder Stroh). In kalten Winternächten können diese Decken auch zum Schutz gegen zu starke Abkühlung verwendet werden. Bisweilen werden die Scheiben über die Sommermonate außerdem mit einem Anstrich, bestehend aus Wasserglas und Kreide oder Öl und z. B. grüner Wasserfarbe, versehen. Champignonkulturen haben kein Lichtbedürfnis.

Literatur betr. Gewächshausheizung s. Gesundheitsing. 1926, S. 388 u. 675, ferner

Schnurbusch, O.: Die praktischen Kultureinrichtungen der Neuzeit. III. Teil. Leipzig: H. Voigt.

### III. Kranken-, Heil- und Irrenanstalten, Kliniken, Sanatorien, Asyle usw.

#### A. Heizung.

##### 1. Raumtemperaturen in °C.

Die Raumtemperaturen sind den Wünschen des leitenden Arztes entsprechend zu wählen. Im allgemeinen können etwa angenommen werden für:

Krankenräume . . . . .	18—20 <sup>0</sup>
Kinderkrankenzimmer . . . . .	20 <sup>0</sup>
Vorbereitungsräume . . . . .	20 <sup>0</sup>
Untersuchungszimmer . . . . .	20 <sup>0</sup>
Operationsräume . . . . .	bis 25 <sup>0</sup> u. m.
Röntgenräume . . . . .	20 <sup>0</sup>
Therapeutikum . . . . .	16—18 <sup>0</sup>

In neuester Zeit werden Versuche gemacht, gewisse Krankenräume (z. B. für chronische Bronchitis) im Sommer auf 5—6<sup>0</sup> C zu halten zwecks Erzielung ähnlicher Verhältnisse wie bei der Freiluftbehandlung im Winter.

Sezierräume . . . . .	18 <sup>0</sup>
Warteräume . . . . .	18 <sup>0</sup>
Verwaltungsräume (Bureaus usw.) . . . . .	18 <sup>0</sup>
Privatzimmer des Personals (Ärztzimmer, Schwesternzimmer) . . . . .	18 <sup>0</sup>
Festsaal, Unterhaltungsräume, Bibliothek . . . . .	18 <sup>0</sup>
Betsaal oder Kapelle (unter Rücksichtnahme auf die Kranken) . . . . .	18 <sup>0</sup>
Korridore und Aborte . . . . .	16 <sup>0</sup>
Badezimmer für gewöhnliche warme Bäder . . . . .	20—22 <sup>0</sup>
Römisch-irische Bäder	
Ankleide- und Nachschwitzraum . . . . .	22 <sup>0</sup>
erster Schwitzraum (Tepidarium) . . . . .	40—50 <sup>0</sup>
zweiter Schwitzraum (Sudatorium) . . . . .	50—70 <sup>0</sup>
Wasch- und Brauseraum (Lavacrum) . . . . .	25 <sup>0</sup>
Küchenräume (Hauptküche, Diätküche, Milchküchen, Spülküche, Zurüsträume und Speiseausgaben) . . . . .	15 <sup>0</sup>
Glättere . . . . .	15 <sup>0</sup>
Waschküche (sowie auch weiteres über die Kochküche) s. unter den Abschnitten C und D.	
Autogaragen . . . . .	nicht unter 5 <sup>0</sup>
Leichenhäuser s. Abschnitt XXI.	

##### 2. Heizsystem.

Für Spitalanlagen ist Warmwasserheizung das geeignetste System, und zwar bei einem einzigen, in horizontaler Richtung nicht allzu weit

ausgedehnten Gebäude Schwerkraftheizung, bei größern Abmessungen Pumpenheizung. Sind mehrere Gebäude (erstellt als Korridorbauten oder im Pavillonssystem) vorhanden, so ist Fernheizung angezeigt. Der Ferntransport der Wärme kann durch Wasser oder Dampf erfolgen. Bei überhitztem Wasser ist das unter Abschnitt I über Fernheizung Gesagte zu berücksichtigen. In den Wirtschaftsgebäuden, Leichenhäusern usw. kann Niederdruckdampfheizung angewendet werden.

Fernleitung der Heizwärme durch Dampf kommt namentlich an Orten in Betracht, wo von früher her teilweise Dampfheizung besteht oder starkes Ansteigen des Terrains die Erstellung von Fern-Warmwasserheizung (der auftretenden Drücke wegen) verunmöglicht. Dampf-Fernleitung ist insofern praktisch, als in den Gebäuden von Krankenanstalten, außer Heizwärme, auch Dampf zum Kochen, Waschen, Desinfizieren, Sterilisieren und zum Betrieb von Milch- und Teekochern, evtl. auch zur lokalen Warmwasserbereitung, benötigt wird.

Beim Studium der Wärmeversorgungsfragen ist jedoch zu beachten, daß der Bedarf an Wärme für diese Zwecke das ganze Jahr vorliegt, während die Heizung (an Orten mit  $-20^{\circ}\text{C}$  niedrigster Außentemperatur) in Spitalern nur an etwa 220 Wintertagen verfügbar sein muß. Die Inbetriebnahme hat meist zu erfolgen, wenn an zwei aufeinanderfolgenden Tagen um 21 Uhr im Freien eine Temperatur von  $+10$  bis  $+13^{\circ}\text{C}$  herrscht. Dabei ist allerdings auch die übrige Wetterlage in Berücksichtigung zu ziehen, starre bezügliche Vorschriften können nicht aufgestellt werden. Gewisse Räume, insbesondere die Operations- und Gebärsäle, einzelne Bäder, die Abteilungen mit besonders empfindlichen Kranken, Polikliniken und Kinderzimmer müssen jedoch auch an kühlen Sommertagen heizbar sein.

Wenn Warmwasser-Fernheizung erstellt wird, so sind daher für die technischen Zwecke und die Sommerheizung trotzdem kleinkalibrige Ferndampfleitungen oder für die Heizung allein kleinkalibrige Fern-Warmwasserheizleitungen zu verlegen<sup>1</sup>, sofern man nicht vorzieht, die hierfür nötige Wärme in den Krankengebäuden lokal zu beschaffen. Für die Sommerheizung kommen in Betracht: bei ständig unter Druck stehenden Dampfleitungen Anschluß von in die untern Naben einzelner Warmwasserradiatoren eingeschobenen Dampfheizpatronen<sup>2</sup>, oder die Aufstellung einzelner besonderer Dampfheizkörper, sonst evtl. elektrische Stecköfen, während Gas- oder Kachelöfen an diesen Orten aus hygienischen Gründen nicht am Platze sind. Auf alle Fälle muß dafür gesorgt werden, daß zeitweise unbenutzte, vielleicht aber plötzlich benötigte Räume, wie Operations- und Gebärsäle, Polikliniken usw., jederzeit (auch nachts) rasch hochheizbar sind.

Auch die Milch- und Teekoher, Sterilisationapparate usw. werden bei nicht verfügbarem Dampfanschluß meist elektrisch betrieben, wogegen sich Gas auch für diese Zwecke weniger eignet. In seinem interessanten, von viel Erfahrung zeugenden Aufsatz: „Baufragen

<sup>1</sup> Hofmann: Kraft- und Wärmeezentrale in der Hebammenlehranstalt in Heerlen. Gesundheitsing. 1926, S. 183.

<sup>2</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 122, 299; 1927, S. 315.

in Krankenhäusern“ im Gesundheitsing. vom 27. Aug. 1927 sagt Dr. Alter:

„In sämtliche Räume eines Operationstraktes gehören ausgiebige Installationen für Kalt- und Warmwasser, Dampf, Licht- und Kraftstrom. Gas soll dagegen nur zugeführt werden, wenn das aus irgendeinem Grunde unbedingt notwendig ist; jede Gasleitung und Gasbenutzung ergibt zu all den andern Ansprüchen an die Lüftung im Operationstrakt eine weitere Luftverschlechterung. Auch in den Laboratorien soll man das Gas, soweit das irgend möglich ist, durch Elektrizität zu ersetzen suchen, um die Luftverschlechterung nach Möglichkeit zu vermindern. Es gilt für die Lufthygiene im Krankenhaus das gleiche wie für die Schallhygiene: Vorbeugen. Ein Verhüten von störenden Geräuschen und unangenehmen Gerüchen ist immer zweckmäßiger und im Betrieb meist sehr viel billiger als jeder Versuch zu einer architektonischen Schallsicherung oder einer maschinellen desodorisierenden Lüftung.“

(Bez. Warmwasserversorgung siehe den nachfolgenden Unterabschnitt 6.)

Einen Sonderfall stellen die Zellen der Tobsüchtigen und Unreinen dar, die entweder mit verdeckt aufgestellten Heizkörpern und außerdem Lüftung oder mit Luftheizung unter Zuführung erwärmter Frischluft mittels Ventilatoren zu versehen sind. Die Lufterneuerung soll in der Stunde mindestens das 3—5fache des Rauminhaltes betragen. Die Erwärmung der Zuluft kann durch an die Fernheizung angeschlossene Gebläseheizkörper erfolgen.

In kohlereichen, wasserkraftarmen Ländern werden in Spitälern oft Kraft- und Heizanlagen miteinander verbunden, indem Hochdruckdampf erzeugt und dessen Spannung zuerst in Dampfturbinen oder Dampfmaschinen zwecks Erzeugung von elektrischem Strom ausgenutzt wird. Der Strom dient dabei entweder ausschließlich Eigenzwecken der Krankenanstalt oder wird z. T. nach auswärts, beispielsweise ins städtische Netz, geliefert<sup>1</sup> und der Abdampf findet mit Vorteil zum Betriebe der Pumpen-Warmwasserheizung und evtl. der Fern-Warmwasserversorgung Verwendung. Für die Ferndampfversorgung wird des erforderlichen Druckes wegen dagegen meist Zwischen- oder Frischdampf benutzt, sofern man es nicht vorzieht, den Dampfdruck in der Maschine nur bis etwa 2 atü hinunter auszunutzen<sup>2</sup>. Solche Verbindungen von Kraft- und Heizbetrieben sind im allgemeinen gut durchführbar, weil zu Zeiten geringen Strombedarfs auch das Heizbedürfnis klein ist und zeitliche Verschiebungen innerhalb gewisser Grenzen durch Speicherung, entweder der Abdampfwärme z. B. in den Boilern der Fern-Warmwasserversorgung oder des zuviel erzeugten elektrischen Stromes in Akkumulatoren, ausgeglichen werden können.

Zur Ermittlung des jeweils günstigsten Falles sind die örtlichen Verhältnisse zu studieren und eingehende Rentabilitätsberechnungen durchzuführen. Im allgemeinen kann aber gesagt werden, daß, wenn nicht

<sup>1</sup> Alter: Technische Verbesserungen und Neuerungen im Krankenhaus. Gesundheitsing. 1927, S. 21.

<sup>2</sup> Fernheizung für die große Krankenanstalt des Staates Bremen. Gesundheitsing. 1927, S. 594. Ferner ist ein gutes Beispiel die Abdampfheizung im Krankenhaus Halifax, Nordengland, s. Engineering 1925, S. 287; Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 414.

besondere Gründe dagegen sprechen, am besten erstellt werden: Pumpen-Fernwarmwasserheizung (wobei der Ferntransport der Wärme, wie angedeutet, bisweilen durch überhitztes Wasser geschieht), Fern-Dampf- und ins Kesselhaus zurückführende Kondenswasserleitungen zur Versorgung der Dampfverbrauchsstellen sowie der Sommerheizung und schließlich Fern-Warmwasserversorgung zur Bedienung der Warmwasserzapfstellen. Das letztere ist besonders am Platze, wenn in der Zentrale Abwärme irgendwelcher Art in größerer Menge zur Verfügung steht.

Der für eine projektierte oder bestehende Anlage zu erwartende normale Kohlenverbrauch kann vom Fachmann unter Berücksichtigung der Bettenzahl, Bauart, Bauausführung, Lage und Benutzung der betreffenden Krankenanstalt angenähert berechnet bzw. nach den in ähnlichen Anstalten gemachten Erfahrungen angegeben werden. Dadurch ist die Anstaltsleitung in der Lage, die Zweckmäßigkeit der Projekte resp. ihrer bestehenden Anlagen in wirtschaftlicher Beziehung zu beurteilen. Nach den interessanten Erhebungen von A. Schulze<sup>1</sup> haben die allgemeinen Krankenhäuser den größten Wärmeverbrauch, während derjenige der Irrenanstalten nur etwa halb so groß ist. Auffallend hoch ist derjenige der Spezialkrankenhäuser unter 200 Betten.

Durch die Zentralisation der Heizung, Warmwasser- und Dampfversorgung ergeben sich folgende Vorteile:

1. Beseitigung oder wenigstens Verminderung der Rauch- und Rußplage. In Rücksicht hierauf ist es auch günstig, Koksfeuerung vorzusehen und das Kesselhaus so zu legen, daß die Rauchgase durch die vorherrschenden Winde von der Krankenanstalt weggetrieben werden. Allerdings ist das letztere nicht immer möglich, weil noch andere Rücksichten, z. B. auf bequeme Zufahrtsmöglichkeiten der Kohlen- und Aschetransportwagen, die Terrainverhältnisse, die Nachbarn u. a. m. zu nehmen sind.

2. Das Areal der Krankenanstalt wird nicht durch den Transport von Kohle, Asche und Schlacken belästigt, weil sich dieser vollständig auf die Zentrale beschränkt. Das führt zu nennenswerten wirtschaftlichen und hygienischen Vorteilen, namentlich wenn gute Zufahrtsmöglichkeit oder gar Geleiseanschluß zum Kohlenraum besteht.

3. Der Kaminfeger hat die Wohngebäude nicht mehr zu betreten, was vom hygienischen Standpunkt aus ebenfalls begrüßenswert ist und Ersparnisse bedingt.

4. Der zentralisierte Betrieb erfordert weniger Bedienungs-personal, was aus wirtschaftlichen und Sicherheitsgründen (z. B. bei Streiks) von Vorteil ist.

5. In den Gebäuden werden wertvolle Kellerlokalitäten, die sonst für die dezentralisierten Kessel- und Brennmaterialräume beansprucht werden, frei und gewinnen auch die nebenan gelegenen Räume an Wert.

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1928, S. 176.

6. Geräusche in den Gebäuden durch Schüren und Abschlacken der Kessel fallen dahin.

7. Das bei dezentralisierten Betrieben oft lästige Sinken der Heizwassertemperatur oder des Dampfdruckes beim Abschlacken ist vermieden.

8. Die Betriebsüberwachung ist vereinfacht, die Übersichtlichkeit über die Anlage erhöht.

9. Die zentrale Kesselanlage, bedient durch geübte Heizer und versehen mit modernen Einrichtungen, arbeitet mit höherem Wirkungsgrad als viele dezentralisiert aufgestellte Kessel, denen oft nicht die nötige Aufmerksamkeit geschenkt wird. Die dadurch erzielbaren Wärmersparnisse sind in der Regel größer als die Wärmeverluste zufolge des Ferntransportes, die, bei richtiger Bemessung der Leitungsdurchmesser und sachgemäßer Isolation, verhältnismäßig wenig, gewöhnlich nicht über 5% der maximal ferngeleiteten Wärme, ausmachen.

10. Der Brennstoffeinkauf im Großen und nur für eine einzige Kesselanlage erfolgt günstiger, als wenn er für viele Feuerstellen, die vielleicht sogar verschiedenartige Brennstoffe erfordern, vorgenommen werden muß. Bisweilen kann in der zentralisierten Anlage auch Abwärme nutzbar gemacht werden, oder es lassen sich billige erhältliche minderwertige Brennstoffe (z. B. Koksgrieß oder Kohlenstaub) verwerten.

11. In gewissen Fällen bringt die bei der Zentralisation mögliche Vereinigung von Kraft- und Heizbetrieben wirtschaftliche Vorteile.

12. Zweckmäßig ist es, wenn Dampfkochküche, Dampfwascherei, Glätterei, Desinfektion usw. mit dem Kessel- und Reguliererraum im gleichen Gebäude oder doch in nicht weiter Entfernung untergebracht werden können, damit die für diese Betriebe benötigten großen Wärmemengen nicht weit geleitet werden müssen und alle Wirtschaftsgebäude auf einen Punkt konzentriert sind.

13. Im Vergleich zu Einzelbetrieben kommt man bei Zentralisation mit einer kleineren Gesamtkesselheizfläche aus, weil die Maximaldampfbedarfe in den einzelnen Anlagen (Koch- und Waschküche, Desinfektion, Warmwasserbereitung) nicht zusammenfallen, wodurch ein Ausgleich stattfindet. Auch kommt dabei die in den Großkesseln liegende Dampfreserve zur Geltung.

14. Außerdem spielen ideelle, in Form von Geldbeträgen nicht ausdrückbare Werte für jeden Krankenanstaltsbetrieb eine nicht zu unterschätzende Rolle.

Andererseits sind bei den Rentabilitätsberechnungen die Auslagen für die Fernleitungskanäle, Fernleitungen, Unterstationen in den einzelnen Gebäuden, die baulichen Arbeiten, die Wärmeverluste usw. zu berücksichtigen.

Die Wärmewirtschaft ist in Krankenanstalten von großem Einfluß auf die Gesamtbetriebsauslagen und verdient daher sorgfältigstes Studium sowie die Aufmerksamkeit der leitenden Kreise, insbesondere der Anstaltsverwaltungen.

### 3. Heizwassertemperaturen und Dampfdrücke.

Die maximale Vorlauftemperatur des Heizwassers soll in den Gebäuden keinesfalls über 90, besser nur 80° C betragen. Die Hygieniker haben festgestellt, daß die Staubdestillation auf heißen Flächen besonders von 70° C an einsetzt, so daß es angezeigt wäre, diese Temperatur in den Leitungen und Heizkörpern nicht zu überschreiten. Da indessen die maximalen Heizwassertemperaturen nur äußerst selten erforderlich sind und ein weiteres Herabsetzen die Anlagekosten wesentlich erhöht, erklären sich die maßgebenden Ärzte und Hygieniker in den meisten Fällen mit der vorgeschlagenen Temperaturgrenze einverstanden.

Wird zum Ferntransport der Wärme überhitztes Wasser verwendet, so kommen in den Fernleitungen Vorlauftemperaturen bis zu 140 und mehr Grad Celsius vor. Die Herabminderung in den Gebäuden hat in der bereits angegebenen Weise durch Rücklaufbeimischung oder durch Einschaltung von Gegenstromapparaten zu erfolgen.

In den Dampfkesselanlagen kann der maximale Druck 12, ja 20 und bei kombinierten Kraftheizwerken sogar 60 und 100 atü betragen. In die Gebäude läßt man den Dampf jedoch gewöhnlich nicht mit mehr als etwa  $1\frac{1}{2}$ —2, unter Umständen bis 4 atü eintreten (Druckminderventile, evtl. Kraftmaschinen in der Zentrale und entsprechende Bemessung der Fernleitungen) und vermindert seine Spannung in lokalen Reduzierstationen oder an den Verwendungsstellen, z. B. für die Desinfektions- und Sterilisationsapparate, Dampfkochküche, Teekoher, Dampfwascherei und Dampfmandel auf 0,5—0,8 atü. Für einzelne dieser Apparate wird jedoch oft Dampf von höherer Spannung zur Anwendung gebracht, z. B. von  $2\frac{1}{2}$  atü für Sterilisation und 4 atü für Dampfmandeln. Die verfügbaren Dampfdrücke sind den Lieferanten der Apparate anzugeben.

Für die Heizung der Kulissenapparate (zum Trocknen der Wäsche), wie auch für die Gebläseheizkörper der Lüftungs-, Luftheizungs- und Entnebelungsanlagen, zur lokalen Warmwasserbereitung sowie für direkt wirkende Dampfheizkörper und in einzelne Warmwasserheizkörper eingebaute Heizpatronen für den Sommerbetrieb genügt ein Druck von beispielsweise 0,05—0,1 atü.

### 4. Heizkörper.

Bei der Wahl und Anordnung der Heizkörper ist in Krankenanstalten der leichten Reinigungs- und Desinfektionsmöglichkeit, nicht nur der Heizkörper, sondern auch der dahinter liegenden Wände Beachtung zu schenken. Werden in dieser Beziehung besonders hohe Anforderungen gestellt, so sind Radiatorsonderausführungen mit vollständig glatten, weit voneinander abstehenden Elementen zu verwenden. Auch gibt es von der Wand wegschwenkbare Konstruktionen.

Die Aufstellung der Heizkörper soll, wenn immer möglich, unter den Fenstern auf Konsolen erfolgen. Dabei ist aus dem eben genannten Grunde der Abstand von Wand und Boden reichlich groß zu halten.

In den Operationsräumen werden mit Vorteil glatte, den Außenwänden bzw. Fensterbrüstungen entlang laufende Rohre oder Platten- resp. andere leicht zu reinigende Sonderheizkörper verwendet. Es ist angezeigt, den Wandplattenbelag hinter denselben durchgehen zu lassen, so daß die Reinigung durch Abspritzen mit dem Wasserschlauch erfolgen kann.

Bisweilen kommt auch Fußboden- und Wandbeheizung zur Ausführung, wobei aber direkt wirkende Heizkörper unter den Fenstern zwecks Verhinderung von Zugerscheinungen nicht in Wegfall kommen dürfen (evtl. auch Oberlichtheizung erforderlich).

Ferner ist es möglich, Umluft-, sog. Mantelheizung, anzuwenden, bei welcher der Operationssaal fast vollständig von einem durch Warmluftzirkulation beheizten Hohlraum umgeben ist (indem auch doppelte Oberlichter und Fenster vorhanden sind). Zur Erwärmung der zirkulierenden Heizluft können in dem Hohlraum unter dem Fußboden Dampf- oder Warmwasserheizkörper aufgestellt werden. Durch diese gleichmäßige Erwärmung des Bodens, der Wände, Decke, Oberlichter und Fenster gelingt es, selbst große, exponiert angeordnete Operationsräume gleichmäßig zu erwärmen. Trotzdem ist es auch bei dieser Ausführungsart angezeigt, unter den Fenstern Heizkörper im Raum aufzustellen (Ausführungen z. B. im kantonalen Frauenspital Bern)<sup>1</sup>.

Indirekte Heizung, wobei verdeckt aufgestellte Heizkörper durch Luftzirkulationskanäle mit den Operationsräumen in Verbindung stehen, ist, der Staubablagerung wegen, nicht empfehlenswert. Jedenfalls müssen, wenn dieses System angewendet wird, die Luftwege und Heizflächen leicht gereinigt werden können und auch wirklich gereinigt werden. In dem Fall soll die zuströmende warme Luft möglichst den Hauptabkühlungsflächen, d. h. den Glaswänden, entlang aufsteigen<sup>2</sup>.

Bezüglich der Zellen von Tobsüchtigen und Unreinlichen s. das vorstehend Gesagte.

In Irrenanstalten müssen die Heizkörper und Leitungen so angeordnet werden, daß sie von den Kranken nicht demoliert werden und sich dieselben an ihnen auch nicht beschädigen (erhängen usw.) können.

Ob zur Regelung der Wärmeabgabe Radiatorventile bzw. -hähne mit Handrädern oder Steckschlüsseln verwendet werden sollen, ist von Fall zu Fall zu entscheiden.

## 5. Heizkessel.

Ob besser guß- oder schmiedeeiserne Kessel, solche mit Handbeschickung, Füll- oder Unterschubfeuerung verwendet werden, ferner ob bei Pumpenfernheizung das Heizwasser direkt in den Kesseln oder

<sup>1</sup> Heizung, Ventilation und Luftkühlung in Spitälern von Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur, im Handbuch der modernen Krankenhauseinrichtungen, herausgegeben von der M. Schaerer A.-G., Bern.

<sup>2</sup> Ruppel, F.: Der Bau moderner Operationssäle. Schweizerische Bauzeitung 1924, Nr. 19/20; Ref. im Gesundheitsing. 1925, S. 234.

besser indirekt mittels Dampf in Dampf-Warmwasserapparaten erwärmt wird, hängt von den örtlichen Verhältnissen ab.

Gußeiserne Kessel kommen indessen nur für kleinere Verhältnisse in Frage, bei großem Wärmebedarf sind schmiedeeiserne Röhrenkessel und für Anlagen, die Hochdruckdampf erfordern, Flammrohrkessel (evtl. mit Retourröhren) am Platz, was namentlich für die Nacht und bei plötzlich auftretendem großem Wärmebedarf von Vorteil ist, weil solche Kessel eine große Wärmereserve enthalten. Derart ausgebildete Anlagen ergeben, selbst bei erheblichen Schwankungen in der Beanspruchung einen ruhigen, gleichmäßigen und wirtschaftlichen Betrieb. Ferner besteht infolge der Wärmereserve auch bei Kesseln, die keinen Füllschacht für Koks besitzen, die Möglichkeit, den reduzierten Nachtbetrieb je nach der Witterung während 6—8 Nachtstunden ohne Aufsichtspersonal durchzuführen, indem der Kesseldruck etwa gegen 22 Uhr auf das zulässige Maximum, beispielsweise 12 atü, gesteigert wird, worauf er bis morgens 4 oder 5 Uhr in den kältesten Zeiten auf vielleicht 1—2 atü sinkt. Selbstverständlich ist in jedem Falle nachzuprüfen, ob die in den Dampfkesseln, im zirkulierenden Heizwasser und im Mauerwerk der Gebäude enthaltene Wärme genügt, um die Räume vor allzu großer Abkühlung zu bewahren. Ist dies nicht der Fall, so muß entweder ein weiterer Wärmespeicher vorgesehen werden oder während der kältesten Nächte ein Heizer anwesend sein, wenn man nicht vorzieht, Kessel mit Füllfeuerung (d. h. für Dauerbrand) aufzustellen. Unter dem Abschnitt „Heizsystem“ wurde bereits erwähnt, daß die Operations- und Gebäuräume, Polikliniken usw. jederzeit benutzbar und daher rasch aufheizbar sein müssen, worauf bei der Kesselanordnung Bedacht zu nehmen ist, wenn nicht lokale Heizmöglichkeiten vorgesehen werden.

Sämtliches Kondenswasser ist nach Möglichkeit aus der Anlage ins Kesselhaus zurückzuleiten. Zur Ergänzung des Fehlbetrages empfiehlt sich an Orten mit stark kalkhaltigem Wasser die Verwendung von Regenwasser von den Gebäudedächern, zu dessen Speicherung genügend große Reservoirs vorzusehen sind oder von enthärtetem Frischwasser.

Von wesentlichem Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes kann die Art des verwendeten Brennmaterials sein, z. B. an Orten, wo Steinkohle wesentlich billiger ist als Koks. Steinkohle hat zudem den Vorteil, zur Lagerung nur etwa halb soviel Platz zu beanspruchen wie Koks, oder anders ausgedrückt: bei gegebenem Kohlenraum muß Steinkohle nur halb sooft angefahren werden wie Koks. Trotzdem kommt sie für Krankenanstalten und ähnliche Gebäudearten der damit (auch bei Unterschubfeuerung zeitweilig) verbundenen Rauchentwicklung wegen, weniger in Frage, es sei denn, man könne das Kesselhaus so placieren, daß gelegentliche Rauchentwicklung nichts ausmacht. Sonst ist Koks (Hand- oder Füllfeuerung) vorzuziehen.

Bei Aufstellung von Großkesseln sollen die Abgase in einer Economiseranlage, z. B. zur Warmwasserbereitung, weiter ausgenutzt werden, wobei das Wasser entweder in den Economisern direkt oder durch in die Warmwasserboiler eingebaute, von den Economisern aus betriebene

Heizschlangen erwärmt wird. Das letztere ist bei stark kalkhaltigem Wasser der sonst auftretenden raschen Verkalkung der Ekonomiser wegen vorzuziehen.

Es gibt zwar, wie im Abschnitt I B erwähnt, auch Enthärtungsverfahren zur Befreiung des Gebrauchswassers von seinem Kalk- und Magnesiumgehalt.

In Krankenanstalten sind stets mehrere Kessel mit zusammen so viel Heizfläche aufzustellen, daß bei einem evtl. eintretenden Kesseldefekt genügend Sicherheit und außerdem die Möglichkeit besteht, im Sommer nur einen, den Anforderungen entsprechenden, im Betrieb zu halten, während im Winter nach Bedarf weitere Einheiten zugeschaltet werden. Die Sicherheit verlangt auch die Aufstellung von zwei Speisepumpen, z. B. einer elektrisch angetriebenen Turbo- und einer Dampfspeisepumpe.

Verbandgaze, Watte und ähnliche Abfälle sollen nicht in den Kesseln, sondern, auch bei kleinen Verhältnissen, in besonderen Abfallverbrennungsöfen verbrannt werden<sup>1</sup>.

### 6. Fern-Warmwasserversorgung.

Bei Fern-Dampfversorgung kann das für Bade-, Wasch- und Spülzwecke sowie zum Füllen der Bettflaschen erforderliche Warmwasser in Dampf-Warmwasserapparaten in den einzelnen Gebäuden erzeugt werden, während bei Anwendung von ausschließlich Fern-Warmwasserheizung auch Fern-Warmwasserversorgung angezeigt ist.

Die verfügbare Warmwassermenge ist reichlich anzusetzen. Der durchschnittliche Verbrauch je Kopf und Tag kann leicht über 300 l betragen und zudem sind die augenblicklichen Anforderungen oft sehr große, z. B., wenn gleichzeitig gewaschen und gebadet wird. Die Warmwasserspeicher sind daher derart zu bemessen und so ausgiebig mit Heizfläche zu versehen, daß sie auch den maximal auftretenden Spitzenbelastungen zu genügen vermögen.

Zentral aufgestellte Warmwasserboiler erhalten außer der bereits erwähnten Ekonomiserheizung mit Vorteil auch eine Heizschlange, in der die Wrasendämpfe aus dem Kondenswassersammelreservoir, die sonst verlorengehen, niedergeschlagen werden und zur endgültigen Erwärmung auf die verlangte Temperatur ist außerdem eine dritte, mit Frischdampf gespeiste Heizschlange einzubauen, deren Dampfventil durch einen von der Warmwassertemperatur beeinflussten Temperaturregler betätigt wird. Bisweilen zieht man es jedoch vor, die Erwärmung des Wassers mit Frischdampf, Gas oder Elektrizität außerhalb der Speicher in Gegenstromapparaten (evtl. lokal in den einzelnen Gebäuden) vorzunehmen. In Spitälern, Kliniken usw. muß die Temperatur des Warmwassers in Hinsicht auf die Verwendung in den Operationsräumen und zum Füllen der Bettflaschen mindestens 80—85° C be-

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1927, S. 863.

tragen und die Zirkulation durch die Hauptvertei- und Zirkulationsleitungen bis in die Nähe der Zapfstellen mittels einer Pumpe erfolgen.

In anderen, z. B. Irren- und Pflegeanstalten, erweist es sich jedoch unter Umständen als wirtschaftlich, die Fernwarmwasserversorgungen für die Bäder und Zapfstellen der Handwaschbecken usw. nur mit 45—50grädigem Wasser zu betreiben und das in der Wasch- und Kochküche benötigte Wasser in einem lokal aufgestellten Boiler mit genügend großem Inhalt und entsprechend reichlich bemessener Dampfschlange auf die erforderlichen 70—80° C nachzuwärmen, weil dadurch einer Verschwendung hoch erwärmten Wassers und unnötigen Leitungsverlusten vorgebeugt wird. Auch die Kalkausscheidung in den Boilern und Leitungen ist bei weniger hoher Erwärmung geringer. Die Temperaturgrenze, bei welcher die Ausscheidung in besonderem Maße einsetzt, ist von der chemischen Beschaffenheit des Wassers abhängig. Bei der kürzlichen Untersuchung eines Wassers von 0,1574 g Kalkgehalt und einer Alkalität von 30,5 wurden z. B. aus 100 l ausgefällt: Bei Erwärmung auf 60° C 9,5 g Kalziumoxyd = 16,952 Karbonat, d. h. 60,5 %; bei Erwärmung auf 94° C 14,4 g Kalziumoxyd = 25,806 Karbonat, d. h. 91,8 % der im Wasser vorhandenen Kalkmenge.

Bei der genannten Anordnung sind Zirkulationsleitungen nur nach den Bädern und Handwaschbecken, dagegen nicht nach dem Boiler in der Waschküche erforderlich, weil hier fast ständig heißes Wasser abgezapft wird.

Hat es in den Gebäuden Spülküchen, so genügt jedoch eine Wassertemperatur von 45—50° C nicht, sondern ist eine solche von 55—60° C erforderlich, damit fettige Geschirre richtig gereinigt werden können.

Sind in Rücksicht auf hohen Kalkgehalt des Wassers besondere Maßnahmen erforderlich, so werden bisweilen die unter Abschnitt I B erwähnten Enthärtungsapparate zur Anwendung gebracht oder, um die Leitungen einigermaßen zu schützen, Holzwoolfilter hinter die Boiler eingebaut (z. B. angewendet in der Krankenanstalt Glarus<sup>1</sup> und der Schweiz. Volksbank Zürich<sup>2</sup>). Dabei ist die sich mit Kalk überziehende Holzwole in entsprechenden Zeitabschnitten auszuwechseln. Trotz dieser Vorkehrungen ist es aber angezeigt, die Boiler, insbesondere die eingebauten Heizflächen, zu Reinigungszwecken leicht zugänglich zu halten und auch die Leitungsdurchmesser reichlich groß zu bemessen.

Ferner empfiehlt sich die Aufstellung von zwei Boilereinheiten, damit bei der Reinigung der einen die andere im Betrieb gehalten werden kann, wofür allerdings besondere Hahnkonstruktionen erforderlich sind, und schließlich müssen die Boiler, Fernwarmwasser- und Zirkulationsleitungen, wie die Heizleitungen, aufs beste isoliert werden. Unzweckmäßig ist es, die Kalt- und Warmwasserleitungen unmittelbar nebeneinander zu legen (evtl. sogar gemeinsam zu isolieren), weil dadurch ein unerwünschter Wärmeübergang stattfindet.

Warm- und Kaltwasserzapfstellen gehören in alle Untersuchungs-, Operations- und Gebärzimmer, Laboratorien, Leichen- und Sezier-

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1927, S. 858.

<sup>2</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 702.

räume, ferner in die Bäder, Toiletten, Tee-, Koch- und Waschküchen, Zurüstereien, Abwaschküchen usw. In den Operations- und Gebäuräumen, Polikliniken usw. muß auch nachts jederzeit genügend heißes Wasser zur Verfügung stehen, weshalb die Fernversorgung ständig voll aufrechterhalten oder der daselbst benötigte Heißwasserbedarf lokal gedeckt werden muß.

Für Dauerbäder wird die erforderliche Wassertemperatur vom Arzt bestimmt. Zu ihrer Innehaltung ist fortlaufend so viel Warmwasser an die Badewannen abzugeben, daß dadurch die Wärmeverluste gedeckt werden (Verwendung selbsttätiger Temperaturregler angezeigt).

## 7. Apparate- und Regulierraum.

Im zentralen Apparate- und Regulierraum werden beispielsweise untergebracht:

1. Dampfverteiler (evtl. mehrere für verschieden hohe Dampfdrücke) mit für sich abstellbaren Leitungen, z. B. nach der Wäscherei, inklusive Dampf-mangel und den Trockeneinrichtungen, der Dampf-kochküche, der Desinfektion, den Gegenstromapparaten der Warmwasserheizung, den Boilern der Fernwarmwasserversorgung und der evtl. Sommerheizung.

2. Verteiler und Sammler der Fern-Warmwasserheizung mit Regulier-, Abstell- und Entleerungsvorrichtungen für jeden Abzweig.

3. Verteiler und Sammler der Fern-Warmwasserversorgung mit Abstell- und Entleerungsvorrichtungen für jeden Abzweig.

4. Gegenstromapparate für die Warmwasserheizung und evtl. auch für die Warmwasserversorgung, sofern die Heizfläche nicht in den Warmwasserspeichern (Boilern) untergebracht ist.

5. Zentrale Warmwasserspeicher für die Fern-Warmwasserversorgung, nötigenfalls auch solche für die Pumpenheizung.

6. Zirkulationspumpen der Pumpenheizung nebst Motoren.

7. Zirkulationspumpe der Fern-Warmwasserversorgung nebst Motor.

8. Evtl. Zirkulationspumpe der Economiserheizung nebst Motor.

9. Schalttafel umfassend:

a) Die Handräder der Dampf-, Heizwasser- und Brauchwasser-verteiler, sofern sich dieselben ohne zu große Leitungskosten hinter der Schalttafel anbringen lassen.

b) Thermometer zur Anzeige der Temperaturen in den Vor- und Rücklaufleitungen der Warmwasserheizung sowie der Vorlaufleitung der Warmwasserversorgung.

Statt Einzelthermometer vorzusehen kann es sich empfehlen, diese Temperaturen oder wenigstens einzelne derselben durch die Fernthermometeranlage kontrollierbar zu machen.

Bei Fernheizung sind die Temperaturen der Gruppenheizungen in den Unterstationen der einzelnen Gebäude dagegen durch daselbst angebrachte Thermometer ablesbar zu machen.

c) Außer den lokal angebrachten Manometern zur Ablesung der Dampfdrücke in den Kesseln, Verteilern usw. werden solche auch bisweilen auf den Schalttafeln vorgesehen.

d) Manometer zum Ablesen der Drücke in der Vor- und in der Rücklaufleitung (evtl. ein Differentialmanometer zur Anzeige sowohl des Gesamt- als des Pumpendruckes).

e) Hydrometer zur Kontrolle des Wasserstandes in der Pumpenheizung.

f) Schalter mit Sicherungen, Amperemeter und, soweit erforderlich, Regulieranlasser für die Motoren zum Antrieb der Zirkulationspumpen der Heizung, Warmwasserversorgung usw. (evtl. nur ein Amperemeter mit Umschaltung).

g) Ein gemeinsames Voltmeter, sofern ein solches nicht schon für die übrigen elektrischen Installationen vorgesehen ist.

h) Anzeigeelement und Tastenschalter für die Fernthermometeranlage zur Kontrolle der Temperaturen: im Freien, in verschiedenen Krankensälen, den Operations- und anderen wichtigen Räumen, sowie evtl. in den unter b) angegebenen Leitungen.

i) Evtl. Zugmesser, zur Kontrolle des Kaminzuges.

k) Bisweilen kommen noch Tafeln mit elektrischen Lämpchen hinzu, die selbsttätig aufleuchten, wenn an den Meldeorten (z. B. in den Unterstationen der Gebäude) gewisse Temperaturen oder Drücke über- oder unterschritten werden, ferner Alarmglocken für verschiedene Zwecke, Telephonanschluß nach den verschiedenen Gebäuden, eine evtl. zentral regulierte Uhr usw.

Je nach Umständen können einzelne dieser Apparate und Instrumente weggelassen oder lokal, nicht auf der gemeinsamen Schalttafel, angebracht werden. Bisweilen kommen weitere hinzu, insbesondere ist es oft zweckmäßig, mit der Schalttafel für die Heizung auch diejenige für die elektrischen Installationen zu verbinden (s. auch die Angaben über die Apparate- und Regulierräume unter den Abschnitt VII u. XII).

Im Hinblick auf eine möglichst ökonomische Wärmewirtschaft soll an genügend Meßinstrumenten (nötigenfalls Fern- und selbsttätig aufzeichnenden Apparaten) nicht gespart werden und die Heizer sind anzuhalten, diese Instrumente regelmäßig abzulesen und dadurch die Anlagen unter steter Kontrolle zu halten. Dieses Vorgehen ist zweckmäßiger, als wenn man ihnen das Verantwortlichkeitsgefühl durch automatische Einrichtungen (Rohrbruchventile, komplizierte Meldeapparate usw.), die versagen können, in zu weitgehendem Maße abnimmt. Es ist von Fall zu Fall zu überlegen, was an diesen Dingen unbedingt notwendig, nur wünschenswert bzw. entbehrlich ist.

Wie bereits erwähnt, sind z. B. die Frischdampfheizungen der Warmwasserboiler mit selbsttätigen Reglern zu versehen, damit die gewünschte Wassertemperatur auch bei stark schwankendem Abwärmeeinfall und ungleichmäßigem Warmwasserentzug gleich bleibt und Vergeudung von Frischdampf vermieden wird, während es sich wiederholt gezeigt hat, daß an den Gegenstromapparaten ausgedehnter Pumpen-Fernheizungen

die Regelung der Heizwassertemperatur mittels den Dampfventilen von Hand möglich ist, indem die Schwankungen des Wärmebedarfes hier nicht so plötzlich auftreten wie bei der Warmwasserversorgung und das Steigen und Fallen der Heizwassertemperatur zufolge des bedeutenden Speichervermögens solcher Heizungen, nur allmählich erfolgt.

Keinesfalls darf das Weglassen von Einrichtungen aus Sparsamkeitsgründen so weit gehen, daß die Wärmeversorgung der Anstalt beim Defektwerden irgendeines Teiles gänzlich versagt. Es geht nicht an, daß im Winter ein Spital, auch nur auf Stunden, ohne Wärmeversorgung ist. Sämtliche Teile der Heizungs-, Warmwasser- und Dampfversorgungsanlagen müssen daher eine derartige Sicherheit aufweisen, daß länger dauernde Betriebsunterbrüche ausgeschlossen sind. Unter dem Abschnitt „Heizkessel“ wurde z. B. schon darauf hingewiesen, daß genügend viele Kessel aufzustellen sind, damit, wenn einer ausgeschaltet werden muß, die anderen den Betrieb voll aufrechterhalten können. Aus demselben Grunde sind für die Heizung auch stets zwei Pumpen aufzustellen. Die weitgehendste Sicherheit besteht, wenn jede derselben die volle Maximalleistung zu übernehmen vermag. Um bei geringeren Anforderungen an Strom sparen zu können, sind die Antriebsmotoren mit Tourenregulierung zu versehen. Bisweilen treibt man auch die Reservepumpe mit einem Elektromotor, die ständig laufende dagegen mit einer Dampfturbine an, weil dadurch die Sicherheit weiter gesteigert und zudem die Wirtschaftlichkeit erhöht wird, weil der Dampfturbinenantrieb, bei Verwendung des Abdampfes zur Erwärmung des Heiz- und Brauchwassers, nahezu kostenlos ist. Für die Übergangszeiten und den Nachtbetrieb stellt man ebenfalls aus Wirtschaftlichkeitsgründen bisweilen eine kleinere, für den Tagesbetrieb im strengen Winter eine größere Pumpe auf. Hierbei besteht allerdings keine so weitgehende Sicherheit mehr, indem beim Defektwerden der großen Pumpe in den kältesten Tagen die Heizung nicht in vollem Umfange aufrechterhalten werden kann. Derselbe Nachteil besteht auch, wenn die Pumpen so gewählt werden, daß beispielsweise von  $-5^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur an beide Pumpen laufen müssen, indem die kleinere den Anforderungen bis etwa  $+5^{\circ}\text{C}$ , die größere bis  $-5^{\circ}\text{C}$  genügt. Immerhin ist die Gefahr nicht groß, weil so kalte Tage selten auftreten, die Wahrscheinlichkeit einer lange dauernden Reparatur gering ist und der Betrieb unter Anwendung höherer Heizwassertemperaturen vorübergehend auch so aufrechterhalten werden kann.

Wichtig ist, daß die Heizungs-, Warmwasser- sowie Dampfversorgungs- und Lüftungsanlagen in allen Teilen klar disponiert werden und einfach zu handhaben sind, so daß sie auch von mittelmäßig begabten Heizern leicht verstanden und einwandfrei bedient werden können.

## 8. Leitungen.

Sämtliche Fernleitungen der Heizung, Warmwasser- und Dampfversorgung sind gut zu isolieren. Ferner ist auf leichte Ausdehnungsmöglichkeit beim Warmwerden zu achten.

Meist werden bis 2'' nahtlose Gasröhren (Muffenrohre), über 2'' nahtlos gezogene Siederohre mit Flanschen- oder Schweißverbindungen und über 300 mm wassergasgeschweißte Stahlrohre verwendet. Für die Warmwasserversorgungen sind ausschließlich galvanisierte oder besser feuerverzinkte Rohre und Fittings anzuwenden.

In den Gebäuden ist untere Verteilung gebräuchlich, doch steht bei zwingenden Gründen auch oberer nichts im Wege.

Die Ansichten, ob in Krankenhäusern offene oder verdeckte Anordnung der Installationsleitungen (außer den Heiz- auch der Kalt-, Warmwasser- und Dampfleitungen) vorzuziehen ist, gehen auseinander<sup>1</sup>. Gegen die hygienischere und ästhetischere Verlegung in Mauerschlitze dürfte jedoch in Neubauten nichts einzuwenden sein, wenn die Anlagen von bewährten Firmen ausgeführt und vor dem Zumachen der Schlitze, scharfen Dichtigkeitskontrollen unterzogen werden. Immerhin ist bauweise darauf zu achten, daß das Aufmachen der Schlitze bei Defekten leicht erfolgen kann.

Wichtig ist ferner, daß die einzelnen Vertikalstränge der Heiz- und Warmwasserversorgungsanlagen für sich abschließ- und entleerbar gemacht werden, damit bei Reparaturen kleine Teile ausschaltbar sind und nicht die ganze Anlage stillgelegt werden muß.

Wie schon unter dem Abschnitt Fern-Warmwasserversorgung erwähnt, ist es unzweckmäßig die Kalt- und Warmwasserleitungen unmittelbar nebeneinanderzulegen, evtl. sogar gemeinsam zu isolieren, weil dadurch ein unerwünschter Wärmeübergang stattfindet.

Abflußleitungen sind mit Reinigungsflanschen zum Durchstoßen der Leitungen zu versehen.

Werden die Leitungen offen verlegt, so muß allseitige gute Zugänglichkeit zur Reinigung sowohl der Leitungen als der Wände vorgesehen werden.

## 9. FernleitungsKanäle und Unterstationen in den Gebäuden.

Die Verlegung der Fernleitungen erfolgt, wie bei Fernheizungen allgemein üblich, z. T. in den Gebäudekellern, z. T. in Bodenkanälen. Kommen Dampfleitungen in Frage, so verdienen, trotz des höhern Preises, begehbbare Kanäle den Vorzug, weil die Dampfleitungen und die damit zusammenhängenden Apparate ständiger Kontrolle bedürfen. Bei Fern-Warmwasserheizung und -versorgung, oder wenn es sich bei Dampfheizung nur um kurze Strecken handelt, genügen nichtbegehbbare Kanäle. Begehbbare Kanäle sollten aus wirtschaftlichen und betriebstechnischen Gründen (s. z. B. den vorstehend erwähnten Aufsatz von Dr. Alter, Baufragen in Krankenhäusern) nur erstellt werden, wenn sie unbedingt erforderlich sind. In ihnen können dann auch andere Leitungen, Kabel usw. untergebracht werden.

In den Gebäuden endigen die Fernleitungen in Unterstationen, wo von besonderen Verteilern die Gruppenheiz- und Warmwasserversorgungsleitungen abzweigen und alle erforderlichen Apparate wie Rück-

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1927, S. 450, 542, 633.

laufbeimischungen, Druckreduzier- und Sicherheitsventile angebracht sind. Sämtliche Vorrichtungen sollen durch Emailschilder deutlich bezeichnet und die Leitungen durch verschiedene Farbanstriche auseinandergehalten werden.

Gruppenunterteilung der Heizung in den einzelnen Gebäuden, evtl. unter Rücklaufbeimischung, kann aus wirtschaftlichen Gründen angezeigt sein, weil es dadurch möglich ist, gewisse Gebäudeteile zeitweise unbeheizt zu lassen, resp. mit niedrigeren Heizwassertemperaturen zu betreiben. So können z. B. bei Sonnenschein alle nach Süden gelegenen Heizkörper durch Bedienung eines einzigen Ventils in der Unterstation abgestellt werden, was eher geschieht, als wenn hierfür die einzelnen Regulierventile an den Heizkörpern betätigt werden müssen.

Allerdings soll man mit solchen Reguliermöglichkeiten nicht zu weit gehen, weil sie erfahrungsgemäß nur bei geringen an das Personal gestellten Anforderungen, und auch dann nicht immer, bedient werden.

## B. Lüftung und Kühlung.

Für Krankenzimmer muß (wie für alle Aufenthaltsräume) gefordert werden, daß die Luft nicht nur unschädlich, sondern „appetitlich“ und anregend ist. Trotzdem wollen die Ärzte, auf Grund zahlreicher Erfahrungen, von künstlicher Ventilation in der Regel nichts wissen, wozu allerdings zu bemerken ist, daß es sich bei diesen Erfahrungen nicht um einwandfrei erstellte und bediente Anlagen gehandelt haben kann. Es ist unrichtig, wenn zum Vornherein angenommen wird, mit Ventilatoren betriebene Lüftungsanlagen müssen Geräusch und Zug erzeugen, die Luftkanäle müssen voller Staub und Schmutz sein u. a. m. Alle diese Übelstände lassen sich mit den heutigen Mitteln der Technik und bei sachgemäßer Handhabung der Anlagen restlos vermeiden.

Allerdings fehlt es oft an der richtigen Bedienung und muß daher von der Ausführung künstlicher Ventilation überall da abgeraten werden, wo mit Fensterlüftung ausgekommen wird, was bei mäßig besetzten Krankenzimmern der Fall ist. Bei großen, stark belegten Krankensälen, wie sie übrigens in neuzeitlichen Spitälern kaum mehr ausgeführt werden, können in die Mauern eingebaute Abluftkanäle ohne Ventilatoren in Frage kommen, allerdings müssen sie leicht gereinigt werden können und auch wirklich sauber gehalten werden, was bei den bestehenden derartigen Anlagen meist nicht der Fall ist. Sind Jalousieklappen oder -schieber vorhanden, so sind diese übrigens fast immer geschlossen, so daß die Erstellung solcher Kanäle nicht empfohlen werden kann. In den Kanälen von mit Ventilatoren betriebenen Anlagen setzt sich, der größeren Luftgeschwindigkeit wegen, Staub weniger ab, als in Luftschächten mit selbsttätiger und daher nur geringer Luftbewegung.

Bei Fensterlüftung ist darauf zu achten, daß die Fenster bis unter die Decke geführt werden, weil sich sonst im oberen Teil der Räume stagnierende Luftschichten bilden oder es sind obere leicht aufschließbare Fensterflügel anzuordnen. Handelt es sich um Isolierzellen in Absonderungshäusern, so kann die Stellvorrichtung der Klappflügel auch

in die Korridore verlegt werden (z. B. ausgeführt im Absonderungshaus des Kinderspitals Zürich, wo die Innenwände bis auf ca. 1 m herunter vollständig in Glas ausgeführt sind, so daß die Stellung der Flügel vom Korridor aus auch beobachtet werden kann).

Im Tuberkulose-Krankenhaus der Stadt Stettin zu Hohenkrug sind, nach der Beschreibung von R. Lang in der Zeitschrift „Bauamt und Gemeindebau“ vom 16. Juli 1926<sup>1</sup>, Lüftungsclappen auch über den Flurtüren der Krankenzimmer angebracht, wodurch es möglich ist, an heißen Tagen und Nächten trotz geschlossener Türen eine gute Querlüftung zu erzielen.

In seinem Aufsatz: „Baufragen in Krankenhäusern“ schreibt Dr. Alter:

„Wir brauchen eine nicht maschinell geregelte, fortwährend strömende Frischluftzuführung und Abluftabführung für jeden Raum des Krankenhauses, aber es dürfen dabei keine Kanalnetze entstehen, die Staub ansammeln und Ungeziefer verbreiten: die Lüftung darf nicht auf den Bau, sondern muß auf den einzelnen Raum abgestellt sein.“

Durch die natürliche Lüftung, bei gutem Wetter unterstützt durch Fensterlüftung, sind diese Forderungen erfüllt. Es sind ihnen aber die weitem beizufügen, daß die Lüftung genügend wirksam sein muß und trotzdem keine Zugerscheinungen auftreten dürfen. Durchschnittlich kann man annehmen, daß auf diese Weise bei — 20° C Außentemperatur ein Luftwechsel zustande kommt, der etwa beträgt: in den Kranken-, Bureau- und Wohnräumen das 1—1½fache, in den Aborten (bei geöffneten Fensterflügeln) das 2fache des Rauminhaltes, was bei der Bestimmung der Heizkörpergrößen zu berücksichtigen ist.

Soll ausnahmsweise doch mechanische Lüftung angewendet werden, so ist auf Raumtemperatur vorgewärmte, nötigenfalls gereinigte und bei gewissen Krankheitserscheinungen befeuchtete (unter Umständen auch gekühlte) Frischluft durch Ventilatoren zuzuführen. Vorstehend wurde auch bereits erwähnt, daß für die Zellen der Tobsüchtigen und Unreinlichen entweder reichliche Lüftung, neben direkter Heizung mit verdeckt angeordneten Heizkörpern, oder aber Luftheizung am Platze ist. In letzterem Falle soll die Luft höchstens auf 35—40° C erwärmt werden. Der stündliche Luftwechsel muß in diesen Zellen mindestens das 3—5fache in der Stunde betragen.

Ist Reinigung der Frischluft erforderlich, so geschieht dies in üblicher Weise entweder durch Auswaschen (Erzeugung von Wasserschleimern mittels Streudüsen) oder Filter (Stoff- oder Metallfilter)<sup>2</sup>.

Nach Rietschel hat die den Krankenräumen mittels Ventilatoren zugeführte Luftmenge je Kopf mindestens 75 m<sup>3</sup>/st für Erwachsene und 35 m<sup>3</sup>/st für Kinder zu betragen, nach andern Angaben soll sie in Krankenzimmern für Erwachsene das 2—2½fache, in Kinderkranken-

<sup>1</sup> Notiz im Gesundheitsing. 1926, S. 622.

<sup>2</sup> Siehe die Veröffentlichungen der Firmen K. u. Th. Möller, Brackwede, und A. Schirp, Essen; ferner von Berlowitz: Versuche an Metallfiltern zur Luftentstaubung. Bericht über den XI. Kongreß für Heizung und Lüftung 1924, sowie Gesundheitsing. 1925, S. 397.

räumen das  $1\frac{1}{2}$ fache und in Operationssälen das 3—5fache betragen. Neißer stellt den Satz auf:

„Alle Lüftungseinrichtungen, welche die Luft nicht nachweisbar mindestens  $1\frac{1}{2}$ mal in der Stunde erneuern, können allein nicht als ausreichend angesehen werden und bedürfen noch der Fensterlüftung.“

Ferner schreibt er in der Zeitschrift für das gesamte Krankenhauswesen, 1927, S. 711<sup>1</sup>:

„Bei Fensterlüftung entstehen durch Öffnen der gebräuchlichen Türen oft starke, kalte Luftströmungen. Gute Lüftungswirkung hat nur die breite Fensteröffnung, Öffnen der oberen Flügel ist wenig wirksam und häufig unangenehm. Eine Lüftung durch Türen empfiehlt sich nicht. Luftumwälzung, verbunden mit Luftreinigung (vgl. den Abschnitt „Allgemeines“) ist für Krankensäle vorläufig, als Ersatz der Lüftung, noch nicht zu empfehlen. Für größere Säle ist dauernd Luftzu- und -abfuhr durch besondere Wege nötig. Das Vorhandensein von Lüftungseinrichtungen berechtigt nicht zur Herabsetzung des Luftraumes pro Bett. Jede Lüftung, auch die Fensterlüftung, erfordert eine häufige Kontrolle.“

Öfter als für die Krankenzimmer wird künstliche Lüftung von den Ärzten für die Untersuchungs-, Operations-, Röntgen- und ähnliche Räume befürwortet. Hierbei ist zugrunde zu legen: Für Vorbereitungsräume ein 1—2maliger, für sämtliche Räume der Röntgenabteilung ein 3—5maliger, für Untersuchungszimmer ein 2maliger und für Operationsräume ein 3—5maliger Luftwechsel in der Stunde.

Es ist hierbei streng darauf zu achten, daß sämtliche Luftwege leicht gereinigt werden können, resp. wo dies nicht gut möglich ist, zufolge starker Luftströmung Selbstreinigung stattfindet, ferner daß durch die Kanäle keine direkten Verbindungen zwischen den einzelnen Räumen entstehen.

Zweckmäßig werden sowohl Zu-, als Abluftventilatoren vorgesehen<sup>2</sup>.

Für die Operationssäle sieht man, statt eine Lüftung für dauernden Betrieb anzubringen, auch etwa nur Abluftventilatoren vor, die eine gründliche und rasche Durchlüftung in den Pausen zwischen zwei Operationen vorzunehmen erlauben. Dabei muß auf Zegerscheinungen keine Rücksicht genommen werden, so daß man die Zuluft durch geöffnete Fenster und die Vorbereitungsräume zuströmen lassen kann. Auch in dem Falle sind die Abluftkanäle von septischen und aseptischen Operationsräumen zur Verhinderung der Übertragung von Krankheitserregern und Schall getrennt zu halten, also auch mit besonderen Ventilatoren zu versehen. Die Luftkanäle müssen bei Nichtbetrieb der Ventilatoren durch Klappen oder Schieber bequem, sowohl nach außen als auch innen, abschließbar sein, so daß sie möglichst staubfrei bleiben und keine starke Auskühlung der Räume, sowie keine Zegerscheinungen im Gefolge haben. Die Ventilatoren dürfen kein die Umgebung belästigendes Geräusch machen, sollten im Gegenteil derart laufen, daß ihr Betrieb gewünschtenfalls (z. B. im Sommer) auch während den Operationen möglich ist.

Für kleinere Operationssäle sind schon Apparate zum Absaugen der Narkosegase (nach Prof. Perthes, Tübingen, Zentralblatt für Chirurgie

<sup>1</sup> Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 63.

<sup>2</sup> Ruppel, Dr. F.: Der Bau moderner Operationssäle. Schweizerische Bauzeitung 1924, Nr. 19/20; Ref. im Gesundheitsing. 1925, S. 234.

1925, Nr. 16) angewendet worden, ferner empfiehlt es sich in Sterilisationsräumen Luftabzugsrohre in die Mauer einzulassen (glasierte Tonrohre mit glatten Wandungen und abgerundeten Ecken, resp. von rundem Querschnitt)<sup>1</sup>.

Zur Vermeidung von starkem Dampfaustritt werden auch Sterilisationsapparate mit Kühlringen (zur Kondensation der Dämpfe) hergestellt.

Auf alle Fälle sollen in neuzeitlichen Krankenanstalten Aborte, Bäder, Laboratorien usw. mit Abluft-, Koch- und Waschküchen mit kombinierter Zu- und Abluftventilation versehen werden, die gestattet, den Luftinhalt der Aborte 5—10 mal, der Wannenbadräume mindestens 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> mal, der Laboratorien, je nach Bestimmungszweck, unter Umständen bis 10- und mehrmal, der Koch- und Waschküchen mindestens 15 bis 20 mal in der Stunde zu erneuern. Die aus diesen Räumen abgesaugte Luft muß direkt über Dach geblasen werden.

Das In- und Außerbetriebsetzen der Ventilatoren soll an Stellen, die dem Bedienungspersonal bequem zugänglich sind, außerdem aber auch am Aufstellungsort selber (also z. B. im Dachboden) vorgenommen werden können, damit das Kontrollpersonal zum Anlassen und Abstellen nicht gezwungen ist, viele Treppen zu steigen. Ferner muß die Umlaufzahl so niedrig gehalten und die Lagerung der Ventilatoren und Motoren so sorgfältig vorgenommen werden, daß in keinem der benutzten Räume ein störendes Geräusch vernommen wird. Wenn es sich machen läßt, so sind die Zu- und Abluftventilatoren im Keller aufzustellen. In den meisten Fällen ergeben sich allerdings bauliche Vorteile durch Unterbringung der Abluftventilatoren im Dachboden. Dabei ist auf niedrige Tourenzahl und sorgfältige Lagerung (Kork- oder Trichopiëse-Platten und evtl. Betonsockel) ganz besonderes Gewicht zu legen und trotzdem dafür zu sorgen, daß die Ventilatoren über Treppenhäuser oder andere Räumlichkeiten zu stehen kommen, in denen evtl. doch vorkommende Geräuschübertragungen möglichst belanglos sind.

Das Zuströmen der frischen Luft kann bei den Aborten, Bädern und Laboratorien von den Nebenräumen z. B. Gängen her erfolgen, indem etwa im untern Teil der Türen Öffnungen angebracht werden (betr. Koch- und Waschküchen s. die folgenden Abschnitte).

Statt in die Abluftkanäle Ventilatoren einzubauen, wird bisweilen der natürliche Auftrieb durch Erwärmung der Abluft an den unteren Kanalenden gesteigert, indem z. B. in die Abzüge aus den Kapellen chemischer Laboratorien Gasflammen eingesetzt werden oder indem man Dampf- oder Warmwasserheizkörper zur Anwendung bringt. Gewöhnlich sind aber Ventilatoren zweckmäßiger und im Betriebe billiger. Soll bei abgestellten Ventilatoren der natürliche Auftrieb möglichst kräftig weiter wirken oder aber gänzlich unterbunden werden, so können ausbalancierte Klappen in Frage kommen, die im ersten Fall in einen Umföhrungskanal, im zweiten in den Druckstutzen des Ventilators ein-

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 311.

gebaut werden und sich beim Abstellen des Ventilators im ersten Falle öffnen, im zweiten schließen.

In Krankenhäusern, Kliniken und Sanatorien der Tropen, und immer mehr auch der Länder mit gemäßigttem Klima, stellt man bisweilen Kältemaschinen auf, die nicht nur dazu dienen, Milch und Wasser, Kühl- und Speisekammern zu kühlen und Tafeleis herzustellen, sondern auch gewisse Kranken-, die Operations-, oft auch die Sezier- und Leichenräume kühl zu halten. Das geschieht durch Kühlung der Ventilationsluft, indem das künstlich gekühlte Wasser durch in den Luftweg eingebaute Kühlschlangen geleitet, mittels Streudüsen zerstäubt oder über Steinfilter rieseln gelassen wird.

Bei der Erstellung derartiger Kühlanlagen ist ganz besonders darauf zu achten, daß Zugerscheinungen in den Räumen vermieden werden. Das erwärmte Kühlwasser der Kältemaschinen kann nutzbar gemacht werden<sup>1</sup>.

Bei genügender Abkühlung der Luft scheidet sie zudem Wasser aus und wird bei der Wiedererwärmung in den Kanälen und beim Austritt in die Räume relativ trocken, was einen weiteren Vorteil bedeutet, weil warme und gleichzeitig feuchte Luft schon für Gesunde fast unerträglich ist. Für Schwerkranke sind daher solche Anlagen in heißen Klimaten eine große Wohltat und es hat sich sogar gezeigt, daß schwere chirurgische Eingriffe, die daselbst im Sommer fast nicht durchführbar waren, dank der künstlichen Erneuerung, Kühlung und Trocknung der Raumluft, nun ohne Bedenken vorgenommen werden können.

In ihrem vorstehend bereits erwähnten Aufsatz „Heizung, Ventilation und Luftkühlung in Spitälern“ (erschienen 1928 im Handbuch der modernen Krankenhauseinrichtungen) schreibt z. B. die Firma Gebrüder Sulzer A.-G., Winterthur, über eine von ihr im Country Hospital in Shanghai ausgeführte derartige Anlage folgendes:

„Die Stadt Shanghai liegt ungefähr auf dem 32. Breitengrad, d. h. in ähnlicher Lage wie Casablanca oder Kairo. Im Sommer ist es daselbst außerordentlich heiß; die durchschnittliche Tagestemperatur steigt bis auf 32,6° C, während die höchste, gemessene Tagestemperatur rund 40° C beträgt. Da Shanghai in der Nähe der Mündung des Yang-Tsé-Kiang liegt, ist der relative Feuchtigkeitsgrad sehr hoch. In den Monaten Juni, Juli und August rechnet man mit einem Durchschnitt von 80 %, während das Maximum 90 % beträgt. Eine kombinierte Luftkühlungs- und Trocknungsanlage ist daher dort von besonderer Wichtigkeit. Die Kühlanlage im Country Hospital ist letzten Sommer in Betrieb genommen worden und funktioniert zur vollen Zufriedenheit der Spitalleitung.

Die Trocknung und Kühlung der Luft in bewohnten Räumen ist bekanntlich ein heikles Problem, da Feuchtigkeitsniederschläge vermieden werden müssen und unter keinen Umständen Zugerscheinungen auftreten dürfen. In dem genannten Spital ist die Aufgabe in der Weise gelöst, daß die in die Räume eingeführte Luft mit Wasser gekühlt wird, welches durch eine Kälteanlage vorher auf die erforderliche tiefe Temperatur gebracht wird. Die gekühlte Luft wird in die Räume durch schmale, unter der Decke angeordnete, Schlitze eingeblasen, wobei der Luftstrahl nach oben gegen die Decke gerichtet ist. Diese Lufteinblaseschlitze sind gleichmäßig im ganzen Raum verteilt. Die Kühlung hat sich nicht nur sehr gut bewährt, die Spitalleitung vertritt sogar die Ansicht, daß der günstige

<sup>1</sup> Hofmann: Kraft- und Wärmezentrale in der Hebammenlehranstalt in Heerlen. Gesundheitsing. 1926, S. 186.

Ausgang einiger besonders schwerer Fälle auf die ausgezeichnete Wirkung der Raumkühlung zurückzuführen ist. Die Kühlung und Trocknung der Luft in Kranken- und Operationssälen ist auch in den Gängen deutlich wahrnehmbar. Wie intensiv die Lufttrocknung ist, geht daraus hervor, daß selbst an sehr feuchten Tagen sich keine Niederschläge bilden; Zugerscheinungen lassen sich auch bei ganz offenen Luftschiebern in den Räumen nicht nachweisen. Die nötige Kälteleistung wird von einem vertikalen Sulzer-Ammoniakkompressor aufgebracht und beträgt 49000 kcal/st bei einer Verdichtungstemperatur von  $-3^{\circ}\text{C}$  und einer Kondensationstemperatur von  $+28^{\circ}\text{C}$ . Der Kompressor wird durch einen Elektromotor von 11,5 PS angetrieben und dient ausschließlich zur Kühlung des Süßwassers, das für die Raumkühlung verwendet wird. Der Kompressor ist gewöhnlich von 9—12 und von 14—16 Uhr im Betrieb, ausnahmsweise aber auch bis 18 Uhr, wenn Operationen vorgenommen werden. Die Kaltwasserpumpe für die Luftkühlung läuft ununterbrochen von 9—17 oder 18 Uhr. Ein weiterer Kompressor ist zur Eiszerzeugung und für die Nahrungsmittel-Kühlkammern bestimmt.“

In Buenos-Aires ist im Spital für fieberkranke Kinder seit Jahren eine ebenfalls von Gebrüder Sulzer ausgeführte Luftkühlungsanlage im Betrieb<sup>1</sup>.

Ein geringer Kühleffekt kann in gemäßigten Klimaten auch durch Zerstäubung von kaltem Leitungswasser oder Steinfilter mit Kaltwasserberieselung resp. Einlagerung von Eis in den Luftweg und Berieselung der Oberlicht- und Fensterflächen der Operationsräume mit kaltem Leitungswasser erzielt werden. Auch langsames Laufenlassen der Ventilatoren während der kühlen Nachtstunden und dadurch Auskühlung des Mauerwerkes hat sich schon oft als zweckmäßig und ausreichend erwiesen, um tagsüber angenehme Temperaturen aufrechtzuerhalten.

### C. Kochküchen.

Kochküchen in Spitälern wie auch Restaurants, Hotels usw. werden gewöhnlich durch die in ihnen untergebrachten Kochapparate und die Entnebelungsanlagen genügend geheizt, so daß die Aufstellung von Heizkörpern nur in den Nebenräumen, wie Zurüstereien, Abwaschküchen und Speiseausgaben, erforderlich ist.

Dagegen muß für die Lüftung und Entnebelung eine Ventilationsanlage für sämtliche Küchenräume erstellt werden. Dabei saugt man gewöhnlich nicht nur Luft ab, sondern bläst mittels Ventilatoren auch vorgewärmte Frischluft ein. Die abgesaugte Menge muß jedoch größer als die zugeführte sein, damit in der Küche Unterdruck entsteht und das Austreten von Gerüchen und Dämpfen nach den Nebenräumen vermieden wird.

Der Luftinhalt soll durch diese Anlagen mindestens 15—20, im Sommer womöglich 25mal in der Stunde erneuert werden können. Bei  $-10^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur soll die Anwärmung der Zuluft auf etwa  $30^{\circ}\text{C}$  erfolgen. Sinkt die Außentemperatur unter  $-10^{\circ}\text{C}$  (an Orten mit  $-20^{\circ}\text{C}$  niedrigster Außentemperatur), so ist der Luftwechsel derart einzuschränken, daß die erforderliche Erwärmung im Gebläseheiz-

<sup>1</sup> Siehe auch die Revue Technique der Firma Gebrüder Sulzer A.-G. 1927, Nr. 1: Installations Frigorifiques dans les Hopitaux pour le Rafrachissement des Locaux.

körper dennoch zustande kommt, weil sonst die Anlage- und Betriebsauslagen unnötig hoch ausfallen.

Die Zuluft ist dem Raum nach Möglichkeit in der Nähe der Dampfentstehungsstellen, d. h. des Kochherdes resp. der Dampfkochkessel, zuzuführen, während die Abluftstellen im obern Teil der gegenüberliegenden Wand oder in der Decke anzuordnen sind, damit die Luft auf ihrem Wege den Raum in richtiger Weise durchströmt.

Bei kleinen Verhältnissen sieht man bisweilen von der Aufstellung eines Zuluftventilators ab und überläßt es der Frischluft, durch einen Kanal mit eingebauten Dampfheizkörpern oder aus den Nebenräumen zuzuströmen. Selbstverständlich bedingt die letztgenannte Lösung entsprechend große Bemessung der in diesen Räumen aufgestellten Heizkörper. Hie und da werden auch in den Fensternischen Dampfheizkörper vorgesehen und dahinter in den Mauern Öffnungen mit Gittern und Klappen angebracht. Beim Durchströmen der Heizkörper soll sich die Luft erwärmen. Da dies aber oft in ungenügender Weise geschieht, und daher Zugerscheinungen auftreten, sind die Öffnungen meist geschlossen und hat ihre Erstellung daher einen geringen Wert. Auf alle Fälle dürfen nicht etwa abschließbare Warmwasserheizkörper davorgestellt werden, weil hierbei Einfriergefahr besteht.

Die Luftkanäle werden am besten in galvanisiertem Eisenblech ausgeführt und mit zahlreichen, leicht aufschließbaren Putzdeckeln für die Reinigung versehen. Hierauf ist bei Küchenventilationen, der starken Bildung von fettigen Ablagerungen wegen, besonders zu achten. In den Mauern ist wasserdichte Ausführung der Kanäle empfehlenswert, weil sonst Mauerdurchfeuchtungen vorkommen können.

Die Ausstattung der Küchen und die Größe resp. Zahl der vorzusehenden Apparate richtet sich nach der zu versorgenden Personenzahl, sowie den sonstigen Anforderungen. Es werden beispielsweise aufgestellt:

1. Kippbare Dampfkochkessel für Suppe.
2. Kippbare Dampfkochkessel für Obst, Reis und andere hellfarbige Speisen.
3. Desgleichen für Milch.
4. Desgleichen für Kaffee und Gemüse.
5. Kartoffelsieder.
6. Kohlen-, Gas- oder elektrische Herde mit durchgehenden Bratöfen und evtl. ein Backofen.
7. Wärmeschränke.
8. Wärmtische.
9. Spültröge.
10. Schwenkhähne für Kalt- und Warmwasser.
11. Evtl. eine mechanisch angetriebene Kaffeemühle und eine Kaffeemaschine.
12. Küchengeräte wie: Aluminiumlöffel, Aluminiumabschäumer, Fleischgabeln, Rührhölzer usw.
13. Warmwasserboiler, sofern nicht Fern-Warmwasserversorgung besteht. (Werden Kohlenherde aufgestellt, so kann die Er-

wärmung des Wassers teilweise von diesen aus, durch Einbauen von Schlangen in die Herde und Boiler, vorgenommen werden.)

14. Bei großen Betrieben Geschirrabwaschmaschinen, in denen das Geschirr auf automatischem Wege mittels heißer Sodalauge rein-gewaschen und hierauf durch Heißwasser abgebrüht wird. Diesen auch in Hotels, Restaurants usw. zweckdienlichen Maschinen wird in Spitälern mit Vorteil noch eine Sterilisiermaschine beigegeben, in der das Geschirr nach Verlassen der Waschmaschine kurze Zeit in klares, kochendes Wasser eingetaucht wird, wobei es gleichzeitig eine so hohe Temperatur annimmt, daß es nach Verlassen des Apparates trocknet, ohne daß Abtrockentücher zuhilfe genommen werden müssen<sup>1</sup>.

### D. Waschküche und Glättereii.

Die Waschküchen sind in genau gleicher Weise mit Lüftungs- und Entnebelungsanlagen zu versehen wie die Kochküchen und kann daher in allen Teilen auf das unter Abschnitt C hierüber Gesagte verwiesen werden.

Bez. Glätterraum ist beizufügen, daß die von den Dampfmangeln ab-gegebenen Dämpfe bei Maschinen neuer Konstruktion, gewöhnlich mittels Ventilatoren durch die Zylinder abgesaugt und ins Freie be-fördert werden. Treten sie in den Raum aus, so sind Luftabzugsschächte erforderlich, die am besten mit Ventilatoren versehen werden. Statt dessen wird zur Erhöhung des Auftriebes die Luft bisweilen erwärmt, was aber weniger wirksam und im Betrieb in der Regel teurer ist als die Zuhilfenahme eines Ventilators.

Weiter sind die Kulissentrockenapparate mit Ventilatoren für Um- und Frischluftbetrieb auszurüsten.

In neuzeitlichen Waschküchen sind beispielsweise vorhanden:

1. Einweichtröge (evtl. aus armiertem Beton), in welche die schmutzige Wäsche eingelegt wird.

2. Handwaschtröge (z. B. aus Holz, mit Zinklech ausgeschlagen), in denen stark schmutzige Wäsche von Hand gewaschen wird. Bis-weilen werden zum Auswaschen von Stuhl auch schräg liegende Wasch-bretter mit darüber angebrachten Brausen verwendet.

3. Kippbare Kochfässer (Bäuchekessel), zum Kochen der Wäsche in Lauge. (Zur Zubereitung der Lauge löst man Soda, Schmierseife und Seifenspäne in Wasser auf.)

4. Wasch- und Spülmaschinen, in denen die Wäsche zuerst in Lauge gewaschen, dann in heißem und nachher in kaltem Wasser ge-spült wird<sup>2</sup>. Der Waschprozeß, umfassend: Einfüllen der Wäsche in die Maschinen, Waschen mit Lauge, Spülen mit heißem, nachher mit kaltem Wasser und Entleeren, dauert rund 1 Stunde.

<sup>1</sup> Hottinger: Die Heiz-, Lüftungs- und elektrotechnischen Anlagen in der Krankenanstalt Glarus. Gesundheitsing. 1927, S. 861. — Voges: Neuzeitliche Großkücheneinrichtungen. Gesundheitsing. vom 8. Sept. 1927.

<sup>2</sup> Bez. Waschmaschinen s. u. a. O. Neumann: Die zukünftige Ent-wicklung der Wäschereimaschinen. Gesundheitsing. vom 20. August 1927.

5. Eine Zentrifuge (Schleuder) mit Kupferkorb. Durch das Schleudern verlieren die Wäschestücke den größten Teil des Wassers, so daß sie, sofern sie sich dazu eignen, auf der Dampfinsel direkt geglättet werden können, während die übrigen Stücke zur weiteren Trocknung in die Kulissentrockenapparate oder in eine heizbare, meist auf natürlichem Wege gut gelüftete Wäschehänge verbracht und hierauf, soweit erforderlich, von Hand geglättet werden.

Zu den genannten Einrichtungen kommen noch Behälter für Laugeakkumulierung (Laugefässer), evtl. auch Warmwasserbehälter hinzu.

Zur Ersparung von Seife und Verminderung der Kesselsteinbildung sind für Orte mit stark kalkhaltigem Wasser schon die Vorschläge gemacht worden, Regenwasser von den Dächern in entsprechend großen Behältern zu sammeln oder Wasserenthärtungsapparate, wie sie vorstehend unter Abschnitt I B erwähnt worden sind, aufzustellen. Hierzu ist jedoch zu bemerken, daß bei dem sehr großen Heißwasserverbrauch der Spitalwäschereien das gesammelte Regenwasser meist nicht weit reicht und Wasserenthärtungsapparate eine Verteuerung der Anlagen und auch eine gewisse Komplikation bedingen. Wenn, wie unter Abschnitt III A 6 vorgeschlagen wurde, das Wasser an zentraler Stelle auf 50—60° C erwärmt und in einem in der Waschküche aufgestellten Boiler auf 70—80° C nachgewärmt wird, so findet hier die Kalkausscheidung nur noch teilweise statt und genügt es meist, wenn Boiler und Heizschlangen reichlich bemessen und so angeordnet sind, daß sie leicht gereinigt werden können. Auch die Leitungen sollen nicht zu eng gemacht und so erstellt werden, daß mit der Zeit verkalkte Teilstücke leicht erneuert werden können.

Für die Projektierung der Warmwasserversorgungsanlagen ist erforderlich, zu wissen, wieviel Kilogramm trocken gewogene Wäsche pro Woche oder Tag zu reinigen sind. Ist das Gewicht nicht bekannt, so genügen auch Angaben betreffs Personen- resp. Bettenzahl oder die Anzahl der zu reinigenden Wäschestücke.

Für sparsamen Betrieb macht Rybka im Gesundheitsing. vom 25. Sept. 1926 folgende Betriebsangaben:

Das Trockengewicht der pro Woche zu reinigenden Wäsche kann pro Kopf (bzw. Bettstelle) angenommen werden für:

Krankenhäuser . . . . .	zu 5—7 kg
Militärspitäler . . . . .	„ 3—6 „
Siechenhäuser . . . . .	„ 3—4 „
Privatsanatorien . . . . .	„ 7—10 „
gute Hotels . . . . .	„ 4—6 „
Erholungsheime . . . . .	„ 3 „
Internate von Schulen usw. . . . .	„ 2—3 „
Kasernen . . . . .	„ 1—1,5 „
Bedienungspersonal im Mittel . . . . .	„ 2—3 „

Pro 100 kg Durchschnittswäsche sind an Maschinentrommel-Fassungsraum 0,6 m<sup>3</sup> plus 30—35 % erforderlich. Die Trommeln sollen nicht über 1 m Durchmesser, nicht über 2—2,5 m Länge und eine bequeme Arbeitshöhe aufweisen.

Der Wasserverbrauch pro 100 kg Waschgut ist 2—2,5 m<sup>3</sup>, hiervon sind etwa ein Drittel auf 60° C zu erwärmen.

Der Dampfverbrauch ist in guten Anlagen mit Einweichkufen, Kochfaß, Laugefaß, Wasch-, Spül- und dampfheizter Muldenplättmaschine pro 100 kg

Washgut, inklusive Warmwasserbereitung: 250—300 kg Dampf von 4 atü, sofern die Wäsche gut ausgeschleudert und in Kulissentrockenkammern getrocknet wird und die Leitungen gut isoliert sind.

Der Gesamtwärmebedarf ist somit (ohne Heizung und Lüftung) etwa 160000 bis 200000 kcal für 100 kg fertig gewaschenes Gut.

## E. Desinfektion.

Die zu desinfizierenden Gegenstände werden in die meist als Zylinder ausgebildeten, gut isolierten und beidseitig mit leicht lösbaren Deckeln versehenen Desinfektionsapparate von der sog. unreinen oder infizierten Seite her eingeschoben und nach erfolgtem Prozeß in einem vollständig getrennt angeordneten Raum, auf der reinen oder desinfizierten Seite, wieder herausgenommen. In den Apparaten<sup>1</sup> werden sie zuerst mit Dampf (evtl. Formalindämpfen) behandelt und dann zur Abkühlung und Trocknung einem Luftstrom ausgesetzt. Der gesamte Desinfektionsprozeß (einschließlich Aufgeben und Herausnehmen) erfordert  $2\frac{1}{2}$ —3 Stunden.

Zweckmäßig ist es, wenn die Desinfektionsapparate mit Schreibkontrollapparaten versehen sind, die jederzeitige Nachprüfung der Leistung ermöglichen.

Zwischen infiziertem und desinfiziertem Raum wird oft eine Bade- und Klosettanlage errichtet.

Außer den genannten Desinfektions- kommen für die Operationssäle auch Sterilisierapparate, Instrumenten- und Tupferkocher, Waschbeckenkocher usw in Frage. Ferner können an die Dampfversorgung Wasserdestillierapparate und Sputumkocher angeschlossen werden.

## F. Allgemeines.

Bei Neuerstellungen, Erweiterungen und Umbauten von Krankenanstalten sind, in bezug auf die Installation und die Behandlung aller Sonderfragen, in erster Linie der bauleitende Architekt, der Chefarzt und die übrigen Mitglieder der Baukommission maßgebend. Bei allen großen Neu- und Umbauten und bei Krankenanstalten im besonderen ist es wichtig, daß die betreffenden Persönlichkeiten mit dem Heizungsingenieur (evtl. einem Experten) rechtzeitig Fühlung nehmen und für die Ausarbeitung der Projekte (den Wettbewerb) ein sachgemäßes Programm aufstellen lassen. Unterbleibt dies, so ist es nachträglich oft schwierig und teuer, wenn nicht unmöglich, die Anlagen noch so zu gestalten, wie es am zweckmäßigsten und wünschenswertesten gewesen wäre. Die Baukommissionen sollten nicht versäumen, durch Besichtigung ähnlicher im Betrieb stehender Anlagen sich ein Bild von dem zu machen, was die Technik zu bieten vermag und was sich anderorts als zweckmäßig oder, trotz sorgfältiger Bedienung, als ungeeignet erwiesen hat. Da es sich um Kranke handelt, die auf Genesung hoffen, soll an

<sup>1</sup> Ditthorn: Über Neuerungen auf dem Gebiete der Desinfektionsapparate. Gesundheitsing. 1927, S. 707.

allen Einrichtungen, die dazu beitragen können, dieses Ziel zu erreichen, nicht gespart, andererseits aber auch kein Luxus getrieben und nichts zur Ausführung gebracht werden, was später doch nicht benutzt wird. Es wurde beispielsweise darauf hingewiesen, daß außer Betrieb befindliche Lüftungsanlagen, denen keine Beachtung geschenkt wird, durch ihre zahlreichen Staubecken direkt zum Übel werden können. Andererseits ist aber auch zu sagen, daß nützliche Einrichtungen, die bei der Erstellung mit Umsicht behandelt, von den maßgebenden Hygienikern gefordert wurden und bei sachgemäßer Bedienung gute Dienste leisten würden, aus Unkenntnis, Bequemlichkeit, Gleichgültigkeit oder Sparsamkeitsrücksichten bisweilen nicht im Betrieb gehalten werden. In dieser Beziehung hängt viel vom Interesse und Verständnis ab, das der dirigierende Arzt und die Spitalverwaltung diesen Einrichtungen entgegenbringen. Auch ist wichtig, daß die Anlagen geschultem Personal unterstellt werden, das Freude an ihrer Bedienung hat. Einrichtungen, die zu ständigen Klagen Anlaß geben, arbeiten unter einem anderen Heizer oft mit einem Schläge einwandfrei und außerdem können durch sachverständige und gewissenhafte Wartung jährlich erhebliche Beträge gespart, durch nachlässige Bedienung dagegen vergeudet werden. Nützlich ist die Führung praktisch angelegter Betriebsbücher, in denen die Außen- und einzelne Raumtemperaturen, sowie diejenigen des Heiz- und Warmwassers, ferner die Dampfdrücke, der Speisewasser-, Kohlen- und Warmwasserverbrauch, evtl. auch die Amperezahlen der Pumpen, ferner Bemerkungen über Störungen, Reklamationen u. a. m. regelmäßig und gewissenhaft eingetragen, vom technischen Leiter kontrolliert und wissenschaftlich verwertet werden.

Ist beabsichtigt, die Anlagen mit der Zeit zu vergrößern, so empfiehlt es sich, von Anfang an ein Vorprojekt für den vollen Umfang und auf Grund desselben Programme für die einzelnen Bauperioden auszuarbeiten. Nur bei einem derart planmäßigen Vorgehen besteht Gewähr dafür, daß nichts unterlassen wird, was den spätern Ausbau unnötig verteuert und behindert.

#### Literatur über ausgeführte Anlagen:

Lommel, A.: Beschreibung der technischen Einrichtungen im staatlichen Luitpold-Krankenhaus in Würzburg. Gesundheitsing. 1926, S. 340.

Alter: Technische Verbesserungen und Neuerungen im Krankenhaus. Gesundheitsing. 1927, S. 21.

Die Warmwasserheizungsanlage der Universitätsklinik in London. Engineering 1927, S. 1; Notiz im Gesundheitsing. 1927, S. 834.

Notiz über die Fernheizung in der großen Krankenanstalt des Staates Bremen. Gesundheitsing. 1927, S. 594.

Hottinger: Die Heiz-, Lüftungs- und elektrotechnischen Anlagen in der Krankenanstalt Glarus. Gesundheitsing. 1927, S. 690.

Siehe auch das Buch: Das deutsche Krankenhaus. Berlin: Julius Springer (Auszug aus den von A. Schulze bearbeiteten Kapiteln betr. Beleuchtung, Wärme- und Energiewirtschaft sowie Lüftung, mit ausführlichen Mitteilungen über die Ergebnisse einer in vielen Krankenhäusern veranstalteten Rundfrage im Gesundheitsing. 1928, S. 175).

## IV. Unterrichtsgebäude (Schulhäuser, Hochschulen, Seminarien, Vorlesungsgebäude usw.), einschließlich Turnhallen, Schulbädern, Schulküchen, Laboratorien.

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperatur in °C.

Unterrichtszimmer, Hörsäle usw. vor Beginn des Unterrichtes:	
bei starker Besetzung . . . . .	15°
bei schwacher Besetzung . . . . .	18°
während des Unterrichtes:	
im Winter nicht über . . . . .	20°
im Sommer nicht über . . . . .	23°
Korridore und Aborte . . . . .	15°
Lehrerzimmer . . . . .	18°
Abwartwohnung s. Abschnitt I.	
Turnhallen bei ausschließlicher Verwendung zum Turnen . .	10—12°
wenn auch als Vortragsräume, Festsäle usw. benutzt, vor	
Beginn der Veranstaltung, je nach der zu erwartenden	
Besetzung . . . . .	15—18°
Bade- und Ankleideräume . . . . .	20—22°
Handfertigkeitsräume, Laboratorien, Lehrwerkstätten usw., je	
nach Beschäftigung . . . . .	15—18°
Schulküchen . . . . .	15°
Sammlungen . . . . .	10—15°

#### 2. Heizsystem.

##### a) Ofenheizung.

In kleinen, ländlichen Schulhäusern trifft man noch hie und da Ofenheizung an, weil diese von früher her vorhanden ist, bisweilen auch weil Gemeindeholz, das sich in Öfen bequemer als in Zentralheizungskesseln verfeuern läßt, zur Verfügung steht.

Es kann sich um Kachel- oder eiserne Öfen handeln. Manchmal werden auch sog. Ventilationsöfen mit Luftkanälen aufgestellt, in denen sich die von außen her zugeleitete Frischluft erwärmt. Die verbrauchte Raumluft entweicht durch Abluftgitter, die für den Winterbetrieb am besten in den untern Raumpartien angebracht werden und mit über Dach oder in den unbenutzten Dachboden hinaufführenden Abluftkanälen in Verbindung stehen. Die Größe der auf diese Weise herbeigeführten Lufterneuerung ist naturgemäß von der Witterung (Temperatur, Windrichtung) abhängig. Ein weiterer Übelstand besteht in der meist ungenügenden Reinigungsmöglichkeit der Luftwege.

Die Abwartwohnung erhält, auch wenn das Gebäude mit Zentralheizung versehen ist, bisweilen doch ein oder mehrere Öfen, damit bei eingestelltem Schulbetrieb der Heizkessel nicht gefeuert werden muß. Sind außer der Abwartwohnung noch andere Räume zu heizen und muß an Samstagnachmittagen und in den Ferien außerdem Warmwasser zu

Reinigungszwecken bereitet werden, so ist es allerdings richtiger, die Größe eines Heizkessels für diese Zwecke zu bemessen und das Leitungsnetz so anzuordnen, daß die genannten Verbrauchsstellen von dem betreffenden Kessel aus mit Wärme versorgt werden können, ohne daß die übrige Anlage mit beheizt werden muß.

Auch in freistehenden Turnhallen trifft man hie und da Öfen an, weil dadurch Unabhängigkeit von der Zentralheizung des Hauptgebäudes besteht und Einfriergefahr ausgeschlossen ist. Denselben Zweck versehen auch Niederdruckdampf- oder Feuerluftheizungen. Meist wird indessen Anschluß an die gemeinsame Warmwasser- oder evtl. Dampfzentralheizung vorgesehen, insbesondere wenn die Turnhalle ans Hauptgebäude an- oder gar in dasselbe eingebaut ist<sup>1</sup>.

Soll die Turnhalle (z. B. an ländlichen Orten) gleichzeitig als Versammlungs-, Vortrags- oder Theatersaal dienen, so erhält sie mit Vorteil Pulsionsluftheizung, die gleichzeitig zur Lüftung benutzt werden kann. Die Erwärmung der Luft läßt sich dabei ebenfalls von der gemeinsamen Kesselanlage aus, d. h. mittels Warmwasser oder Dampf, vornehmen. Lüftungsmöglichkeit mittels Ventilatoren hat sich namentlich als wichtig erwiesen, wenn die Fenster bei Lichtbildvorträgen infolge dicht schließender Verdunklungsvorrichtungen nicht geöffnet werden können (s. auch das unter Abschn. XI über Saallüftung Gesagte).

#### b) Zentralheizung.

Für Unterrichtsgebäude können Warmwasser-, Niederdruckdampf- oder Luftheizung in Frage kommen. Am empfehlenswertesten ist Warmwasserheizung, und zwar, wenn die Umstände es erlauben, Schwerkraftheizung. Pumpenheizung kann angezeigt sein, wenn die Kellerräume z. B. für Bade-, Handfertigkeits- oder andere Zwecke benutzt und daher ebenfalls beheizt werden müssen und man von einer starken Vertiefung des Kesselraumes absehen will oder wenn mehrere Gebäude an die gleiche Zentrale anzuschließen sind.

Niederdruckdampf- ist im Vergleich zu Warmwasserheizung billiger in der Anschaffung und hat den Vorteil rascherer Aufheizmöglichkeit der Räume. Andererseits stellt sie sich im Betrieb teurer, weil die Schulzimmer leicht überheizt werden, die Leitungsverluste größer ausfallen und die Dampf- gegenüber den Warmwasserkesseln mit niedrigeren Wirkungsgraden arbeiten. Wärmevergeudung infolge überheizter Räume kann zwar durch Anwendung selbsttätiger Temperaturregler vermieden werden, doch sind diese Apparate nicht billig und bedürfen aufmerksamer Wartung.

Außerdem empfiehlt sich Dampfheizung in hygienischer Beziehung nicht, weil in Schulhäusern immer viel Staub vorhanden ist, der an den hochoverhitzten Dampfheizflächen stärker verschwelt als an Warmwasserheizkörpern, was zu unangenehmen und ungesunden Luftverhältnissen führt. Die oft laut werdenden Klagen der Lehrer über Unbehagen

<sup>1</sup> Als interessanten Sonderfall sei verwiesen auf den Aufsatz von Kayser: Die Verwertung der Erzeugungsstätten eines stillgelegten Gaswerks für eine Turnhalle und eine Badeanstalt. Gesundheitsing. 1926, S. 364.

während der Heizperiode sind bei Dampfheizung daher sehr begreiflich. Aber auch im Hinblick auf die Schüler ist an die Forderungen der Hygiene zu denken, namentlich in den oft übersetzten Volksschulhäusern, wo sich die Kinder zudem in voller körperlicher und geistiger Entwicklung befinden und einen großen Teil der Tageszeit in den Schulräumen verbringen müssen.

Luftheizung wurde früher in Schulen bisweilen erstellt unter Benutzung von Feuerluftöfen (Kaloriferen), Zu- und Umluftkanälen, in denen die Luft unter Schwerkraftwirkung zirkulierte. Nach Wunsch konnte man die Anlagen auch ganz oder teilweise mit Frischluft betreiben. Heute muß dieses System in Schulen als unwirtschaftlich und auch in hygienischer Beziehung als überholt bezeichnet werden, weil die Qualität der Heizluft in den sehr heißen Kaloriferen beeinträchtigt wird und bei auftretenden Undichtigkeiten sogar Feuergase (evtl. giftige) in die Räume hinaufgelangen können.

Später ging man dazu über, die Luft an Dampf- oder Warmwasserheizkörpern zu wärmen und die Luftzirkulation durch Ventilatoren zu bewirken. Es hat sich dabei aber gezeigt, daß der Betrieb von Warmwasserheizung billiger zu stehen kommt und gleichmäßigere Erwärmung der Räume garantiert.

Anders liegen die Verhältnisse nur bei großen Hörsälen, z. B. von Hochschulen, die vorteilhaft mit Pulsionsluftheizung, evtl. in Verbindung mit einer Anzahl direkt wirkender Radiatoren beheizt werden<sup>1</sup>.

Auch kommt es vor, daß in Schulen, die neben der Warmwasser- oder Dampfheizung eine Pulsionslüftung besitzen, diese in den Übergangszeiten als Luftheizung benutzt wird, indem man die Zuluft auf etwas über 20° C erwärmt.

Ausnahmefälle bilden Elektro-Warmwasserheizungen, wie sie z. B. in der Schweiz vereinzelt (z. B. in mehreren Schulhäusern Aaraus, s. Hottinger und Imhof, Elektrische Raumheizung), unter Ver-

<sup>1</sup> Siehe z. B.: Das neue Vorlesungsgebäude in Hamburg. Gesundheitsing. 1911, Festnummer, S. 19. Bei dieser Anlage (ausgeführt von der Firma Rud. Otto Meyer, Hamburg) erfolgt die Erwärmung der großen Hörsäle für 200—700 Personen vor Beginn der Vorlesungen durch in den Fensternischen aufgestellte Niederdruckdampfheizkörper und eine Dampfheizung. In dem Aufsatz ist u. a. folgendes erwähnt: „Eine Überwachung und Regulierung der Raumtemperaturen in den verschiedenen Hörsälen und Seminarien, deren Wärmebedarf durch die Verschiedenheit der Besetzung sehr veränderlich ist, wäre für den Heizer, selbst mit Hilfe einer Fernthermometeranlage, fast unmöglich. Für diese Räume wurde deshalb eine selbsttätige Temperaturregelungsanlage eingebaut, die, unabhängig von der Fürsorge durch den Heizer, sobald +20° C erreicht sind, die örtlichen Heizkörper absperrt und die Wechselklappen der Lüftungskammer so einstellt, daß Luft von nur 20° C eingelassen wird. Sinkt die Temperatur eines Saales unter 20° C, so öffnen die Heizkörperventile sich selbsttätig und die Wechselklappe in der Heizkammer läßt dem betreffenden Raum Luft von entsprechend höherer Temperatur zuströmen. So ist die Bedienung der Anlage bedeutend vereinfacht, denn der Heizer hat nur noch die Kessel zu warten, die Ventilatoren zu schalten und alle Apparate und Einrichtungen betriebsfähig zu erhalten.“

Das betreffende Vorlesungsgebäude ist inzwischen zum Mittelpunkt der Universität Hamburg geworden. Die Anlage befindet sich nach wie vor in unverändertem Betrieb, sie ist ein Beispiel für die Anwendung weitgehendster selbsttätiger Regelung, bedingt durch außergewöhnliche Verhältnisse.

wendung großer Wärmespeicher zur Ausnutzung von Nachtstrom, erstellt worden sind. Noch seltener ist direkte elektrische Heizung mittels in den Schulräumen aufgestellten Heizöfen. Ein Beispiel hierfür ist das Schulhaus in Schuls im Engadin, wo die Gemeinde über ein eigenes, im Winter nicht voll ausgenutztes Elektrizitätswerk verfügt.

Gasheizung hat ebenfalls da und dort in Schulgebäuden Eingang gefunden, insbesondere kann sie als Aushilfsheizung, z. B. in den Abwartwohnungen und zum raschen Aufheizen vorübergehend benutzter Räume wie Turnhallen, Lehrwerkstätten usw., unter Verwendung von Einzel-Gasheizöfen, bei nicht zu hohen Gaspreisen auch zum Betrieb der Zentralheizkessel (wie Ölfeuerung) dienlich sein.

Bei Ölfeuerung ist es angezeigt, nur einen Teil der Kessel mit Ölbrennern auszurüsten, die übrigen dagegen mit Koks zu betreiben, wodurch es möglich ist, während des strengen Winters ständig einen oder mehrere Kokskessel im Betrieb zu halten und tagsüber den Mehrwärmebedarf durch Ölfeuerung zu decken. Während der Übergangszeiten ist Nachtheizung nicht erforderlich und kann der Wärmebedarf am Tage ganz durch die leicht in und außer Betrieb zu setzende, auf beliebige Heizwirkung einregulierbare Ölfeuerung gedeckt werden.

Auch bei Gasfeuerung ist eine derartige Verbindung mit Kokskesseln oft von Vorteil.

Teilweise mit Koks, teilweise mit Öl befeuerte Kesselanlagen befinden sich z. B. in der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich und dem Neubau der Schweiz. Volksbank, Zürich<sup>1</sup>.

### 3. Heizkörper.

Die Zentralheizkörper werden zweckmäßig in Form leicht zu reinigender Radiatoren unverkleidet auf Konsolen in die Fensternischen, oder als Heizrohre den Außenwänden entlang, angeordnet. Aufstellung an den Innenwänden ist in der Anschaffung billiger, ergibt aber ungünstigere Temperaturverteilung in den Räumen.

Die Heizkörper werden in den Schulen zweckmäßig mit Steckschlüsseln versehen, damit nur der Abwart resp. Heizer und evtl. die Lehrer, nicht aber die Schüler, in der Lage sind, die Regelvorrichtungen zu verstellen. Bei Niederdruckdampfheizung ist es, wie schon erwähnt, angezeigt, selbsttätige Temperaturregelung vorzusehen.

Dunstschalen oder andere Befeuchtungseinrichtungen anzuwenden, ist in Schulhäusern (namentlich bei Warmwasserheizung) unnötig. Wie zahlreiche Messungen ergeben haben, ist in den Schulzimmern die Luft oft eher zu feucht als zu trocken. Gerade hier wird oft die Wirkung des in der Luft schwimmenden Staubes und der an hoch erwärmten Heizflächen entstehenden Destillationsprodukte irrtümlicherweise für Lufttrockenheit gehalten (s. hierüber das unter Abschnitt I 6, Befeuchtungseinrichtungen, Gesagte).

<sup>1</sup> Hottinger: Monographie des Neubaus der Schweiz. Volksbank, Zürich. Zürich: Gebr. Fretz A.-G.; ferner das über Gas- und Ölfeuerung unter den Abschnitten „A. Allgemeines“, sowie I A d und e Gesagte.

#### 4. Heizkessel.

Größere Schulhäuser erhalten stets mehrere Kessel, die nach Bedarf in Betrieb genommen werden und für sich abschließ- oder wenigstens leicht abflansch- und entleerbar sein sollen. Sie werden zweckmäßig mit Verteilern und Sammlern verbunden, von denen die im nächsten Unterabschnitt erwähnten Gruppenleitungen abgehen.

Daß es dabei angezeigt ist, einen der Kessel für den Betrieb der Abwartwohnung und Warmwasserbereitung sowie zum Heizen gewisser in den Ferien benutzter Räume, zu bemessen, wurde bereits erwähnt.

In Hochschulen (insbesondere technischen) werden bisweilen Kraftzentralen zur Erzeugung des benötigten Stromes erstellt, die außerdem zu Lehr- und Versuchszwecken dienen und deren Abwärme zu Heiz- und Warmwasserbereitungszwecken verwendet wird. Das bedingt selbstverständlich entsprechend große Hochdruckdampfkessel. Daraus können umfangreiche Anlagen entstehen, die nicht nur den verschiedenen Hochschulgebäuden dienen, sondern zu eigentlichen Städteheizungen werden. Stromüberschuß wird in solchen Fällen gewöhnlich ins städtische Netz geliefert.

Vgl. das über solche Anlagen unter den Abschnitten I u. III Gesagte; ferner: Josse, E.: Das Kraft- und Heizwerk bei der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg. Beilage „Kraft und Stoff“ der Deutschen Allgemeinen Zeitung vom 8. Februar 1925. Kurze Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 187.

Ein neues Heizkraftwerk in Danzig im Gesundheitsing. 1926, S. 170.

Kuhberg: Das Kraft-Fernheizwerk der Techn. Hochschule Berlin. Zentralbl. d. Bauverw. 1926, S. 217; Notiz im Gesundheitsing. 1926, S. 352.

#### 5. Leitungen.

Zur Erzielung eines möglichst wirtschaftlichen Betriebes ist es angezeigt, die Heizungen großer Unterrichtsgebäude in mehrere, sowohl im Vor- als auch im Rücklauf für sich abschließ- und entleerbare Gruppen zu unterteilen und dieselben mit Rücklaufbeimischung zu versehen, so daß sie sich einzeln abstellen resp. mit ungleich hohen Temperaturen betreiben lassen. Werden diese Einrichtungen zweckentsprechend bedient, so führt das unter Umständen zu wesentlichen Brennstoffeinsparnissen.

Die Gruppenunterteilung kann beispielsweise folgendermaßen vorgenommen werden:

- I. Schulzimmer, unterteilt in Untergruppen nach Himmelsrichtungen, so daß z. B. die ganze Südfront des Gebäudes bei Sonnenschein abgestellt, oder mit niedrigerer Temperatur betrieben werden kann.
- II. Korridore und Aborte, die in den Übergangszeiten, bis ziemlich tief in den Winter hinein, unbeheizt bleiben können.
- III. Abwartwohnung, die auch in den Winter- und nötigenfalls Frühjahrsferien sowie an Sonntagen, wenn das übrige Gebäude nicht geheizt zu werden braucht, Heizung erfordert.
- IV. Warmwasserbereitung für Bade- und Reinigungszwecke.
- V. Bade- und Ankleideräume, die nur zeitweise gebraucht werden (evtl. mit Gruppe IV verbunden).

- VI. Turnhalle, namentlich wenn sie auch außer der Schulzeit, abends, Sonntags und während den Schulferien, sei es als Turn-, Versammlungs-, Vortrags- oder Festsaal gebraucht wird.
- VII. Räume im Unterrichtsgebäude, die außerhalb der normalen Schulzeit benutzt werden, z. B. Handfertigkeitslokale, Schulküchen usw.

Gewöhnlich wird untere, in zwingenden Fällen auch obere Verteilung zur Anwendung gebracht. Die Vertikalleitungen sind in Neubauten wenn immer möglich in Mauerschlitze zu legen. Bez. Rohre, Isolation usw. gilt das unter „Leitungen“ der Abschnitte I und II Gesagte.

Bei Pumpenheizung wird die Pumpe über Nacht und die Feiertage gewöhnlich abgestellt und es ist daher notwendig, sie mit einer Umföhrungsleitung zu versehen, damit trotzdem in eingeschränktem Maße Wasserzirkulation stattfindet. Um nicht jedesmal beim Anlassen und Abstellen Ventile bedienen zu müssen, kann in die Umföhrungsleitung eine Rückschlagklappe eingebaut werden, die sich beim Stilllegen der Pumpe selbsttätig öföfnet, beim Anlaufenlassen schließt<sup>1</sup>. Dabei ist allerdings zu beachten, daß die Zirkulation, wenn die ganze Anlage als Pumpenheizung berechnet ist, ungleichmäßig vor sich geht, indem die untern Stockwerke in der Heizwirkung zurückbleiben, d. h. bis zum Morgen stärker auskühlen, als die obern. Um diesen Übelstand zu mildern, können die Leitungen nach den untern Stockwerken größer, als für den Pumpenbetrieb erforderlich, gehalten werden. Die nach der Abwartwohnung und evtl. andern Räumen, die jederzeit heizbar sein müssen, sowie nach den Warmwasserboilern föhrenden Heizleitungen müssen in jedem Fall für Schwerkraftwirkung bemessen werden, damit sie auch bei abgestellter Pumpe genügen.

## B. Warmwasserversorgung.

In neuzeitlichen Schulhäusern wird gewöhnlich Warmwasserbereitung für Bade- und Reinigungszwecke vorgesehen.

Die in den verschiedenen Stockwerken meist in den Aborten angebrachten Zapfstellen erhalten in der Regel Abschließungen mit Steckschlüsseln, damit sie nur vom Abwart resp. dem Reinigungspersonal bedient werden können. Außerdem sind Warmwasserzuleitungen nach dem Bad und einer evtl. vorhandenen Schulküche vorzusehen, während ein Anschluß der Abwartwohnung nur geringen Wert hat, weil die Warmwasserversorgung doch nur an den Bade- und Reinigungstagen im Betriebe steht. Zirkulationsleitungen sind nicht erforderlich.

Die Schulbäder werden meist als Fuß- und Brausebäder ausgebildet. Außer den Duschen- und Fußbadreihen sollen für Einzelbäder auch eine Einzeldusche und ein Einzelfußbad in Betrieb genommen werden können, ferner sind, wenn die Verhältnisse dies wünschbar machen, Wannebäder vorzusehen (für die Familie des Abwartes, in Kollegien, Lyzeen, Seminarien usw. auch für einzelne Schüler).

<sup>1</sup>) Näheres hierüber s. Hottinger: Heizung und Lüftung. Aufl. 1926, S. 37.

Zur Einstellung der gewünschten Wassertemperatur für die Brausen ist am Verteiler ein Mischhahn (zur Mischung von Heiß- und Kaltwasser) mit Thermometer anzubringen. Die Lage des Verteilers ist so zu wählen, daß von ihm aus der Baderraum und evtl. auch die Umkleideräume überblickt werden können.

Die Boiler und ihre Heizflächen sind so reichlich zu bemessen, daß sie den Spitzenanforderungen zu genügen vermögen. Angaben über den Wasserverbrauch, ferner ein Beispiel für die Berechnung der erforderlichen Boilerheizflächen sind zu finden in meinem Buche: Heizung und Lüftung. Aufl. 1926, S. 226.

Die Badewassertemperatur soll bei Brausebädern im Winter 30 bis 40°, im Sommer 25—30° C betragen. Für Reinigungszwecke muß das Wasser dagegen, wie in Wohnhäusern, mit mindestens 40—45° C zur Verfügung stehen.

### C. Lüftung.

Daß Schulzimmer mit starker Besetzung ausgiebige Lüftung erfordern, steht fest. Die Meinungen, wie diesem Bedürfnis entsprochen werden soll, gehen dagegen auseinander. Gut ausgeführte und sachgemäß bediente Pulsionslüftungen trifft man in Schulen selten an, häufig dagegen in die Dachböden hinaufführende Abluftkanäle. Die Abluftgitter sind gewöhnlich mit stellbaren Jalousieklappen versehen und entweder nur unten oder oben und unten in den Räumen angeordnet. In diesen Kanälen kommt im Winter ein Luftauftrieb zustande, der um so größer ausfällt, je höher und weiter die Kanäle und je größer die Temperaturunterschiede zwischen innen und außen sind. Im Sommer versagt diese Einrichtung allerdings (bzw. läuft verkehrt, indem Luft durch die Kanäle niedersinkt), doch hat dies nicht viel zu bedeuten, weil alsdann die Fenster offengehalten werden können. Der wunde Punkt dieser Anordnung besteht dagegen darin, daß infolge des Auftriebs ein gewisser Unterdruck in den Räumen zustande kommt und daher Luft durch die Undichtigkeiten der Umfassungswände, also evtl. auch verdorbene von den Korridoren und Aborten oder kalte durch die Fugen und Ritzen der Fenster, hereingesaugt wird. Selbstverständlich muß bei der Größenbestimmung der Heizkörper mit der Anwärmung dieser Luftmengen gerechnet werden. Wenn man übrigens Nachschau hält, so ergibt sich gewöhnlich, daß die Jalousieklappen dieser Einrichtungen geschlossen sind. Die Gründe dafür sind: Gleichgültigkeit, oder daß der betreffende Lehrer gern die Fenster öffnet und dann bei offenen Abzugskanälen starke Zugerscheinungen auftreten, oder daß man an Brennmaterial zu sparen wünscht.

Ist der Luftraum im Verhältnis zur Klassenbesetzung reichlich groß und werden die Kinder von den Lehrern und Eltern zur Reinlichkeit angehalten, und zwar nicht nur bez. Körper, sondern auch Kleidern und Leibwäsche, worauf die Schulbäder erfahrungsgemäß von günstigem Einfluß sind, so genügt ja auch meist das Öffnen aller Fenster während der Pausen und eine mäßige Fensterlüftung während der Unterrichtsstunden. Gut ist dabei die Verwendung von in die Fenster eingesetzten

Glasjalousien, Klappflügeln usw., die so konstruiert sind, daß die Rauminsassen von der einströmenden Luft nicht unmittelbar getroffen werden. Trotzdem sollten sich keine Sitzplätze dicht neben diesen Stellen befinden.

Andererseits lehrt die Praxis, daß bei überfüllten Klassen offene Fenster während des Unterrichts bei nassem, kaltem und windigem Wetter leicht zu Erkältungen führen, weil hierbei zur Schaffung erträglicher Luftverhältnisse große Öffnungen erforderlich sind und daher die einströmende, kalte Luft nicht nur in unmittelbarer Nähe Zegerscheinungen hervorruft, sondern sich über den ganzen Boden ergießt, so daß die Füße frieren. Die Lehrer, die sich Bewegung machen und gewöhnlich auch über eine robustere Natur verfügen als die Kinder, sind diesen Einflüssen naturgemäß weniger ausgesetzt.

Bis jetzt vermag für Dauerlüftung noch kein System unter Verwendung ungewärmter Frischluft zu befriedigen, auch nicht die von Schreider seinerzeit vorgeschlagene Zuführung der Luft in feiner Verteilung durch viele kleine Öffnungen in der Decke.

Man hat daher schon vielfach versucht, die frische Luft ohne große Aufwendungen für Luftkanäle, Ventilatoren usw. vorzuwärmen, beispielsweise durch die bereits erwähnten Ventilationsöfen, und bei Zentralheizungen durch Einsetzen von Gittern hinter den Fensternischenradiatoren, in beiden Fällen unter Erstellung von Abluftkanälen mit in den unteren Teil der Räume eingesetzten Abluftgittern. Die Zu- und Abluftkanäle werden dabei verschließbar gemacht, und außerdem bemühte man sich, durch konstruktive Vorkehrungen der verschiedensten Art dafür zu sorgen, daß die Frischluft die Radiatoren vollständig durchströmen muß, was sich aber bez. Zugfreiheit ebenfalls nicht bewährt hat, ganz abgesehen davon, daß durch die direkte Verbindung mit dem Freien Schall von der Straße her, Staub, Insekten usw. eindringen und die Wirkung, je nach den Witterungs-, insbesondere den Windverhältnissen, sehr ungleich ist. Außerdem sind die Heizkörper, wenn es sich um Warmwasserheizung handelt, in hohem Maße der Einfriergefahr ausgesetzt.

Diesbezüglich bedeutet auch die von amerikanischer Seite vorgeschlagene Anordnung, mit unter den Fensterrahmen angebrachten Ablenkbrettern, die den horizontalen Eintritt der Luft ins Zimmer verhüten sollen (s. Gesundheitsing. vom 27. März 1926, S. 204), keinen Fortschritt. Es ist auch schon vorgekommen, daß die Lehrer, weil der Lüftungseffekt zu wünschen übrigließ, die Oberflügel der Fenster geöffnet haben, wodurch die daselbst austretende Luft Gelegenheit fand, durch die darüberliegenden Öffnungen, von außen her, in die obern Schulzimmer wieder einzutreten.

Für Schulen ist daher von dieser Lüftungsart abzuraten, sie hat, wie schon unter Abschnitt III erwähnt, selbst in Koch- und Waschküchen wenig befriedigt.

Dagegen werden nach K. Ohms in Amerika in öffentlichen Schulen häufig Einzelventilationsapparate „Unit Vents“ angewendet, wobei die Luft durch kleine Ventilatoren von außen her über die mit Dampf beheizten, unter den Fenstern stehenden, verschalteten Radiatoren ange-

saugt und derart in die Räume eingeblasen wird, daß die anwesenden Personen vom Luftstrom nicht direkt getroffen werden. Auf diese Weise spart man die langen Luftzuführungskanäle von einem zentralen Heizapparat aus und kann jeden Raum nach Belieben für sich lüften oder nicht. Diese Heizart ist vergleichbar mit der unter Abschnitt XVI behandelten Luftheizung durch Einzelheizapparate. Es scheint, daß die „Unit Vents“ namentlich in den hohen amerikanischen Gebäuden starke Verbreitung erlangen, weil es dort so gut wie ausgeschlossen ist, zentrale Lüftungsanlagen zu erstellen. In Europa liegt ein zwingender Grund für ihre Verwendung z. Z. nicht vor, und es ist auch anzunehmen, daß diese immerhin primitiven Einrichtungen die bei uns gestellten Ansprüche nicht befriedigen würden.

Will man mechanische Ventilation zur Anwendung bringen, so ist es bei den europäischen Gebäudeverhältnissen angezeigt, eine zentrale Lüftungsanlage derart zu erstellen, daß der, meist im Keller untergebrachte, Zuluftventilator den Schulzimmern auf etwa 20° C vorgewärmte und nötigenfalls gereinigte Frischluft zuführt. Dabei ist es zur Erzielung eines kleinen Überdrucks, der unerwünschtes Einströmen kalter oder verdorbener Außenluft verhindert, zweckmäßig, die Abluftkanäle im Querschnitt nur ein Drittel bis halb so groß zu halten wie die Zuluftkanäle. Abluftventilatoren sind nicht erforderlich. Die Zuluftgitter werden gewöhnlich an den Seitenwänden unter der Decke, die Abluftgitter über Boden, bei Hörsälen bisweilen auch unter den Sitzen angeordnet. Obere Abluftöffnungen sind bei Ventilatorbetrieb nicht nötig.

Große Hörsäle (für die künstliche Ventilation stets angezeigt ist) sind jedoch auch schon mit Erfolg gelüftet worden, indem man die Zuluft unter den Sitzen zuführte, wie bisweilen bei Theatern (s. Abschnitt XII). Aus hygienischen Gründen sollen dabei die Gitter aber keinesfalls in den Boden gelegt, sondern an den Tritten oder Bankstützen vertikal angelegt werden, so daß Schmutz und Staub von den Schuhen und beim Kehren des Bodens nicht hinunterfallen können.

Die Abluftkanäle der Schulzimmer werden meist im Estrich (am besten etwa 50 cm über Boden) frei ausmünden gelassen. An einzelnen Orten bestehen jedoch feuerpolizeiliche Vorschriften, daß Abschließbarkeit durch von unten her bedienbare Klappen vorhanden sein muß bzw. daß die vertikalen Schächte in feuersichere horizontale Sammelkanäle einzumünden haben, weil sonst Feuerübertragungsgefahr von unten her aufs Kehlgebälk besteht.

Es sind in Schulhäusern auch schon sog. Überdrucklüftungen ausgeführt worden, bei denen unter Weglassung der Abluftkanäle nur erwärmte Frischluft in die Räume eingepreßt wird, wobei es der Abluft überlassen ist, ihren Weg durch die Undichtigkeiten der Umfassungswände selber zu suchen. Bei diesem System ist die Handhabung der Türen aber unangenehm, indem sie infolge des in den Räumen herrschenden beträchtlichen Überdrucks je nachdem schwer aufgehen und leicht zuschlagen oder umgekehrt schwer schließbar sind. Ferner hat sich gezeigt, daß der Lüftungseffekt nicht genügt, wenn während der

Pausen die Fenster nicht geöffnet werden, was bei einer vollwertigen künstlichen Lüftungsanlage nicht erforderlich sein sollte. Andererseits weist dieses System größere Wirtschaftlichkeit auf, weil die Wärme der Abluft zur Hauptsache den Mauern, durch deren Poren sie abströmt, und den Korridoren sowie den Räumen zwischen den innern und äußern Fenstern zugute kommt. Dieses Durchströmen der Umfassungswände hat aber andererseits den Nachteil, daß die in der Abluft enthaltenen Verunreinigungen die Poren durchsetzen und sich daher mit der Zeit Geruchbildungen bemerkbar machen. Auch erhalten die Korridore auf diese Weise verbrauchte Schulzimmerluft. Eine gewisse Steigerung des Lüftungseffektes läßt sich dadurch herbeiführen, daß von den Zimmern S-förmige Maueröffnungen nach den Korridoren erstellt werden, wodurch sich die Luftverhältnisse in den letzteren aber noch mehr verschlechtern und zudem der Schallübertragung Tür und Tor geöffnet ist, so daß auch diese Lösung nicht befriedigt. Wenn schon eine künstliche Lüftung vorgesehen wird, so sollte man daher von sachgemäß angelegten Abluftkanälen nicht Umgang nehmen.

Das Anwärmen der Frischluft geschieht in gewohnter Weise in Gebläseheizkörpern, die, infolge der hohen in ihnen herrschenden Luftgeschwindigkeit, selbstreinigend sind und mit Warmwasser oder Dampf beheizt werden. Vorwärmung und Führung der Luft in den Räumen sind so vorzunehmen, daß kein Zug verspürt wird. Auch darf vom Ventilator her kein störendes Geräusch vernommen werden (Umfangsgeschwindigkeit nicht über 12 m/s).

Die eingeführte Frischluftmenge soll betragen: je Schüler im Alter bis zu zehn Jahren  $15 \text{ m}^3/\text{st}$ , im Alter von über zehn Jahren  $20 \text{ m}^3/\text{st}$  oder, berechnet nach dem Rauminhalt, etwa das 2- bzw. 3fache desselben.

Befeuchtung der Zuluft ist in Schulhäusern, wie schon im vorstehenden Unterabschnitt „3. Heizkörper“ erwähnt, nicht erforderlich. Da, wo solche Einrichtungen von früher her bestehen, befinden sie sich meist außer Betrieb und sind oft in bedenklichem Zustand. Man Sorge nur dafür, daß die Heizflächen in den Schulräumen nicht zu heiß werden, vermeide Übererwärmung der Räume und halte sie möglichst staubfrei, dann wird niemand Befeuchtungseinrichtungen vermissen.

Auch Kühlanlagen sind bei unseren klimatischen Verhältnissen in Schulhäusern nicht erforderlich (um so weniger, als der Unterricht über die heißeste Zeit gewöhnlich eingestellt ist), außer etwa in dicht belegten Hörsälen. Z. B. ist in den Zuluftweg zum Hörsaal der Prüfanstalt für Heizungs- und Lüftungseinrichtungen in Charlottenburg ein von kaltem Wasser berieselter Steinfilter eingebaut worden, womit es möglich ist, auch im Hochsommer angenehme Verhältnisse zu schaffen<sup>1</sup>.

Unabhängig davon, ob für die Schulzimmer eine Lüftungsanlage erstellt wird oder nicht, sollten die Aborte, Brausebäder und Umkleieräume, Schulküchen und Laboratorien mittels Abluftventilatoren ausgiebig gelüftet werden. Die Abluft dieser Räume ist direkt über Dach oder in einen nach dem Freien führenden Sammelkanal zu leiten. In

<sup>1</sup> Rietschel-Brabbée: Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik. 6. Aufl. Berlin: Julius Springer.

den Estrich darf diese verdorbene, bisweilen auch stark feuchte Luft nicht austreten. Die Abluftgitter sind im oberen Teil der Räume anzuordnen. Für die Aborte begnügt man sich allerdings oft mit Abluftkanälen allein, ohne Ventilatoren, und zur Lüftung der Baderäume genügt es meist, aus dem Brauseraum Luft abzusaugen und die Zuluft von den Umkleideräumen her zuströmen zu lassen, wodurch auch diese gelüftet werden. Der Mehrbedarf an Wärme, infolge der Lüftung, ist durch Aufstellung entsprechend größerer Heizkörper zu decken. In Aborten, Schulküchen und kleinere Laboratorien kann die Zuluft von den Korridoren her, z. B. durch Öffnungen in den unteren Türhälfen eintreten gelassen werden. Infolge des erzeugten Unterdrucks gelingt es auf diese Weise auch, das Austreten von Raumluft bei offenen Türen zu vermeiden. In gleicher Weise, jedoch unter Zuführung vorgewärmter Frischluft, sind große Laboratorien (z. B. chemische in Hoch- und Mittelschulen) zu behandeln.

Wichtig ist, daß aus den Kapellen der chemischen Laboratorien kräftig Luft abgesaugt wird; es kann sogar die Lüftung der Laboratorien selbst durch dieselben vorgenommen werden, indem die Schiebetüren unten nur auf etwa 5 cm schließbar gemacht werden. Keinesfalls darf in den Laboratoriumsräumen durch das Absaugen von Luft ein größerer Unterdruck erzeugt werden als in den Kapellen, weil sonst beim Öffnen der Schiebetüren ein starkes Austreten der Gase und Dämpfe in die Laboratorien die Folge sein kann. Zwar trifft man noch vielfach nur Abzugskanäle aus den Kapellen an, an deren unteren Enden zur Erhöhung des Luftauftriebes Gasflammen entzündet werden können. Diese Einrichtung ist aber wenig wirksam und ergibt zudem einen teuren Betrieb<sup>1</sup>. Die Verwendung geeigneter Ventilatoren ist daher auch für diesen Fall vorzuziehen, wobei aber bezüglich Material für den Ventilator und die Kanäle berücksichtigt werden muß, daß Gase und Dämpfe aller Art, wie Chlor, Salz- und Schwefelsäuredämpfe usw., abzusaugen sind. Besonders kräftig sind die Schwefelwasserstoffkapellen zu ventilieren. Oft werden sie im Freien erstellt.

Wünscht man bei solchen Abluftanlagen, daß bei abgestellten Ventilatoren trotzdem eine merkliche Luftabströmung stattfindet, oder umgekehrt, daß dieselbe ganz unterbunden wird, so sind durch Gewichte ausbalancierte, selbsttätig funktionierende Klappen, im ersten Fall in einen Umföhrungskanal, im zweiten in den Druckstutzen der Ventilatoren, einzusetzen, die sich beim Abstellen der Ventilatoren automatisch öföfnen resp. schließen.

Der Luftwechsel soll bei künstlicher Ventilation betragen: bei den Aborten das 5—10fache,  
 der Schulküche das 15—20fache,  
 den Brause- und Umkleideräumen das 10fache,  
 den Laboratorien bis zum 10-, evtl. noch mehrfachen des Rauminhaltes, je nach Benutzungsart.

Literatur betr. Schulhauslüftung z. B. Gesundheitsing. 1925, S. 344.

<sup>1</sup> Siehe Hottinger: Die Verwendung der Elektrizität in der Lüftungstechnik. Elektrizitätsverwertung 1928, S. 140.

### D. Allgemeines.

In allen Gebäudearten sollen die Heiz- und Lüftungsanlagen, wie übrigens sämtliche Installationen, so einfach und übersichtlich wie möglich ausgeführt werden. Selbst ein etwas besserer Wirkungsgrad ist größerer Einfachheit zu opfern, wenn vorauszusehen ist, daß die kompliziertere Anlage doch nicht sachgemäß bedient wird. Alle Einrichtungen müssen so beschaffen sein, daß Leute mittlerer Begabung imstande sind, sie vollkommen zu verstehen und ohne übermäßige Beanspruchung, einwandfrei zu handhaben. Die Bedienung muß in Unterrichtsgebäuden ausschließlich durch sie, nicht teilweise durch die Lehrer oder gar Schüler, erfolgen.

Zwecks Erreichung dieses Zieles ist der Brennmateriallageraum sowohl für das Einbringen des Kokes als auch die Beschickung der Kessel bequem zu legen. Ferner soll an den erforderlichen mechanischen Einrichtungen für den Brennstoff- und Aschetransport (Karreten oder Wagen, evtl. Hängebahnen, Asche- und Schlackeaufzügen, gegebenenfalls Öl- oder Gasfeuerung) nicht zuviel gespart werden. Zur Kontrolle des verbrauchten Brennmaterials ist bei großen Anlagen die Aufstellung einer bequem zu bedienenden (am besten eingebauten) Waage ratsam. Weiter müssen die Gruppenabschließungen (s. Unterabschnitt 5, Leitungen), wie auch sonst alle Ventile, Entleerungen, Anlasser, Klappensteller usw., deutlich angeschrieben und die Leitungen (außer denjenigen der Heizung auch die Kalt-, Warmwasser- und Gasleitungen) durch besondere Farben kenntlich gemacht werden. Ferner sind bei weitläufigen Anlagen Fernthermometer, Fernklappensteller, bei Beheizung vieler Gebäude von einer Zentrale aus Telephonverbindung usw. am Platz, wodurch mancher Gang erspart werden kann. In dem Fall ist ein zentraler Regulierraum vorzusehen, der, wie das unter den Abschnitten III, VII und XII eingehend dargelegt ist, die Schalttafel mit den Instrumenten, Anlassern usw. (evtl. auch die Instrumente der elektrischen Installation), ferner die Pumpen, Verteiler, Warmwasserboiler, vielleicht auch den Zuluftventilator und andere Apparate, enthält.

Bei der Besprechung der Krankenanstalten wurde darauf hingewiesen, daß zu unterscheiden ist zwischen Luxus und erforderlichen Aufwendungen zur Erreichung von Betriebsverbilligungen. Sieh jährlich wiederholende Betriebsspesen fallen meist mehr ins Gewicht, als die einmaligen Mehrauslagen bei der Anschaffung. Das gleiche gilt natürlich auch für die Unterrichtsgebäude, besonders, wenn es dadurch gelingt die Bedienung nicht allzu umfangreicher Anlagen dem Hauswart zu übertragen, d. h. die Auslagen für einen besonderen Heizer zu sparen resp. bei großen Anlagen mit wenig Bedienungspersonal auszukommen.

## V. Kirchen.

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperaturen in °C.

In nicht dauernd beheizten Kirchen:

Bei Fußbank- oder Fußbodenheizung und außerdem Aufstellung von Heizkörpern zur Abhaltung von Zugerscheinungen . . . . .	12°
Bei verteilt im Raum aufgestellten Öfen, elektrischen oder Zentralheizkörpern und bei Luftheizung . . . . .	15—17°
In dauernd beheizten Kirchen genügen der guten Mauerdurchwärmung wegen . . . . .	10—12°

Sollen Proben, Konzerte und Vorträge in der Kirche stattfinden, so sind Temperaturen von 16—18° C und längere Anheizzeiten, bei öfterem Vorkommen Dauerheizung angezeigt, schon deswegen, weil die Vortragenden in der Regel die Überkleider ablegen.

Ebenso wichtig wie die Innehaltung bestimmter Raumtemperaturen sind die Umstände, daß die Besucher nicht an die Füße frieren und das Auftreten von Zugerscheinungen von Fenstern, Decken und Pfeilern herunter sowie durch die Eingänge verhindert wird.

Betreffs Pfarrer- und Küsterwohnung sowie evtl. mit der Kirche zusammenhängende Unterrichts- und Versammlungsräume s. die Abschnitte I und IV.

#### 2. Allgemeines.

Wie bez. der Temperaturen hat man auch bei der Wahl des Heizsystems darauf Rücksicht zu nehmen, ob es sich um nur vorübergehend oder dauernd beheizte Kirchen handelt. Für die letzteren kommen so ziemlich alle Heizarten in Betracht, während für die ersteren die Systeme, welche lange Anheizzeiten und Einfriergefahr aufweisen, wie Warmwasser- und Schwerkraftluftheizung weniger geeignet sind.

Dabei ist zu beachten, daß bei Öfen und im Raum verteilt aufgestellten elektrischen und Zentralheizkörpern der größte Teil der freiwerdenden Wärme mit der aufsteigenden Luft an die Decke hinaufgelangt und dadurch die Kirche langsam von oben nach unten aufgeheizt wird. Das bedingt lange Anheizzeiten und dementsprechend großen Brennmaterialaufwand. Das gleiche ist der Fall bei Schwerkraftluftheizung, während bei Pulsionsluftheizung wie auch bei Fußschemel- und Fußbodenheizung das Aufheizen rascher vor sich geht und gleichmäßigere Temperaturverteilung erreicht wird, indem bei Pulsion kräftige Luftumwälzung stattfindet und bei Fußschemel- und Fußbankheizung die Wärme über der ganzen Bodenfläche frei wird und daher in erster Linie der Aufenthaltszone zugute kommt.

Wie schon unter „Raumtemperaturen“ angedeutet, ergeben sich dabei zwei Vorteile, nämlich die Annehmlichkeit für die Besucher, warme Füße zu haben, und größere Wirtschaftlichkeit, weil die mittlere Raumtemperatur 12° C nicht zu übersteigen braucht.

Bereits wurde auch erwähnt, daß durch die Kirchenheizungen nicht nur die erforderlichen Temperaturen herbeigeführt, sondern ebenso Zugerscheinungen verhindert werden müssen. Dabei ist von der Überlegung auszugehen, daß im Innern der Kirche von den Besuchern ein Warmluftstrom hochsteigt, der bei Fußschemel- und Fußbodenheizung noch stärker in Erscheinung tritt, und an den Außenwänden, insbesondere den Fenstern entlang, kalte Luft niedersinkt. Auch hohe Pfeiler bilden Abkühlungsflächen, besonders wenn sie hohl sind und ihr Inneres mit dem Estrich in offener Verbindung steht. Weiter können durch den Auftrieb der Luft im unteren Teil der Kirche starke Lufteströmungen, z. B. durch offene Türen, auftreten. Diese Erscheinung wird durch Undichtigkeiten in den oberen Raumpartien, beispielsweise in der Decke, noch begünstigt. Bei der Projektierung von Kirchenheizungen ist zu untersuchen, wo solche Zugerscheinungen zu befürchten sind und was zu ihrer Verhütung geschehen kann. Hierfür sind bauliche und heiztechnische Vorbeugungsmittel in Erwägung zu ziehen, bauliche, durch Anbringung von Isolierbelägen, Erstellen von dichten Decken und Doppeltüren (Windfängen), evtl. von Doppelverglasung oder Doppelfenstern und heiztechnische durch Aufstellung von Heizfläche unter den Fenstern, Pfeilern, längs den Emporenbrüstungen, über vorspringenden Wandfriesen, bei den Eingängen usw.<sup>1</sup>

In neuester Zeit sind Kirchen gebaut worden, deren Umfassungswände aus Glas und dünnen Betonpfeilern bestehen (beispielsweise die St. Antoniuskirche in Basel). Derartige Gebäude sind sehr starker Auskühlung unterworfen, weshalb in ihnen die erwähnten Zugerscheinungen in besonderem Maße auftreten. Außerdem hat sich gezeigt, daß die Raumtemperaturen im Sommer bei Sonnenbestrahlung übermäßig hoch ansteigen, was der großen Fensterflächen und fehlenden, temperatenausgleichenden Mauermassen wegen leicht verständlich ist.

In solchen Kirchen sind daher leistungsfähige Heizungsanlagen vorzusehen und muß besonders gut dafür gesorgt werden, daß die an den Fenstern und Mauern niedersinkende Luft abgefangen und abgeleitet wird, bevor sie den Bereich der Besucher erreicht. Außerdem ist es durch Aufstellung von Heizkörpern oder Zuführung von Warmluft zweckmäßig, Vorkehrungen zu treffen, daß auf der inneren Seite dieser niedersinkenden Kaltluftströme Warmluftschleier hochsteigen, so daß ähnliche Verhältnisse entstehen wie sie z. B. in Wohnräumen, Bureaus usw. zur Abhaltung von Zug im kleinen, durch Aufstellung von Heizkörpern in den Fensternischen herbeigeführt werden. Diese Maßnahmen sind während des Bauens zu treffen, wenn nachträglich schwierig und teuer durchführbare Bauarbeiten vermieden werden sollen. Ferner muß ausreichende Lüftungsmöglichkeit für die Sommermonate vorgesehen werden (s. unter C. Lüftung), während für normal gebaute Kirchen künstliche Lüftungsvorrichtungen nicht erforderlich sind.

Durch Bewahrung der Kirchen vor zu großen Temperaturschwankungen kann auch einem Verstimmen der Orgeln entgegengewirkt

<sup>1</sup> Rietschel: Über Beheizung von Kirchen, insbesondere über die Beheizung des Ulmer Münsters. Gesundheitsing. 1899.

werden. Damit die Orgelinnenteile im Winter ebenfalls nicht zu starker Auskühlung unterworfen sind, ist die von den Orgelgebläsen geförderte Luft entweder aus dem Kircheninnern anzusaugen oder, bei Entnahme von außen, vorzuwärmen. Dadurch wird zudem erreicht, daß bei kalten Außentemperaturen das sonst in der Nähe der Orgeln zugartig wirkende Ausblasen der Orgelpfeifen nicht belästigend wirkt.

In nicht dauernd beheizten Kirchen kommt man, bei entsprechend groß bemessenen Dampf-, Pulsionsluft- und elektrischen Heizungen, meist mit 5—7 Stunden maximaler Anheizzeit, bei guter Bauausführung und geschützter Lage der Kirche auch mit weniger aus. In den Übergangszeiten genügte oft 1—2 Stunden. Je kürzer die Anheizzeit ist, desto wirtschaftlicher arbeiten die Anlagen. Andererseits ergeben längere Anheizzeiten infolge der höheren Erwärmung der Umfassungswände auf größere Tiefe unangenehmere Verhältnisse (weniger Zug und geringeres Kälteempfinden zufolge kleinerer Wärmeausstrahlung)<sup>1</sup>.

Weiter hat man an Orten mit  $-20^{\circ}\text{C}$  niedrigster Außentemperatur bei nicht dauernd beheizten Kirchen mit 20—30 Heiztagen zu rechnen. Wird die Kirche außer für sonntägliche Gottesdienste auch werktags für Vorträge, Proben usw. benutzt, so fällt die Zahl entsprechend höher aus, und bei dauernd beheizten Kirchen beträgt sie etwa 120.

In ästhetischer Beziehung ist zu beachten, daß das Kircheninnere nicht durch unpassende Öfen, Heizkörper oder Luftgitter verunstaltet werden darf. Ferner muß durch geeignete Maßnahmen dafür gesorgt werden, daß ein unschönes Schwärzen der Wände über den Heizkörpern und Warmluftaustrittsgittern nicht oder wenigstens nicht in störender Weise stattfindet. Werden Verkleidungen gewünscht, so sind diese der Innenarchitektur anzupassen und so auszubilden, daß die Luftzirkulation an den Heizkörpern vorbei nicht unterbunden wird und man sie zu Reinigungszwecken leicht aufschließen resp. wegnehmen kann.

Zur einwandfreien Erfüllung dieser Forderungen ist rechtzeitige Zusammenarbeit von Architekt und Heizungsjngenieur Erfordernis.

Zu den in Betracht kommenden Heizsystemen ist folgendes zu bemerken:

### 3. Heizsysteme.

#### a) Ofenheizung

ist in einfachen, ländlichen Kirchen meist unter Verwendung gußeiserner Öfen oft anzutreffen. Es kann Koks, Kohle, gewünschtenfalls auch Holz gefeuert werden.

#### b) Kanalheizung,

wobei die Feuergase Bodenkanäle durchziehen und die darüberliegenden Bodenflächen hoch erwärmen, sind nicht mehr gebräuchlich.

Auch das in der Markuskirche in Plauen i. V.<sup>2</sup> angewendete System, bei dem mittels eines Ventilators erhitzte Luft durch Fußboden-

<sup>1</sup> Hottinger: Das wirtschaftliche Anheizen großer Räume. Gesundheitsing. 1925, S. 593.

<sup>2</sup> Gesundheitsing. vom 27. Juli 1912.

betonkanäle in Zirkulation versetzt wird, dürfte, infolge der ziemlich großen Wärmeverluste nach dem Boden, kaum oft angewendet werden. Wird es zur Ausführung gebracht, so sind zur Abhaltung von Zugerscheinungen unter den Fenstern und anderen Abkühlungsflächen sowie evtl. neben den Türen trotzdem Einzelheizkörper aufzustellen.

### c) Luftheizung

kommt oft vor als:

a) Feuer-Luftheizung und

β) Dampf- oder Warmwasser-Luftheizung,

in beiden Fällen unter Erstellung von Warm- und Zirkulationsluftkanälen und bisweilen unter Einschaltung von Ventilatoren in den Luftweg.

Pulsionsluftheizung hat sich besonders in größeren, nicht dauernd beheizten Kirchen gut bewährt<sup>1</sup>.

Wichtig ist, daß alle Teile der Anlagen reichlich bemessen werden und evtl. vorhandene Ventilatoren geräuschlos laufen, damit sie gewünschtenfalls auch während des Gottesdienstes im Betrieb gehalten werden können. Die Flügelumfangsgeschwindigkeit darf daher nicht über 12 m/s betragen, oder es muß Tourenregulierung vorgesehen werden, damit die Möglichkeit besteht, vor dem Gottesdienst bei hoher Umlaufzahl mit viel Luft rasch hoch- und während der heiligen Handlung bei verminderter Drehzahl geräuschlos weiterheizen zu können. Auch die Lagerung von Ventilator und Motor muß zu dem Zweck geräuschsicher erfolgen.

Bei Feuerluftheizung kommen als Wärmeerzeuger Kaloriferen<sup>2</sup> für Koksfeuerung, oder Perretöfen<sup>3</sup> zur Befuerung mit Kohlenstaub, Koksgrieß oder Lokomotiv-Rauchkammerlösche zur Verwendung. Die Perretöfen ergeben einen besonders billigen Betrieb, eignen sich jedoch nur für Dauerbrand, d. h. ständig benutzte Kirchen, weil das Anfeuern jedesmal viel Holz und Mühe erfordert. Gewöhnlich werden sie im Spätherbst angeheizt und bis zum Frühjahr ununterbrochen weiterbetrieben. Ein Perretofen von beispielsweise 50 m<sup>2</sup> Heizfläche weist eine Leistung von rund 120000 kcal/st auf und genügt zur Beheizung eines Kircheninhaltes von 8000—9000 m<sup>3</sup>. Zum einmaligen Anfeuern braucht er 1,5—2 Ster Holz und (an Orten mit —20° C niedrigster Außentemperatur) jährlich etwa 15000 kg Kohlen- resp. Koksgrieß.

Bei Luftheizung sind die Zu- und Umluftgitter so anzuordnen, daß Schmutz und Staub von den Schuhen und beim Kehren der Böden nicht in die Kanäle hinunterfallen können. Zwecks Erzielung ähnlicher Verhältnisse, wie sie elektrische oder Dampf Fußbankheizung ergibt, wird die warme Luft bisweilen auch durch die Fußschemel zugeführt (z. B. in der protestantischen Kirche in Murten, Schweiz), was zweck-

<sup>1</sup> Greiner, L.: Die Heizung im Berner Münster. Schweizer Techn. Ztg. 1927, S. 145.

<sup>2</sup> Siehe die Schrift „Kirchenheizung“ der Firma H. Kori, Berlin.

<sup>3</sup> Gesundheitsing. 1913, S. 797.

mäßig ist, wenn wiederum durch konstruktive Vorkehrungen das Herunterfallen des Schmutzes von den Schuhen verhindert wird.

Muß die Feuerstelle in ein Nebengebäude, z. B. das Pfarrhaus, verlegt werden, und ist dieses ziemlich weit entfernt, so kommen für den Transport der Wärme ausschließlich Dampf oder Warmwasser in Frage, und ist daher in dem Falle Dampf- resp. Warmwasser-Luftheizung vorzusehen, wenn man nicht die Erstellung direkt wirkender Dampf- oder Warmwasserheizung vorzieht.

d) Niederdruckdampf-, bei ständig beheizten Kirchen  
Warmwasserheizung

weisen im Raum verteilte, z. B. an den Wänden aufgestellte oder als Heizrohre unter den Fußschemeln resp. unter dem Fußboden angeordnete Heizkörper auf. In den beiden letztgenannten Fällen sind außerdem Einzelheizkörper zur Abhaltung von Zugerscheinungen erforderlich, und bei Verlegung der Rohre in den Boden muß für besten Wärmeschutz nach unten gesorgt werden, weil sonst große Verluste auftreten können.

e) Elektrische Heizung<sup>1</sup>.

a) Elektrische Fußschemelheizung mit unter den Schemeln angebrachten elektrisch beheizten Rohren und Einzelheizkörpern zur Abhaltung von Zugerscheinungen hat in wasserkraftreichen Ländern große Verbreitung gefunden, und zwar für Kapellen mit wenigen hundert bis zu Kirchen mit 6000, ausnahmsweise bis 12000 m<sup>3</sup> Inhalt (z. B. Frauenfeld, Schweiz, mit 10500 m<sup>3</sup>, Hermannstadt, Siebenbürgen, mit 12000 m<sup>3</sup>).

An Orten mit  $-20^{\circ}\text{C}$  niedrigster Außentemperatur werden diese Heizungen gewöhnlich so bemessen, daß  $+12^{\circ}\text{C}$  Innentemperatur bei  $-10$  bis  $-15^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur und 5—7 Stunden Anheizzeit erreicht werden können. Weist die Kirche gute Bauausführung und nicht abnormal exponierte Lage auf, so kann für überschlägige Berechnungen der Stromverbrauch bei sparsamem Betrieb etwa angenommen werden zu :

Für einen Kirchen- inhalt von m <sup>3</sup>	hat der Anschlußwert zu betragen		so daß pro m <sup>3</sup> /st zugeführt werden können ca. kcal	der Stromverbrauch beträgt		
	je m <sup>3</sup> ca. kW	total ca. kW		pro Sonntag		pro Jahr bei 25 Heiztagen ca. kWst
				im Maximum ca. kWst	im Mittel ca. kWst	
500	0,034	17	29,3	114	68	1700
1000	0,031	31	26,7	205	124	3100
2000	0,0265	53	22,8	350	210	5250
3000	0,0235	71	20,3	470	280	7000
4000	0,0215	86	18,5	570	340	8500
5000	0,020	100	17,2	660	400	10000
6000	0,0194	117	16,3	750	450	11200
8000	0,018	144	15,5	900	540	13500
10000	0,0175	175	-15,0	1000	620	15500

<sup>1</sup> Hottinger u. Imhof: Elektrische Raumheizung. Zürich: Fachschriftenverlag u. Buchdruckerei A.-G. — Ferner Hottinger: Elektrische Raumheizung in Kirchen. Gesundheitsing. vom 7. Mai 1927.

Selbstverständlich ändern sich diese Werte mit der Lage des Ortes und der Bauausführung der Kirche. Sie werden höher, wenn dieselbe starkem Windanfall ausgesetzt ist, namentlich wenn sie große, nicht dicht schließende Fenster besitzt. In sehr geschützten Lagen und bei größeren als den in der Tabelle angegebenen Anschlußwerten, wodurch die Anheizzeit kleiner ausfällt, kann andererseits oft mit weniger auskommen werden.

Die 5—7 Stunden Anheizzeit betreffen die Heizdauer vor dem Gottesdienst. Gewöhnlich werden die Heizrohre jedoch auch während desselben, bei eingeschränkter Heizwirkung, weiterbetrieben, so daß sie als Fußwärmer dienen. Während ihre Oberflächentemperatur bei voller Stromaufnahme in der Regel 100—120° C beträgt, ist sie nach der Umstellung gewöhnlich 50—60° C.

Über die totale Heizdauer (einschließlich Gottesdienst) und den durchschnittlichen Gesamtstromverbrauch für eine Kirche von beispielsweise 3500 m<sup>3</sup> Inhalt orientiert für wechselnde Außentemperaturen folgende Zusammenstellung:

Außentemperatur °C	Totale Heizdauer einschließlich Gottesdienst ca. Stunden	Gesamt- stromverbrauch ca. kWst
+ 5	3	160
0	4	240
— 5	5	330
— 10	6 <sup>1</sup> / <sub>4</sub>	420
— 15	7 <sup>1</sup> / <sub>2</sub>	520

Die Fußbankheizkörper werden gewöhnlich in Form patentgeschweißter Siederohre von 55—83 mm äußerem Durchmesser mit gußeisernen Anschlußgehäusen von 130 oder 110 mm Höhe, die gleichzeitig als Stützen dienen, hergestellt und bei über 4 m Länge außerdem in der Mitte durch gußeiserne Füße gestützt.

Über die Rohre werden meist mittels eisernen Briden Holzplatten, die zur bequemen Reinigung der Rohre umlegbar sein sollen, angeordnet. Sie verhindern die direkte Berührung der Schuhe mit den Heizrohren, wodurch sie vor zu hohen Temperaturen geschützt sind und lästige Geräusche vermieden werden. Die Stromaufnahme beträgt pro laufenden Meter meist 300—400, ausnahmsweise sogar 600 Watt, regelbar auf <sup>1</sup>/<sub>3</sub> hinunter.

Die Umstellung kann bei Drehstrom in einfachster Weise durch Umschaltung von Dreieck- auf Sternschaltung erfolgen. Werden zwei Stromkreise vorgesehen, so ist eine Unterteilung in drei Stufen, z. B. <sup>2</sup>/<sub>3</sub>, <sup>1</sup>/<sub>3</sub> und <sup>1</sup>/<sub>3</sub> möglich, was aber nur in täglich benutzten Kirchen Vorteile bietet, während bei protestantischen Kirchen durch Unterteilung der Anlagen in mehrere Gruppen und zweifache Abstufung jeder Gruppe genügend Reguliermöglichkeiten bestehen. Bei Verwendung von Dreiphasen-Wechselstrom muß die Belastung in jedem Falle und bei jeder Schaltung gleichmäßig auf die drei Phasen verteilt werden.

Bei der schwachen Belastung und dem nicht häufigen Gebrauch der Kirchenheizungen halten die Heizkörper bei guter Ausführung sehr

lange. Die ersten elektrischen Kirchenheizungen sind im Jahre 1904 in Betrieb gekommen, und es ist nicht bekannt, daß bezüglich Versagen der Heizkörper irgendwo Anstände aufgetreten wären.

Die Fensternischenheizkörper zur Abhaltung von Zug sind nach der Größe, d. h. dem Wärmeverlust der Fenster zu bemessen. Meist genügt ein Anschlußwert von 1—2 kW, während bei großen Fenstern 5 und mehr Kilowatt erforderlich sein können.

Die bisweilen aufgestellte Behauptung, Fußbankheizung komme nur für kleine Kirchen in Frage, bei großen seien Zegerscheinungen unvermeidlich, ist verkehrt. Dies trifft nur dann zu, wenn gegen die Zegerscheinungen nichts getan wird, dann zieht es aber auch bei Luft- und Dampfheizung. Im Gegenteil ist es bei elektrischer Heizung besonders leicht, der Zugbelästigungen Herr zu werden, weil die kleinen und in beliebiger Form herstellbaren elektrischen Heizkörper an den erforderlichen Orten leicht untergebracht werden können und auch das Verlegen der im Vergleich zu Dampf- und Warmwasserleitungen sehr dünnen elektrischen Kabel keinerlei Schwierigkeiten verursacht.

Aus wirtschaftlichen Gründen wie auch im Hinblick auf die Regelung der Heizwirkung und allfällige Reparaturen, ferner zur Vermeidung großer Stromstöße beim Ein- und Ausschalten, ist es angezeigt, die elektrischen Heizungen in Gruppen zu unterteilen, z. B. nach folgendem Schema:

1. Vordere Bankreihen des Mittelschiffes. 2. Hintere Bankreihen und evtl. Seitenplätze des Schiffes. 3. Chor. 4. Fensternischen und evtl. weitere zur Abhaltung von Zegerscheinungen aufgestellte Heizkörper, wobei es angezeigt ist, diese Gruppe mit mechanischer Verriegelung zu versehen, so daß sie nur während des Gottesdienstes in Betrieb genommen werden kann. Auf diese Weise besteht Gewißheit, daß die Fensterheizung nicht schon zum Aufheizen der Kirche, wenn sie wenig Zweck hätte, eingeschaltet wird und der oft nicht allzu reichlich bemessene Anschlußwert in vollem Maße für die Fußbankheizung ausgenutzt werden kann.

Dadurch, daß es möglich ist, die vordersten Bankreihen des Schiffes für sich in Betrieb zu nehmen, ist bei Hochzeiten, Beerdigungen usw., trotz Schaffung angenehmer Verhältnisse, die Möglichkeit geboten, mit sehr wenig Energie auszukommen.

Außer Fensterheizkörpern werden besondere Heizgelegenheiten meist auch für die Kanzel und den Organistenplatz vorgesehen (Stecköfen, Fußwärmeplatten oder Lattenroste und für die Orgeln Spieltischheizungen in Form von Strahlern).

Die Empore kleinerer Kirchen macht man oft nicht besonders heizbar, da der obere Teil des Kircheninnern auch sonst warm genug wird. Wenn sie dagegen zu Proben während der Woche benutzt werden soll, ist eine Emporenheizung, ebenfalls als besondere Gruppe, vorzusehen, wobei beachtet werden muß, daß das Aufheizen der Empore einer ausgekühlten Kirche kräftige Heizkörper und viel Strom erfordert, weil offene Verbindung mit dem Kircheninnern besteht, weshalb nicht nur der Emporenraum, sondern der ganze obere Kirchenteil hoch-

geheizt werden muß. Soll die Benutzung an Werktagen stattfinden, so können sich Schwierigkeiten ergeben, wenn tagsüber der zum Aufheizen erforderliche Strom nicht oder nur zu hohen Preisen zur Verfügung steht.

Meist werden die Heizkörper der einzelnen Gruppen unter sich zusammengefaßt und durch gemeinsame Verteilungen mit der Schalttafel verbunden. Diese Leitungen lassen sich, auch bei bestehenden Kirchen, mit geringen baulichen Kosten im Fußboden oder an den Wänden unsichtbar anordnen. Hierzu werden mit Vorteil kleine Kabelkanäle, z. B. längs den Mittel- oder den Seitengängen unter dem Holzfußboden der Bankreihen, erstellt. Die Verlegung der Verteilungen erfolgt am besten in Form von Kabeln oder in Bleirohren. In dem Falle kommen die Sicherungen in die Schalttafel, nicht in die Heizkörper zu liegen, was eine einfache, übersichtliche Anordnung ergibt.

Bisweilen werden die Heizkörper auch einzeln angeschlossen und die Sicherungen in den gußeisernen Anschlußgehäusen derselben untergebracht.

Zum Ein- und Ausschalten der Heizungsgruppen sind die nötigen Schalter auf einer Schalttafel, die meist in Marmor ausgeführt wird, anzubringen. Bei größeren Anlagen enthält sie gewöhnlich auch ein gemeinsames Volt- und für jede Gruppe ein Amperemeter resp. ein Amperemeter mit Umschalter. Als Aufstellungsort kann ein Nebenraum, beispielsweise der frühere Kohlenbehälter oder eine abschließbare Mauernische, dienen.

Bisweilen wird auch ein Zeitschalter angebracht, der die Heizung selbsttätig, zu jeder gewünschten Nachtzeit, ein- und nach beendigtem Gottesdienst wieder ausschaltet. Namentlich das nächtliche Einschalten ist vom bedienungstechnischen Standpunkt aus wertvoll, weil dadurch der Küster nicht genötigt ist, mitten in der Nacht in die Kirche zu gehen. Die Sperrschalter sind so eingerichtet, daß der Zeitpunkt des automatischen Einschaltens und damit die Dauer der Anheizzeit der Witterung angepaßt werden kann.

**β) Elektrische Einzel- (evtl. Speicher-) Ofenheizung.** Wie unter „Allgemeines“ bemerkt, bedingt die Aufstellung von Einzelöfen gegenüber Fußschemelheizung längere Anheizzeiten und größeren Stromverbrauch. Das geht z. B. aus folgenden Fällen hervor:

Die vor über 20 Jahren mit elektrischer Heizung versehene Kirche in Linthal (Schweiz) enthält 8 Öfen zu je 3 kW und 2 Öfen zu je 4 kW. Der gesamte Anschlußwert beträgt somit 32 kW. Der Rauminhalt ist 2700 m<sup>3</sup>. Wenn die Heizung Samstag nachmittag 16 Uhr eingeschaltet wird, d. h. bei einer totalen Heizzeit von rund 18 Stunden, lassen sich laut Angabe der Kirchenpflege bei einer Außentemperatur von  $-12^{\circ}\text{C}$  rund  $+9^{\circ}\text{C}$  Innentemperatur erreichen. Demnach sind hierfür etwa 580 kWst erforderlich, während man bei Fußbankheizung und einem Anschlußwert von ca. 65 kW laut der unter  $\alpha$  wiedergegebenen Tabelle im Mittel mit ca. 260 kWst, im Maximum mit ca. 435 kWst auskäme, wobei zudem 12 und nicht nur  $9^{\circ}\text{C}$  Innentemperatur erreicht werden könnten.

Und ähnlich liegen die Verhältnisse in der evangelischen Kirche Thusis mit 2100 m<sup>3</sup> Inhalt, woselbst der Verfasser im Dezember 1923 Gelegenheit hatte, Versuche durchzuführen. Die Energieaufnahme der 9 mit Kacheln verkleideten Wandheizkörper betrug nur rund 28 kW. Sie sind zwar für einen Anschlußwert von 41 kW vorgesehen, doch konnte das Elektrizitätswerk nicht mehr als 28 kW liefern. Das Kircheninnere erwärmte sich bei einer Außentemperatur von  $-2^{\circ}\text{C}$ , die gegen das Ende der Heizzeit auf  $0^{\circ}\text{C}$  stieg, in 11 Anheizstunden von  $+2^{\circ}\text{C}$ : im Schiff auf  $9^{\circ}$ , auf der Empore auf  $11^{\circ}\text{C}$  und bis nach dem Gottesdienst z. T. infolge des Steigens der Außentemperatur, z. T. infolge der Wärmeabgabe der Kirchenbesucher auf 12 resp.  $13^{\circ}\text{C}$ . Dabei wurden rund 340 kWst verbraucht, wogegen man nach der Tabelle unter  $\alpha$  bei Fußschemelheizung mit etwa 215 kWst ausgekommen wäre, wobei zudem die Besucher warme Füße gehabt hätten, während bei der vorhandenen Ofenheizung der Fußboden kalt blieb. Um angenehmere Verhältnisse zu erzielen, mußte die Anheizzeit noch weiter verlängert werden.

Die Aufstellung von Einzel- (auch Speicher-) Öfen als alleiniger Heizart kann daher, trotz der geringeren Anschaffungskosten, nicht empfohlen werden. Dagegen sind Einzelheizkörper, wie erwähnt, zur Abhaltung von Zugerscheinungen wertvoll, und Speicheröfen können in Verbindung mit zu schwach bemessenen Fußschemelheizungen gute Dienste leisten. In dem Fall werden bisweilen Speicher mit Ventilatoren aufgestellt (Kirche in Münchenbuchsee, Schweiz). Doch sind dies Notbehelfe. Bei Neuanlagen ist davor zu warnen, elektrische Heizung zu erstellen, wenn der normal erforderliche Anschlußwert nicht zur Verfügung steht. Ist z. B. die Transformatorstation des betreffenden Ortes zu knapp bemessen und kommt eine Vergrößerung der Kosten wegen nicht in Frage, so empfiehlt es sich, ein anderes Heizsystem zu wählen statt Speicher, lange Anheizzeiten und ähnliche Hilfsmittel heranzuziehen.

**$\gamma$ ) Fußbodenheizung.** Auch bei Fußbodenheizung handelt es sich um eine Akkumulierheizung, bei der je nach den Verhältnissen bis zu 15 cm unter dem Boden Eisen- oder Feuertonrohre resp. -platten verlegt werden, in die man die Heizwiderstände einschiebt. Die Anschlußkasten können in den Seitenwänden oder im Fußboden selbst angebracht werden. Nach unten sind die Rohre durch Schlackensteine, Hourdis usw. gut gegen Wärmeverluste zu schützen. Trotzdem ist der Verlust unter Umständen recht beträchtlich. Als Speichermasse können Kies oder Sand verwendet werden. Der Abstand zwischen den Heizrohren beträgt normalerweise 40, unter Umständen bis 70 cm, ihre Länge bis zu 10 und 20 m. Die Regelung der Wärmezufuhr erfolgt durch Spannungsregelung oder Heizkörper mit  $\frac{1}{3}$ - und  $\frac{2}{3}$ -Wicklungen. Das selbsttätige Ein- und Ausschalten des Stromes bewirkt gewünschtenfalls ein Zeitschalter, die Stufenschaltung muß von Hand bedient werden.

Dieses Heizsystem hat den Vorzug, daß im Raum keine Heizkörper erforderlich sind, was bei Kirchen mit loser Stuhlung von Bedeutung ist. Andererseits kann man nicht wissen, was für eine Witterung am

anderen Tage herrscht, und besteht daher eine gewisse Unsicherheit, wie stark die Bodenspeichermasse aufgeheizt werden soll. Eine Regelung der Wärmeabgabe während der Benutzungszeit der Kirche ist unmöglich.

Fußbodenheizung als alleinige Heizmöglichkeit kann daher wohl bei Kirchen, die alle Tage gebraucht werden, Dienste leisten, bei solchen, die von einem Sonntag bis zum anderen Gelegenheit haben, auszukühlen, eignet sie sich dagegen nicht.

Unerlässlich sind auch hier Einzelheizkörper zur Abhaltung von Zugerscheinungen.

**d) Elektro-Dampf- und Elektro-Warmwasserheizung.** Für diese Systeme gilt das über Niederdruckdampf- und Warmwasserheizung allgemein Gesagte. Der einzige Unterschied besteht darin, daß als Wärmeerzeuger nicht gewöhnliche Heizkessel, sondern Elektrokessel dienen. Steht Niederspannungsstrom (bis maximal 500 V) zur Verfügung, so kann Elektroden- oder Widerstandsheizung angewendet werden. Soll dagegen Hochspannungsstrom, der billiger als heruntertransformierter Niederspannungsstrom und meist auch in beliebiger Menge erhältlich ist, verwendet werden, so kommen ausschließlich Elektrodenkessel in Frage.

Elektro-Niederdruckdampfheizung besteht in der Schweiz z. B. in der Stadtkirche Winterthur, ferner in den Kirchen Oberwinterthur und Seen bei Winterthur.

Der Stromverbrauch ist größer als bei der unter  $\alpha$  besprochenen elektrischen Fußschemelheizung. Trotzdem kommen die Betriebskosten bei Verwendung von Hochspannungsstrom unter Umständen nicht höher zu stehen<sup>1</sup>.

**e) Elektro-Pulsionsluftheizung.** Pulsionsluftheizung hat, wie Fußbodenheizung, den Vorzug, daß keine Heizkörper im Raum aufgestellt werden müssen. Im Vergleich zur Fußschemelheizung erfordert jedoch auch sie mehr Strom, läßt sich aber ebenfalls mit billigem Hochspannungsstrom betreiben. Ein Beispiel dafür ist die Anlage in der Friedenskirche in Bern mit einem Kubikinhalt von 4100 m<sup>3</sup>. Um die Spannung von 3000 V direkt ausnützen zu können, ist ein Elektro-Warmwasserkessel mit einer maximalen Leistungsaufnahme von 150 kW aufgestellt. Das in ihm erzeugte Heizwasser zirkuliert durch den natürlichen Auftrieb nach einem Gebläseheizkörper, um daselbst die durch den Ventilator in Umlauf versetzte Luft zu erwärmen.

Die Erstellung von Elektro-Dampf- oder Warmwasserheizungen sowie Elektro-Dampf- oder Warmwasser-Pulsionsluftheizungen weist den Vorteil auf, daß sich solche Anlagen leicht mit feuerbeheizten Kesseln in Verbindung bringen lassen, die im strengsten Winter, oder bei Stromunterbruch, in Betrieb genommen werden können.

Ausnahmsweise werden auch elektrische Heizwiderstände direkt in den Luftweg eingebaut. Ein Beispiel hierfür ist die Anlage in der katholischen Herz-Jesu-Kirche in Zürich-Wiedikon. Die maximale Leistungsaufnahme des Heizapparates beträgt 200 kW, der verfügbare

<sup>1</sup> Siehe die betreffenden Angaben im Gesundheitsing. 1927, S. 358 u. 359.

Drehstrom hat eine Spannung von 500 V. Die Anlage wird jedoch, der hohen Betriebskosten wegen, nur an ganz kalten Tagen während kurzer Zeit benutzt.

Selbstverständlich gehören auch die unter  $\beta$  erwähnten Speicheranlagen mit Ventilatorbetrieb unter die Elektro-Pulsionsluftheizungen.

Betreffend geräuschlosem Gang der Ventilatoren gilt das unter „2. Allgemeines“ Erwähnte.

#### f) Gasheizung.

Gas findet in Kirchen Verwendung zum Betrieb von Einzelgasheizkörpern oder Niederdruckdampf- resp. Warmwasserheizkesseln. Bei Aufstellung von Einzelgasheizöfen ist für gute Ableitung der Verbrennungsprodukte sowie durch Zugunterbrecher dafür zu sorgen, daß der Wind die Gasflammen nicht ins Kircheninnere hineintreiben oder auslöschen kann. Es gilt bez. Ausführung und Wirtschaftlichkeit das über Gasheizung unter den Abschnitten „I. Wohnhäuser“ und „A. Allgemeines“ Gesagte.

Welches der vorstehend genannten Heizsysteme in einem besonderen Falle den Vorzug verdient, und wie es im einzelnen ausgebildet werden soll, kann nur die Prüfung aller örtlichen Verhältnisse ergeben. Außer darauf, ob es sich um eine selten und nur kurze Zeit oder dauernd zu heizende Kirche handelt, ist zu beachten, ob sie Saalform oder komplizierte Grundrißgestaltung mit Seitenschiffen, Emporen usw. aufweist, ferner ob sie kleinen oder großen Rauminhalt besitzt, niedrig, hoch, in massivem Mauerwerk mit gut dichtender Decke oder für Wärme und Luft leicht durchlässig gebaut ist, weiter ob sie feste oder lose Bestuhlung aufweist, unterkellert ist, wie sich die baulichen Verhältnisse bez. Kesselraum, Kamin usw. gestalten, und schließlich, wie die Kohlen-, Strom-, Gas- und evtl. Holzpreise an dem betreffenden Orte sich zueinander verhalten, sowie ob für die Erstellung elektrischer Heizung die Leitungen und Transformatoren des verfügbaren Stromnetzes stark genug bemessen sind.

### B. Warmwasserbereitung.

In großen Kirchen werden zu Reinigungszwecken ausnahmsweise Warmwasserbereitungsanlagen erstellt, wobei das warme Wasser auch in die Emporen hinaufzuleiten ist. Die Wassererwärmung kann vom Heizkessel, einem besonderen kleinen Kessel aus oder auf elektrischem Wege erfolgen.

### C. Lüftung.

Des großen Rauminhaltes und der beträchtlichen natürlichen Lüftung wegen ist in massiv gebauten Kirchen mechanische Lüftung nicht erforderlich.

Anders liegt der Fall jedoch bei den bereits erwähnten neuzeitlichen Kirchenbauten, deren Wände zur Hauptsache aus Glas und dazwischen dünnen Betonpfeilern bestehen (z. B. St. Antoniuskirche in Basel)

Diese erfordern im Sommer Lüftung mittels Ventilatoren, weil sonst fast unerträgliche Temperaturverhältnisse auftreten. Wird Luftheizung mit Ventilatorbetrieb erstellt, so kann der gleiche Ventilator im Sommer auch zur Zuführung von Frischluft dienen. Außerdem soll aber erforderlichenfalls mittels eines Abluftventilators Luft (z. B. durch Deckenöffnungen, die im Winter jedoch gut zu verschließen sind) abgesaugt werden können. Zwecks Erzielung einer gewissen Kühlung des Rauminnern ist es möglich, die Ventilatoren während den kühlen Nachtstunden, bei kleinen Umlaufzahlen, im Betrieb zu halten. Groß ist der Kühleffekt allerdings nicht, um so weniger, als keine bedeutenden Mauermassen, die akkumulierend wirken könnten, vorhanden sind.

Im Winter und in den Übergangszeiten genügt die natürliche Lüftung auch bei derartigen Betonkirchen. Die Fenster müssen dazu, wie bei allen Kirchen, mit aufschließbaren Flügeln versehen werden.

## VI. Klosteranlagen.

Außer den eigentlichen Wohngebäuden mit Zellen, Kapitel- und Speisesälen, Gastzimmern, Kreuzgängen, evtl. Bibliotheken, Sammlungen und der Kirche mit Sakristei umfassen größere Klosteranlagen meist auch Wirtschaftsgebäude, Werkstätten usw. sowie oft Kollegien zu Unterrichts- und Wohnzwecken.

### 1. Heizsystem.

Früher war in Klöstern Ofenheizung das allgemeingebräuchliche Heizsystem, und zwar, wie zahlreiche Dokumente und Funde beweisen, im Mittelalter zuerst sog. Steinofenheizung. Dabei erstellte man unter den zu heizenden Räumen dickwandige Kammern, in welche bisweilen noch Findlinge, z. B. aus Basalt oder Granit, gelegt wurden. Von denselben führten einerseits Rauchabzüge ins Freie, andererseits Kanäle nach den zu heizenden Räumen. Zuerst öffnete man die ersteren, schloß die letzteren und erhitze die Kammern mittels einem kräftigen Holzfeuer. Nach dem Erlöschen des Feuers wurden die Rauchabzüge zu-, die Heizkanäle aufgemacht, so daß die nun hindurchstreichende frische, sich in den Kammern hoch erwärmende Luft, in die Räume austrat und dieselben heizte. Später ersetzte man diese primitiven Luftheizeinrichtungen durch in die Zellen und Säle eingebaute, oft sehr kunstreich ausgeführte Kachelöfen, die in der Regel von den Kreuzgängen her mit Holz befeuert wurden, und in neuerer Zeit sind dann oft einzelne Teile (Abtei, Priorat, Kirche) oder auch sämtliche zu heizenden Räume, mit Zentralheizung versehen worden, allerdings oft mit Dampfheizung, während heute für Wohngebäude Warmwasserheizung allgemein üblich ist (s. Abschnitt I). Handelt es sich um ausgedehnte Klosteranlagen, so kann auch Pumpen-Fernheizung und daneben, zur Heizung der Kirche sowie zum Anschluß der Wasch- und Kochküche, evtl. Ferndampfversorgung angezeigt sein (wie bei Krankenanstalten, Abschnitt III). Für die Kirche können jedoch auch die andern der unter Abschnitt V für dauernd be-

heizte Kirchen erwähnten Heizarten in Frage kommen. Bleibt die Kirche unbeheizt, so sollte doch wenigstens die Sakristei an die Zentralheizung angeschlossen werden. Weiter sei verwiesen, bez. evtl. Wohn- und Unterrichtsgebäude der Schüler (Lyzeen, Kollegien) auf die Abschnitte I und IV, für evtl. Gewächshäuser auf Abschnitt II. Enthalten die Kollegiumsbauten Turnhallen und Badeanlagen, so gilt hierfür ebenfalls das unter Abschnitt IV Gesagte. Bei Erstellung von Fernwarmwasserheizung ist zu beachten, daß der Boiler der Warmwasserbereitung für Bade- und Reinigungszwecke sowie die Heizung der Baderäume, außer an die Fernheizung, auch an einen örtlich aufgestellten Heizkessel anzuschließen oder mit elektrischer Heizmöglichkeit zu versehen sind, damit sie zur Verfügung stehen, auch wenn sich die Fernheizung nicht im Betrieb befindet.

Bei der Unterbringung des zentralen Kesselraumes ist darauf Bedacht zu nehmen, daß die Klosteranlage nicht verunstaltet und während des Betriebes der Heizung nicht durch Geräusche, Rauch usw. belästigt wird. Es ist daher für gute Zufahrtsmöglichkeit zur Herbeischaffung des Brennmaterials und zum Wegtransport von Asche und Schlacken und außerdem dafür zu sorgen, daß die vorherrschenden Winde die Rauchgase möglichst von den Gebäuden wegtreiben. Erlauben diese Rücksichtnahmen außerdem das Kesselhaus am tiefstgelegenen Gelände-punkt aufzustellen, so ist das von Vorteil. In den meisten Fällen wird die Unterbringung der Zentrale in den Wirtschaftsgebäulichkeiten am zweckmäßigsten sein (s. im übrigen das unter Abschnitt III über die Zentralisation der Heizanlagen Gesagte).

## 2. Kesselanlage.

Wie bei Wohnkolonien, Krankenanstalten und ähnlichen Gebäuden, resp. Gebäudegruppen eignet sich am besten Koksfeuerung und sind dementsprechend guß- oder schmiedeeiserne Kessel mit Füllschächten zu verwenden. Kessel für Steinkohlenfeuerung sind der Rauchentwicklung (die auch bei Unterschubfeuerung beim Anfeuern und Abschlacken nicht zu verhüten ist) sowie auch deswegen nicht gebräuchlich, weil dabei die Kessel während der Nacht ausgehen gelassen oder ständig gewartet werden müssen. Nachtbedienung ist aber in Klöstern nicht erwünscht und das Ausgehenlassen hat zur Folge, daß jeden Morgen neu angefeuert werden muß. Auch kann dabei eine sehr ungleichmäßige Auskühlung der Gebäude stattfinden, wenn neben den alten Klosterbauten mit ihren dicken Mauern neuere, leichter gebaute Gebäude in Frage kommen.

Verfügt das Kloster über Waldungen und daher größere Mengen Brennholz, das in den Übergangszeiten mit Vorteil im eigenen Betrieb verfeuert wird, so ist bei der Wahl des Kesselsystems auch hierauf Rücksicht zu nehmen.

Pumpen, Schalttafel usw. werden am besten in üblicher Weise in einem besonderen Apparate- und Regulierraum (s. die Abschnitte III und VII) untergebracht.

### 3. Leitungen.

Betreffend der Fernleitungen gilt das bei Warmwasserfernheizung Allgemeinübliche. In den Gebäuden sind die Leitungen in Kellerräumen, Bodenkanälen (z. B. unter den Kreuzgängen), in den Hohlräumen der Kreuzgewölbe ausnahmsweise auch sichtbar, beispielsweise in wenig benutzten Gängen oder auf den Dachböden unterzubringen. Der in den alten Gebäuden sehr dicken und gewöhnlich aus Rundsteinen hergestellten Mauern wegen, hat die Verlegung so zu geschehen, daß möglichst wenig Mauerdurchbrüche erforderlich sind.

Die Vertikalleitungen werden in den bestehenden Gebäuden am besten offen, in Neubauten dagegen in Mauerschlitzen verlegt. Im übrigen sei bez. der Leitungen, evtl. Gruppenunterteilung usw. auf die Abschnitte I, III und IV verwiesen.

#### Literatur:

Hottinger: Die Fernheizung im Kloster Engelberg. Gesundheitsing. 1928, S. 545.

## VII. Geschäfts-, Bureau-, Verwaltungs-, Gerichts-, Bank- sowie Post- und andere Verkehrsgebäude.

(Verkaufsläden s. Abschnitt I, Warenhäuser Abschnitt VIII, Großgaragen Abschnitt XVI.)

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperaturen in °C.

Bureaus, Sitzungs-, Warte-, Empfangszimmer usw. . . . .	18°
Mit den Bureauräumen in offener Verbindung stehende Schalterhallen . . . . .	18°
Von den Bureauräumen abgetrennte Schalterhallen . . . . .	15°
Kassen- und Tresorräume . . . . .	18°
Oft benutzte Registraturen, Archivräume usw., in denen sich Angestellte bisweilen tagelang aufzuhalten haben . . . . .	18°
Wenig benutzte Registraturen, Archivräume usw. . . . .	12°
Korridore bei ausschließlicher Benutzung als Verbindungs- räume . . . . .	10—15°
Korridore bei Benutzung als Warteräume . . . . .	18°
Aborte, Toiletten, Garderoben, Waschräume . . . . .	15°
Verkaufsläden . . . . .	18°
Autogaragen . . . . .	nicht unter 5°

Die Temperaturen von Magazinen, Lagerräumen usw. sind der Bestimmung der Lokale entsprechend zu wählen.

Betreffend Portier- und Abwartwohnung s. die Abschnitte I, Wohnhäuser, und IV, Unterrichtsgebäude.

#### 2. Heizsystem.

Am geeignetsten ist Schwerkraft- oder Pumpen-Warmwasserheizung. Besitzt das Gebäude eine eigene Kraftzentrale, so kommt Abdampf-Warmwasserheizung in Frage.

In Hochhäusern kann, des geringeren Gewichtes wegen, Niederdruckdampf, resp. zur Erlangung niedrigerer Heizkörpertemperaturen Vakuumheizung angezeigt sein<sup>1</sup>.

Beim Anschluß an Dampf-Fernleitungen (Fabrikheizungen, Städteheizungen) können Dampf-Warmwasser-, Dampf-Luft-, Niederdruckdampf- oder Vakuumheizungen ausgeführt werden.

Manchmal kommen im gleichen Gebäude mehrere Systeme zur Anwendung, z. B.: Warmwasserheizung für die Bureaus, Dampfheizung für die Gänge, Aborte und Waschräume, die Oberlichtheizungen und gewisse dem Publikum zugängliche Räume, die Gebläseheizkörper der Luftheizungen und Lüftungsanlagen sowie für die Warmwasserbereitung oder, z. B. in Postgebäuden: für die Bureaus und Korridore Warmwasserheizung, für die Schalterhalle, Vestibüle, Einfahrten, Oberlichter und Archive Niederdruckdampfheizung, sofern man nicht vorzieht, die Schalterhalle und einzelne andere Lokale mit Luftheizung zu versehen.

Bisweilen ist Dampf auch für eine Dampfkochküche (s. Abschnitt III C) oder andere technische Zwecke erforderlich.

Unter Umständen können Wärmespeicher zur Deckung der Wärmebedarfsspitzen, vor allem derjenigen beim Aufheizen am Morgen, gute Dienste leisten, weil sie zu einer gleichmäßigeren Belastung der Kessel und einer Vereinfachung des Betriebes beitragen.

Für die Tresorräume in großen, städtischen Bankgebäuden ist Luftheizung gebräuchlich, weil man es aus Sicherheitsgründen gern vermeidet, Warmwasser- oder Dampfleitungen in dieselben hineinzuführen und die Räume bei Luftheizung gleichzeitig gut gelüftet und trocken gehalten werden können.

Gewöhnlich wird durch den Zuluftventilator auf höchstens 30 bis 35° C vorgewärmte Luft eingeblasen und die verbrauchte, ebenfalls durch Ventilatoren, abgesaugt. Selbsttätige Temperaturregelung zur Einstellung und Konstanthaltung der gewünschten Zulufttemperatur ist angezeigt. Durch Bedienung von Klappen; oder Schiebern soll es möglich sein, die Anlagen ganz oder teilweise mit Umluft zu betreiben. Die stündlich geförderte Menge braucht, bei voller Umlaufzahl der Ventilatoren, das 3—5fache des Rauminhaltes nicht zu übersteigen. Der Abluftventilator kann gleich groß wie der Zuluftventilator gehalten werden.

Um die Tresorlüftung und -heizung auch an kühlen Sommertagen benutzen zu können, ist der Gebläseheizkörper zweckmäßig vom Sommerheizkessel aus, der zum Betriebe der Warmwasserbereitung dient, heizbar zu machen oder es ist außer dem Dampf — resp. Warmwasser — auch ein jederzeit betriebsbereiter in mindestens 2 Gruppen unterteilter, elektrischer Heizkörper in den Luftweg einzuschalten.

Der Einbruchssicherheit wegen verwendet man zur Leitung der Luft durch die gut armierten Betonwände der Tresorräume meist S-förmig gebogene Stahlrohre und bringt die Ein- und Austrittstellen der Luft möglichst unauffällig an. Im übrigen hat die Ausführung der Anlagen in üblicher Weise zu geschehen.

<sup>1</sup> Brabbée: Neues aus der amerikanischen Heiz- und Lüftungstechnik. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927.

Beim Umbau von bereits bestehenden (namentlich kleineren, ländlichen) Bankgebäuden werden allerdings auch bisweilen Radiatoren in den Tresorräumen aufgestellt und außerdem Lüftungsanlagen vorgesehen, beispielsweise derart, daß durch einen Abluftventilator Luft abgesaugt wird und die Zuluft durch (z. B. hinter den Heizkörpern angebrachte) Luftgitter vom Vorraum her zuströmt. Auch sind bei großen Neubauten schon Anlagen ohne Ventilatoren ausgeführt worden, indem im Tresorrundgang Heizkörper in Kasten eingebaut und diese unten und oben durch die bereits erwähnten S-förmig gebogenen Rohre mit dem Tresorraum verbunden werden, wobei es gleichzeitig möglich ist, diesen Heizkammern durch Kanäle Frischluft von außen her zuzuführen.

Gewöhnliche, für Geschäftszwecke benutzte Kellerräume lassen sich ohne weiteres mit Warmwasser- oder Dampfheizung und Lüftung oder wie die Tresorräume (wobei die erwähnten Sicherheitsmaßnahmen selbstverständlich nicht erforderlich sind) mit Luftheizung versehen.

Handelt es sich um Kellerräume, in denen Beamte oft oder gar ständig zu tun haben, so kann Fußbodenheizung erwünscht sein. Bei billigen Strompreisen läßt sie sich (wie z. B. in der Schweiz. Volksbank in Zürich) elektrisch betreiben, es können jedoch auch Warmwasser-, resp. Dampfheizrohre verwendet werden. Fußbodenheizung sollte aber nur zum Warmhalten der Böden, nicht auch zum Heizen der Räume dienen, weil die notwendige Regulierbarkeit fehlt und die Angestellten bei über Raumtemperatur erwärmten Böden erfahrungsgemäß über Fußbeschwerden klagen.

In gleicher Weise wird Fußbodenheizung bisweilen auch bei Schalterhallen, Vestibülen, Kundentresoren usw. angewendet.

### 3. Heizkörper.

Am empfehlenswertesten ist die Aufstellung unverkleideter Radiatoren auf Konsolen unter den Fenstern (in Hochhäusern, des geringen Gewichtes wegen, evtl. solcher aus Stahlblech). Bei einfachen Räumen können an den Außenwänden entlang auch Heizrohre in Frage kommen. Befinden sich Sitzplätze neben hohen Fenstern, so ist, zur Vermeidung von Zegerscheinungen, darauf zu achten, daß die niedersinkende kalte Luft hinter die Heizkörper hinunterströmen, die erwärmte davor hochsteigen kann.

Aufstellung der Heizkörper an den Innenwänden ergibt billigere, der Platzinanspruchnahme und ungleichmäßigeren Temperaturverteilung wegen aber weniger zweckmäßige Anlagen.

Werden in Empfangs-, Sitzungs-, Direktorenzimmern und Vestibülen unbedingt Heizkörperverkleidungen verlangt, so gilt für dieselben das unter Abschnitt I, Wohnhäuser, Gesagte.

Um ein Beschlagen der Oberlichter mit Schwitzwasser zu verhindern und den Schnee abzuschmelzen, ist es angezeigt, zwischen Oberlicht und äußerer Verglasung Heizröhren einzubauen. Ferner kann es zur Verminderung der Sonneneinstrahlung im Sommer angezeigt sein, die Oberlichter mit Farbe (z. B. blau) zu streichen und sie evtl. außerdem mit

Kaltwasser zu berieseln (s. das unter den Abschnitten XI und XVI hierüber Gesagte).

Als Sonderfall sei die elektrische Schneeschmelzheizung in den Kenneln der Betondecke über der Schalterhalle der Schweiz. Volksbank, Zürich, erwähnt, die den Zweck hat, Schnee und Eis abzutauen, damit die Kennel schneefrei bleiben und die Abläufe sich nicht verstopfen. Diese Vorkehrung war erforderlich, weil es nicht möglich ist, den Schnee herunterzuschaukeln. Der Anschlußwert für diese Einrichtung beträgt 25 kVAmp.

#### 4. Heizkessel.

Gewöhnlich werden für sich absperr- oder wenigstens leicht abflanschbare gußeiserne Warmwasserheizkessel mit Koks-, evtl. teilweise mit Öl- oder Gasfeuerung (wie bei Wohnhäusern, Abschnitt I) aufgestellt, nötigenfalls auch gußeiserne Dampfkessel.

Große Annehmlichkeiten bietet der Anschluß an eine Städteheizung. Wird bei derselben die Wärme durch Dampf zugeleitet, so sind zum Betriebe von Warmwasserheizungen Gegenstromapparate, evtl. auch Druckminder- und Sicherheitsventile erforderlich, ferner können zur Feststellung der gelieferten Wärmemengen Dampf- oder Kondenswassermesser vorgesehen werden.

Geschäftshäuser größten Umfanges erhalten bisweilen Hochdruckkessel und eigene Kraftzentralen mit Abdampfverwertung (ähnlich wie in Krankenanstalten, Abschnitt III).

Für den Sommer kann es zur Warmwasserbereitung und Erwärmung einzelner Räume an kühlen Tagen zweckmäßig sein, einen Kessel für Gas-, resp. Ölfeuerung vorzusehen oder, wenn elektrischer Strom in genügender Menge und zu annehmbarem Preise zur Verfügung steht, in den Warmwasserboiler einen elektrischen Heizeinsatz und, wie schon erwähnt, in die Luftheizungen elektrische Heizkörper einzusetzen.

#### 5. Leitungen.

In Geschäfts- und Bureaugebäuden ist es angezeigt, Gruppenunterteilung vorzunehmen. Z. B. kann in einem Bankgebäude, das ausschließlich mit Warmwasserheizkesseln versehen ist, folgende Einteilung in Frage kommen:

- I. Bureaus sowie die direkte Heizung in den dem Publikum zugänglichen Räumen, unterteilt in Untergruppen nach den Himmelsrichtungen, so daß z. B. eine von der Sonne getroffene Hausfront abgestellt, resp. wenn Rücklaufbeimischung vorhanden ist, mit niedrigeren Heizwassertemperaturen betrieben werden kann.
- II. Korridore und Aborte, die in den Übergangszeiten oft längere Zeit unbeheizt bleiben können.
- III. Luftheizung der dem Publikum zugänglichen Räume wie Schalterhallen, Kundentresor, Tresorkabinenhalle, Kassaräume, Vestibüls usw.
- IV. Luftheizung der Banktresorräume.

V. Portier- und Abwartwohnung.

VI. Oberlichtheizungen.

VII. Warmwasserbereitung.

Jede Gruppe muß im Vor- und Rücklauf für sich absperr- und entleerbar sein.

Wird Pumpenheizung ausgeführt, so sind die Gruppen V—VII dennoch für Schwerkraftbetrieb einzurichten; diejenigen der Wohnungen und Warmwasserbereitung, damit sie bei abgestellter Pumpe die volle Heizwirkung ergeben, und die Oberlichtheizungen, damit Einfriergefahr mit Sicherheit ausgeschlossen ist. Daher bleibt dieser letztgenannte Strang bei Warmwasserheizung gewöhnlich auch unabstellbar. Es ist aber auch angezeigt, die Leitungen der Gruppen I und II so zu bemessen, daß sie infolge der Schwerkraftwirkung genügen, um aushilfsweise den Heizbetrieb bei eingeschränkter Wärmelieferung aufrechtzuerhalten. Die Pumpen sind daher mit einer Umföhrungsleitung mit Rückschlagklappe zu versehen.

Soll teilweise Dampfheizung zur Anwendung gebracht werden, so kommen dafür die Gebläseheizkörper der Luftheizungen und Lüftungsanlagen, die direkte Heizung der dem Publikum zugänglichen Räume, die Oberlichtheizungen und die Warmwasserbereitung in Betracht.

Die Warmwasser- und Dampfheizungen werden normalerweise mit unterer Verteilung versehen und die Vertikalstränge sowie auch die Verbindungsleitungen nach den Radiatoren, bei Neubauten in Mauer-schlitzten verlegt wie in Wohnhäusern. Auch sonst gilt betreffs der Leitungen das unter Abschnitt I Gesagte.

## 6. Apparate und Regulierraum.

Sofern es sich um große Bauten mit Pumpen-Warmwasser-, Luft-, Dampf- oder Vakuumheizung, Warmwasserversorgung und Lüftungsanlagen (für große Bureaus, Sitzungs-, Gerichtssäle usw.) handelt, ist es zur bequemen Bedienung und Überwachung der Anlagen am Platz, alle Instrumente und Apparate in einem zentralen Regulierraum unterzubringen. Er enthält beispielsweise:

1. Verteiler und Sammler für die Warmwasserheizung mit Regulier-, Abstell- und Entleerungseinrichtungen für jede einzelne Gruppe sowie bei Warmwasserheizung oft auch mit Rücklaufbeimischung zur Erzielung beliebiger Vorlauftemperaturen.

2. Verteiler und erforderlichenfalls ein Kondenswassersammelreservoir für die Dampfheizung.

3. Verteiler und Sammler für die Warmwasserversorgung mit Abstell- und Entleerungsvorrichtungen für jeden Strang.

4. Warmwasserboiler für die Warmwasserversorgung, angeschlossen an die Zentralheizung und evtl. außerdem an einen besonderen kleinen Heizkessel oder versehen mit einem elektrischen Heizeinsatz für die Sommermonate.

5. Bei Pumpenheizung eine Zirkulationspumpe, evtl. mit 50% Tourenregulierung. Bei ausgedehnten Anlagen kann es aus Sicherheits-

und wirtschaftlichen Gründen zweckmäßig sein, 2 Pumpenaggregate aufzustellen. Werden sie ungleich groß gemacht, so ist Tourenregulierung nicht oder nur bei der größeren Pumpe erforderlich.

6. Evtl. eine Zirkulationspumpe für die Warmwasserversorgung.

7. Eine Schalttafel, umfassend:

a) Die Handräder der Abschließungen für jede Heizgruppe, sofern die Verteiler ohne zu große Kosten hinter der Schalttafel angebracht werden können.

b) Die Handräder zur Regelung der Heizwassertemperatur der einzelnen Gruppen durch Beimischung von Rücklaufwasser.

c) Thermometer zur Anzeige der Temperaturen in der Haupt-, Vor- und Rücklaufleitung der Warmwasserheizung, in den Vor- und Rücklaufleitungen der einzelnen Heizgruppen und der Vorlaufleitung der Warmwasserversorgung. An Stelle von Einzelthermometern können diese Temperaturen oder wenigstens einzelne derselben auch durch die Fernthermometeranlage kontrollierbar gemacht werden.

d) Bei Dampfheizung Manometer, bei Vakuumheizung Vakuummesser.

e) Bei Pumpenheizung Manometer zum Ablesen der Drücke in der Vor- und in der Rücklaufleitung (evtl. ein Differentialmanometer zur Anzeige sowohl des Gesamt- als des Pumpendruckes).

f) Ein auf jede Warmwasserheizgruppe umschaltbares Hydrometer zur Kontrolle des Wasserstandes.

g) Schalter mit Sicherungen, Amperemeter und, soweit erforderlich, Regulieranlassern für die Motoren zum Antrieb der Zirkulationspumpen der Heizung und der Warmwasserversorgung (evtl. der Naßluftpumpe bei Vakuumheizung) und der Ventilatoren der Luftheizungen und Lüftungsanlagen.

h) Schalter mit Sicherungen und Amperemeter für die elektrischen Sommerheizkörper in den Luftheizungen und im Warmwasserboiler.

Bisweilen wird nur ein Amperemeter mit Umschaltung vorgesehen.

i) Ein gemeinsames Voltmeter, sofern ein solches nicht schon für die übrigen elektrischen Installationen vorhanden ist.

k) Die Klappensteller für die Luftheizungen und Lüftungsanlagen (Frisch-, Um- und Abluftklappen).

l) Anzeigedisplay und Tastenschalter für die Fernthermometeranlage zur Kontrolle der Temperaturen im Freien, in verschiedenen Räumen, in den Warmluftkanälen der Luftheizungs- und Lüftungsanlagen und evtl. in allen oder einzelnen der unter c) angeführten Leitungen.

m) Evtl. Zugmesser zur Kontrolle des Kaminzuges.

n) Evtl. Mikromanometer zur Feststellung der Drücke in den Luftkanälen der Lüftungsanlagen.

Je nach Umständen werden verschiedene der aufgezählten Apparate und Instrumente weggelassen oder örtlich, nicht auf der gemeinsamen Schalttafel angebracht. Manchmal kommen indessen auch weitere hin-

zu, insbesondere ist es oft zweckmäßig, mit der Schalttafel für die Heizung und Lüftung auch diejenige für die elektrischen Installationen zu verbinden (s. auch die Angaben über die Apparate- und Regulierräume unter den Abschnitten III und XII).

Außer den genannten Apparaten und Einrichtungen kommen manchmal auch Warmwasserboiler, Gegenstromapparate, einzelne der Zuluftventilatoren mit Motoren und Gebläseheizkörpern in den Regulierraum zu stehen, während die Abluftventilatoren in der Regel in den Dachboden hinauf verlegt werden.

## B. Warmwasserversorgung für Toiletten- und Reinigungszwecke.

Die Ausführung dieser Anlagen erfolgt in der in den früheren Kapiteln geschilderten Weise. Sollen die Toiletten mit Warmwasser versorgt werden, so ist die Erstellung von Zirkulationsleitungen, bei ausgedehnten Anlagen unter Anwendung von Zirkulationspumpen, erforderlich. Wird das warme Wasser dagegen nur zu Reinigungszwecken benutzt, so ist Zirkulation nicht nötig und sind die Zapfstellen, wie in Unterrichtsgebäuden (Abschnitt IV), mit Steckschlüsseln zu versehen. Der Boilerinhalt und dessen Heizfläche sind genügend groß zu machen, damit sie den Spitzenbelastungen gewachsen sind und die Aufwärmung des Wassers zur Hauptsache erfolgen kann, wenn wenig Heizwärme gebraucht wird. Die Wassertemperatur soll mindestens 40—45° C betragen. Bei stark kalkhaltigem Wasser empfiehlt sich die Einschaltung eines Holzwollfilters, resp. einer Wasserenthärtungsanlage (siehe Abschnitt I B), und bei elektrischer Anwärmung des Wassers im Sommer ist eine automatische Mischvorrichtung wertvoll, damit das Aufheizen mit billigem Nachtstrom erfolgen und der Boiler als Speicher benutzt werden kann. In der Mischvorrichtung wird das aus dem Boiler kommende, bis zu 90° C aufweisende Wasser automatisch derart mit kaltem gemischt, daß die Temperatur des wegfließenden stets die oben angegebenen 40 bis 45° C besitzt. Durch eine von Hand zu bedienende Umföhrungsleitung soll dem Boiler jedoch auch heißes Wasser entnommen werden können.

## C. Lüftung und Kühlung.

Bei Bureaus, Sprechzimmern usw. mit schwacher Besetzung begnügt man sich in der Regel mit Fensterlüftung, evtl. werden in die Fenster Glasjalousien oder Klappflügel eingesetzt. Müssen wegen starker Besetzung künstliche Lüftungseinrichtungen vorgesehen werden, so geschieht das am besten wie bei Unterrichtsgebäuden, großen Versammlungsräumen, Hör- und anderen Sälen (Abschnitte IV und XI) und kann daher auf das dort Gesagte verwiesen werden. Die Lüfterneuerung soll je Kopf und Stunde etwa 20 m<sup>3</sup> oder das 2—3fache des Rauminhaltes betragen.

An Orten mit sehr hohen Sommertemperaturen kommt evtl. Kühlung der Zuluft, unter Verwendung von kaltem Leitungswasser, Eis

oder Kältemaschinen zur Anwendung, indem das kalte oder künstlich gekühlte Wasser durch in den Luftweg eingeschaltete Kühlschlangen geleitet, mittels Streudüsen zerstäubt oder über Steinfilter rieseln gelassen wird<sup>1</sup>.

Bei neuzeitlichen Bankgebäuden ist es üblich, die dem Publikum zugänglichen Räume mit Pulsionslüftung zu versehen, die den Luftinhalt gewöhnlich 2—3 mal in der Stunde erneuert und auch die Heizung gänzlich oder wenigstens zur Hauptsache bestreitet, so daß keine oder nur wenig Heizkörper aufgestellt werden müssen. Der architektonisch und gleichzeitig technisch einwandfreien Ausgestaltung der Luftgitter ist Beachtung zu schenken. In den Schalterhallen können die Zuluftöffnungen z. B. in Form von Schlitzfenstern längs den Schaltertischen angebracht werden.

Zur Einstellung und Konstanthaltung der gewünschten Zulufttemperaturen wird der Gebläseheizkörper zweckmäßig mit selbsttätiger Temperaturregelung versehen. Dient die Anlage nur zur Lüftung, so soll die Zulufttemperatur etwa 20° C betragen, handelt es sich um Luftheizung, so braucht sie gewöhnlich 30—35° C nicht zu übersteigen. Die Heizfläche muß so bemessen sein, daß an Orten mit — 20° C niedrigster Außentemperatur der volle Luftwechsel beispielsweise bis — 5° C aufrechterhalten werden kann, während bei tieferen Temperaturen die Zuluft entweder durch Verminderung der Umlaufzahl der Ventilatoren derart eingeschränkt oder durch Klappen- resp. Schieberumstellung in dem Maße mit Umluft gemischt wird, daß die erforderliche Erwärmung gleichwohl zustande kommt.

Über die Lüftung der Tresorräume wurde das Notwendige bereits in dem Unterabschnitt „Heizsystem“ gesagt. Zur Lüftung der Tresorkabinen wird mit Vorteil Luft (z. B. durch Deckenrosetten) abgesaugt, während die Zuluft durch kleine, beispielsweise in den untern Türhälften angebrachte Öffnungen von der mit Frischluft versorgten Kabinenhalle her zuströmt.

Für Aborte, Toiletten und Garderoben ist wie in Unterrichtsgebäuden (Abschnitt IV) Abluftventilation mit 5—10facher stündlicher Lüftererneuerung empfehlenswert. Ventilatorbetrieb ist jedoch nur während der Bureaustunden erforderlich, in den Zwischenpausen genügt der Auftrieb in den Abluftkanälen (evtl. unter Verwendung selbsttätiger Umschaltklappen, s. Abschnitt IV), bzw. im Sommer Fensterlüftung. Sind die Aborte um einen Lichtschacht gruppiert und stehen durch die Fenster oder evtl. besondere, mit Klappen verschließbare Öffnungen mit demselben in Verbindung, so genügt es, Luft aus diesem Schacht abzusaugen, so daß besondere Abluftkanäle gespart werden können.

Die Zuführung der Luft erfolgt in der Regel von den Korridoren resp. Vorräumen her, beispielsweise durch in den untern Türhälften angebrachte Öffnungen.

<sup>1</sup> Rietschel-Brabbée: Heiz- und Lüftungstechnik. 6. Aufl. — Ferner: Brabbée: Neues aus der amerikanischen Heiz- und Lüftungstechnik. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927.

## Literatur:

Ortel: Moderne Heizungs- und Lüftungsanlagen für Banktresore. Gesundheitsing. vom 1. März 1924.

Hottinger: Heizung und Lüftung. München und Berlin: R. Oldenbourg.

Hottinger: Monographie des Neubaus der Schweiz. Volksbank in Zürich. Zürich: Gebr. Fretz A.-G. 1926. Wiedergabe des Abschnittes: Die Heizungs-, Lüftungs- und Warmwasserversorgungsanlage auch im Gesundheitsing. vom 6. November 1926.

Holliger, P. R.: Die Heizungs-, Lüftungs- und gesundheitstechnischen Anlagen im neuen Bankgebäude der „Nederlandsche Handel Maatschappij“, Amsterdam. Gesundheitsing. vom 8. September 1927.

Rubic, R.: Die Heizungs- und Lüftungsanlage im Neubau des Verwaltungsgebäudes der Skodawerke in Prag. Gesundheitsing. 1927, S. 879.

## VIII. Warenhäuser und Markthallen.

(Verkaufsläden s. Abschnitt I).

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperaturen in °C.

Verkaufsräume . . . . .	18°
Bureaus . . . . .	18°
Erfrischungsräume . . . . .	18°
Eßraum für die Angestellten . . . . .	18°
Garderoben, Toiletten, Waschräume und Aborte . . . . .	15°
Versandraum . . . . .	15°
Lagerräume, Magazine, je nach Art der Benutzung . . . . .	4—15°

#### 2. Heizsystem.

Es kommen Warmwasser-, Niederdruckdampf- oder Luftheizung mit Ventilatorbetrieb, bisweilen im gleichen Gebäude auch zwei oder alle drei dieser Systeme, zur Anwendung.

#### 3. Heizkörper.

Die Aufstellung der Heizkörper ist in Warenhäusern (wie in Verkaufsläden) der beschränkten Platzverhältnisse wegen mit Umsicht vorzunehmen, um so mehr, als die Gefahr nahe liegt, daß sie mit Waren umstellt werden, wodurch Wärmeabgabe und Reinigungsmöglichkeit leiden. Bisweilen verlegt man sie an die Gebäudesäulen<sup>1</sup> oder bringt glatte Rohre unter den Gestellen an. Werden davor Gitter vorgesehen, so ist dafür zu sorgen, daß sie leicht aufgeschlossen resp. weggenommen werden können und gute Luftzirkulationsmöglichkeit besteht. Wie in anderen Räumen sollen die Heizflächen nach Möglichkeit da placiert werden, wo die größte Abkühlung stattfindet, d. h. unter den Fenstern, bei den Eingängen und längs den Außenwänden. Das letztere ist namentlich wünschenswert, wenn die Wände die Wärme gut leiten (z. B. zur Hauptsache aus Eisen, Beton und Glas bestehen). Für Kellerräume, in

<sup>1</sup> Die Ingenieurarbeiten in einem Warenhaus in Manchester. Eng. 1927, S. 42. Kurze Notiz im Gesundheitsing. 1927, S. 821.

denen Angestellte ständig beschäftigt sind, kann, wie in den Tresorräumen von Banken, Fußbodenheizung in Frage kommen.

Nur wenig örtlich aufgestellte Heizkörper sind erforderlich, wenn Luftheizung mit Ventilatorbetrieb angewendet wird. Dabei ist die warme Luft gut verteilt in die verschiedenen um den Lichthof des Verkaufsraumes gruppierten Stockwerke einzuführen und die Um- resp. Abluftgitter sind derart anzuordnen, daß, zufolge der entstehenden Luftströmung, alle Raumteile gleichmäßig warm werden. Aus Reinlichkeitsgründen sollen sie aber keinesfalls in den Fußboden gelegt, sondern vertikal an den Seitenwänden, Pfeilern oder feststehenden Gestellen angebracht werden. Gewöhnlich wird die Luftmenge so groß bemessen, daß die Temperatur der Zuluft zur Deckung der Wärmeverluste des Raumes 30—35° C nicht zu übersteigen braucht. Bei teilweiser Frischluftzuführung können diese Anlagen gleichzeitig zur Lüftung dienen (s. Abschnitt C).

#### 4. Heizkessel.

Es werden die bei großen Heiz- und Lüftungsanlagen üblichen Kessel verwendet. Bei Dampfheizung ist der Dampfdruck so niedrig als möglich zu halten. Der Anschluß an eine evtl. vorhandene Städteheizung kann aus verschiedenen Gründen (u. a. der Verminderung der Feuersgefahr wegen) vorteilhaft sein.

#### 5. Leitungen.

Meist werden untere Verteilung und Verlegung der Vertikalleitungen in Mauerschlitzen vorgesehen. Die Verteil- und Sammelleitungen sind möglichst so anzuordnen, daß nachträgliche Erweiterungen resp. Änderungen an den Anlagen leicht vorgenommen werden können.

Es empfiehlt sich, Gruppeneinteilungen nach den Himmelsrichtungen vorzusehen und besondere Heizstränge anzuordnen nach den Bureaus, der Portierloge (evtl. -wohnung), den Oberlichtheizungen, den Lagerräumen, der Warmwasserbereitung und den Heizapparaten der Lüftungsanlagen, ganz ähnlich wie das im vorstehenden Abschnitt für Bankgebäude dargelegt wurde.

Bei großen Bauobjekten ist auch die Anordnung eines zentralen Regulierraumes mit Schalttafeln usw. angezeigt (s. die Abschnitte III, VII und XII).

### B. Warmwasserversorgung.

Hierfür gilt das unter Abschn. VII für Geschäftshäuser Gesagte.

### C. Lüftung.

Ventilation ist zu empfehlen für die Verkaufs- und ständig benutzten Kellerlokale, den Erfrischungs- und den Angestellten-Eßraum, die Aborte und Garderoben.

Müssen die Waren vor zu großer Trockenheit bewahrt werden, so kann für die Verkaufsräume zeitweise Befeuchtung der zugeführten Luft

erwünscht sein (insbesondere bei Luftheizung), während man die Luft in die Kellerlokale möglichst trocken einführt, damit sie gleichzeitig die Trockenhaltung dieser Räume bewirkt.

Um dem Eindringen kalter Luft durch die Eingänge vorzubeugen, werden Windfänge (bisweilen doppelte) erstellt. Außerdem soll im Verkaufsraum durch die Luftheizung resp. Lüftung Überdruck herbeigeführt werden, bei Luftheizung, indem mehr Warmluft eingeblasen, als Umluft zum Heizapparat zurückgenommen wird, und bei Lüftung, indem man die Abluft kleiner als die Zuluftkanäle hält resp. die ersteren, in Hinsicht auf die zahlreichen natürlichen Undichtigkeiten in den Umfassungswänden, ganz wegläßt. Ferner werden die Windfänge meist gut geheizt, entweder durch Aufstellen von Heizkörpern oder Einblasen von Warmluft oder beidem. Bei Warenhäusern mit ihrem ein- und auswogenden, zu gewissen Zeiten zu einem ununterbrochenen Strom anschwellenden Verkehr ist dem Problem der Zugverhinderung bei den Eingängen besondere Aufmerksamkeit zu schenken, weil sonst Angestellte und Käufer in weitem Umkreis belästigt werden.

Zu lüftende Kellerräume sollen mit Zu- und Abluftventilatoren versehen werden.

Die Garderoben und Aborte erhalten gewöhnlich nur Abluftventilation (s. das hierüber unter den Abschnitten IV C und VII C Gesagte), ebenso der Angestellten-Eßraum.

Die Lüftung der Erfrischungsräume ist entsprechend Abschnitt IX vorzusehen, jedoch muß in diesem Falle mindestens ebensoviel Luft abgesaugt wie zugeführt werden, damit der Tabakrauch nicht in den Verkaufsraum hinausdringt.

Die Lüftungsanlage des Verkaufsraumes soll so ausgebildet sein, daß sie in den Übergangszeiten, bei abgestellter direkter Heizung, auch zum Heizen und bei großen Menschenansammlungen während der Weihnachtszeit und Ausverkäufen sowie bei hohen Außentemperaturen zur Kühlung dienen kann. Maschinelle Vorrichtungen zur Kühlung der Luft werden in unserem Klima, der großen Auslagen und des seltenen Bedarfes wegen, bei Warenhäusern indessen gewöhnlich nicht vorgesehen.

Betreffend Vermeidung des Beschlagens der Schaufenster s. die Angaben am Schluß von Abschnitt I.

Einen Sonderfall bilden die Markthallen. Hier wird die Aufstellung von Heizungs- und Kühleinrichtungen (wie z. B. in der neuen Großmarkthalle Chicagos)<sup>1</sup> vielfach den Inhabern der Stände überlassen, weil die Bedürfnisse weit auseinandergehen. In solchen Fällen wird auch nur natürliche Lüftung, evtl. unter Erstellung von Luftabzugskanälen, vorgesehen.

Andererseits gibt es auch mit Heizung (Großraumheizung) und künstlicher Lüftung versehene Markthallen, wo außerdem Verkäufern und Käufern Kühlräume, z. B. zur Lagerung von Fischen, Milchprodukten, Geflügel usw., zur Verfügung stehen. Und immer mehr werden große

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 56.

Kühlhallen außer für den Eigenbedarf der Städte auch zur vorübergehenden Lagerung von auf dem Transport begriffenen, leicht verderblichen Lebensmitteln erstellt<sup>1</sup>. Ein großes Kühlhaus wird z. B. gegenwärtig von der Société des Gares frigorifiques auf dem Gebiete des neuen Bahnhofes Cornavin in Genf errichtet<sup>2</sup>, und sehr bedeutende Kühlhäuser besitzen auch der Fischhafen von Lorient<sup>3</sup> und die Dock- und Lagerhaus-Gesellschaft in Marseille<sup>4</sup>. Für solche Anlagen sind, ähnlich wie in Schlachthöfen (Abschnitt XIX), bedeutende Kältemaschinenanlagen erforderlich.

## IX. Restaurants, Kaffeehäuser, Teerräume in Konditoreien, Tanzsäle, Gesellschafts- und Vereinszimmer, Klublokale usw.

(Hotels s. Abschnitt X).

### 1. Raumtemperaturen in °C.

Restaurants, Kaffeehäuser, Teerräume usw. . . . .	18°
Versammlungslokale vor Beginn der Veranstaltung:	
Wenn starke Besetzung zu erwarten ist . . . . .	15°
Wenn schwache Besetzung zu erwarten ist . . . . .	18°
Während der Benutzung nicht über . . . . .	23°
Personal-EBräume . . . . .	18°
Korridore und Aborte . . . . .	15°
Küchenräume (Küche, Zurüsterei, Abwaschküche, Speiseausgabe usw.) . . . . .	15°
Weinkeller . . . . .	6—8°

### 2. Heizsystem, Heizkörper, Heizkessel, Leitungen und Warmwasserversorgung.

Es kommen in Frage: bei einfachen Verhältnissen Ofenheizung, bei höheren Ansprüchen Schwerkraft- oder Pumpen-Warmwasserheizung in Ausnahmefällen, zum Hochheizen von nur kurze Zeit benutzten Räumlichkeiten (z. B. Klublokalen) Niederdruckdampfheizung. Für die Übergangszeiten erweist sich unter Umständen Gas- oder elektrische Heizung als vorteilhaft. Als alleinige Heizung stellt sie sich aber meist zu teuer. Die Verhältnisse liegen bez. Heizung ähnlich wie in Wohnhäusern (Abschnitt I) und kann daher auf das dort über die Heizkörper, Heizkessel, Leitungen sowie auch die Warmwasserversorgung Gesagte verwiesen werden.

<sup>1</sup> Génie civil 1925, S. 571; Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 612.

<sup>2</sup> La Gare frigorifique de Genève-Cornavin. Revue Technique Sulzer Jg. 1928, Nr. 2, S. 21.

<sup>3</sup> Pawlowski, A.: Der Fischhafen von Lorient und sein Kühlhaus. Génie civil 1928, S. 201; Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 398.

<sup>4</sup> Bidault des Chaumes: Das Kühlhaus der Dock- und Lagerhaus-Gesellschaft in Marseille. Génie civil 1928, S. 453; Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 607.

Sind Kohlenherde in Benutzung, so kann die Warmwasserbereitung teilweise durch den Einbau von Heizschlangen in den Herd und den Boiler erfolgen. Im übrigen sind hierfür, wie auch zum Betrieb von Dampfkochapparaten, Dampfkessel aufzustellen, die, wie auch die Warmwasserboiler, reichlich groß gewählt werden müssen, um die Spitzenanforderungen mit Sicherheit decken zu können. Der Dampfdruck ist so niedrig als möglich zu halten. Für Heizung allein genügen meist 0,05—0,1 atü, zum Betrieb von Kochapparaten und evtl. Wäscheeinrichtungen sind dagegen mindestens 0,5—0,8 atü erforderlich. Große Unternehmungen erhalten hie und da eigene Kraftzentralen mit Abdampfverwertung. Wenn möglich ist Anschluß an eine Dampf-Städteheizung angezeigt.

Hinsichtlich Heizung, Lüftung, Entnebelung und sonstiger Ausstattung der`

### 3. Kochküche

kann auf Abschnitt III C verwiesen werden.

Eigene Waschküchen und Glättereien findet man in Restaurantbetrieben selten. Werden sie verlangt, so gilt hierfür das unter Abschnitt III D Gesagte. Wichtig ist gute

### 4. Lüftung der Restaurationsräume, Tanzsäle, Gesellschaftszimmer usw.

zur einwandfreien Erneuerung der durch Speisegerüche, Tabakrauch, Ausatmungs- und Ausdünstungsprodukte verunreinigten Luft.

Hierfür findet man bei einfachen Verhältnissen, aber auch häufig in Lokalen, die sich eine bessere Einrichtung leisten dürften, in die Wände oder Fenster eingesetzte Ventilatoren, welche Luft absaugen und direkt ins Freie blasen. Die Zuluft strömt dabei durch die Undichtigkeiten der Umfassungswände, die Aufzugsschächte resp. Durchsichten, aus der Küche und bei aufgehenden Türen aus dem Freien resp. von den Vorräumen her, zu. Eine derartige Lüftung ist höchst mangelhaft, weil die einströmende Luft Küchen-, evtl. auch Abort- und andere Gerüche mitbringt, Zugerscheinungen auftreten, die Ventilatoren meist unwillkommenen Lärm verursachen und nicht selten die übelriechende Abluft den Nachbarn in die Fenster blasen.

In derart ungenügend oder überhaupt nicht gelüfteten Restaurants herrschen oft bedenkliche Luftverhältnisse, und zudem beschlagen sich im Winter die Fenster und Wände leicht mit Feuchtigkeit, was die Behaglichkeit nicht steigert.

Zur einwandfreien Lüftung ist eine sachgemäß erstellte Saugventilation mit oben gelegenen Abluftöffnungen erforderlich, die dafür sorgt, daß die im Raum aufsteigende, verdorbene und mit Tabakrauch durchsetzte Luft richtig beseitigt und über Dach geblasen wird. Der Luftinhalt des Raumes soll damit 5—10mal in der Stunde erneuert werden können. Handelt es sich um kleinere Lokale, bei denen die Anlagekosten nicht hoch ausfallen dürfen, so kann auf eine mechanisch betätigte Zuluftanlage verzichtet werden, dagegen ist durch Aufstellung

besonderer Heizkörper, z. B. über dem Windfang, dafür zu sorgen, daß die zufolge des Unterdruckes eingesaugte Frischluft vor dem Einströmen in den Raum genügend vorgewärmt wird. Man muß wissen, wo diese Luft herkommt und dafür sorgen, daß sie, ohne Zugserscheinungen hervorzurufen, das Lokal gut durchlüftet.

Bei großen, stark besuchten Restaurants ist jedoch auch ein Zuluftventilator mit Gebläseheizkörper und entsprechenden Luftverteilkanälen, Luftgittern usw. erforderlich. Dabei ist es angezeigt, die Zuluftmenge größer zu halten als die vom Abluftventilator beseitigte Abluftmenge, damit im Raum ein gewisser Überdruck entsteht und bei sich öffnenden Außentüren sowie durch die Schächte der Speiseaufzüge Luft abströmt. Liegen neben den Restaurationsräumen Gesellschaftszimmer, in welche die Restaurationsluft nicht übertreten soll, so ist von diesem Prinzip allerdings abzugehen.

Vereinszimmer, Klublokale usw. sind zu behandeln wie Restaurants. Da in denselben geraucht wird, muß die Luftmenge ebenfalls mindestens 30—50 m<sup>3</sup> je Kopf und Stunde oder das 5—10fache des Rauminhaltes betragen, sofern man die Raumluft wirklich einwandfrei zu halten wünscht. Fallen die Anlage- und Betriebskosten dadurch allzu hoch aus, so kann man sich auch mit 20—30 m<sup>3</sup> je Kopf und Stunde oder dem 3—5fachen Luftwechsel begnügen, wobei es jedoch, wenn einigermaßen stark geraucht wird, nicht gelingt, die Luft vollständig durchsichtig zu halten und die bekannten unangenehmen Folgen des Tabakrauches gänzlich zu beseitigen.

Bei Teeräumen in Konditoreien sowie Tanzlokalen begnügt man sich jedoch in der Regel mit den kleineren der genannten Werte.

Die Frischluft muß sich bis —5 oder —10° C (an Orten mit —20° C tiefster Außentemperatur) auf etwa 20° C erwärmen lassen. Bei größerer Winterkälte ist die Luftmenge derart einzuschränken, daß die erforderliche Erwärmung dennoch zustande kommt. Wird ein Zuluftventilator mit Gebläseheizkörper vorgesehen, so ist selbsttätige Temperaturregelung zur Konstanthaltung der Zulufttemperatur, namentlich bei Beheizung mit Dampf, empfehlenswert. Trotzdem ist es angezeigt, die Heizfläche in mehrere für sich abschließbare Gruppen zu unterteilen. Bei Warmwasserheizung genügt unter Umständen die Regelung durch die Heizwassertemperatur. Zur Ausschließung der Einfriergefahr soll bei Warmwasserheizung der Heizapparat resp. bei Unterteilung desselben die erste nach außen liegende Elementengruppe nicht absperrbar sein oder dann muß durch mechanische Verriegelung dafür gesorgt werden, daß der Ventilator nur in Betrieb genommen werden kann, wenn die Heizung angestellt ist.

Die Luftverteilkanäle werden am besten in verzinktem Eisenblech ausgeführt und die Austrittsstellen der Zuluft nach Möglichkeit unten in den Räumen angeordnet. Dabei darf die Austrittsgeschwindigkeit der Luft durch die Zuluftgitter etwa 0,3 m/sk nicht übersteigen, wenn man Zugserscheinungen vermeiden will und auch dann dürfen sich keine Sitzplätze unmittelbar neben diesen Stellen befinden, außer wenn die Luft dicht über dem Boden eingeführt wird. Sind in Nischen und den

Ecken der Räume feste Sitzbänke vorhanden, so kann man die Zuluft z. T. unter diesen, bei verkleideten Heizkörpern auch teilweise durch die Verkleidungen austreten lassen.

Lüftung von oben nach unten kann für Tanzsäle und andere Räume, in denen nicht geraucht wird, in Frage kommen; überall, wo geraucht wird, soll dagegen der Rauch durch die Luftströmung nicht in die Zone der Besucher heruntergeholt, sondern in seinem natürlichen Bestreben, aufzusteigen, unterstützt werden. Bei oberem, horizontalem oder schwach nach oben gerichtetem Einströmen der Zuluft kann mit der Austrittsgeschwindigkeit unbedenklich auf 3 und mehr m/sk gegangen werden.

Die Wirkung einer Lüftungsanlage läßt sich beurteilen durch starke Rauchentwicklung, z. B. Entzündung von Schwarzpulver an verschiedenen Stellen des Raumes, dann Inbetriebsetzen der Ventilatoren und Beobachtung des Lüftungsvorganges durch die Fenster beispielsweise vom Baugerüst aus.

Die Bauausführung dieser Anlagen hat in üblicher Weise zu geschehen<sup>1</sup>. Besonders ist durch langsames Laufenlassen der Ventilatoren (nicht über 12 m/sk Umfangsgeschwindigkeit) und gute Lagerung derselben für geräuschlosen Gang und durch richtige Erwärmung der Luft sowie sachgemäße Anbringung und Bemessung der Luftgitter für Zugfreiheit und ausreichende Luftdurchspülung der Räume zu sorgen. Betreffend Aufstellung der Abluftventilatoren im Dachboden gilt das unter Abschnitt III Gesagte.

Türöffnungen, die von den Restaurationsräumen direkt ins Freie führen, sind mit (evtl. beheizten) Windfängen oder Drehtüren zu versehen.

Aus Aborten, Pissoiren, Toiletten und Garderoben ist es in den meisten Fällen angezeigt, Abluftkanäle über Dach zu führen evtl. unter Einschaltung von Ventilatoren und selbsttätigen Umstellklappen. Werden solche Einrichtungen vorgesehen, so gilt in allen Teilen das in den früheren Abschnitten über Abortlüftung Gesagte.

## X. Hotels.

### 1. Raumtemperaturen in °C.

Gastzimmer . . . . .	18°
Öffentliche Aufenthaltsräume (Halle, Vestibül, Schreibzimmer, Damensalon, Rauchzimmer, Speisesaal, Restaurant, Bar usw.) . . . . .	18°
Direktionsräume, Bureau des Sekretärs usw. . . . .	18°
Personal-Eßräume . . . . .	18°
Badezimmer . . . . .	20—22°
Korridore und Aborte . . . . .	15°
Küchenräume (Küche, Zurrüsterei, Abwaschküche, Speiseausgabe usw.) . . . . .	15°
Weinkeller . . . . .	6—8°
Autogaragen . . . . . nicht unter	5°

<sup>1</sup> Hottinger: Heizung und Lüftung. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

## 2. Heizsystem, Heizkörper, Heizkessel, Leitungen, Warmwasserversorgung.

Die Ansprüche an die Heizung, Lüftung und Warmwasserversorgung liegen sehr verschieden, je nachdem es sich handelt, um einfache Gasthäuser, Hotels zweiten Ranges oder ausgesprochene Luxushotels, ferner um Hotels in Städten oder um solche an Sommerkurorten, deren Heizungsanlagen nur für kühle Sommer- und Herbsttage eingerichtet sein müssen oder schließlich um solche an Winterkurorten, die auch während den kältesten Winterzeiten zu beheizen sind und den Ansprüchen verwöhnter Gäste genügen müssen. Ferner bestehen wesentliche Unterschiede zwischen den europäischen und vielen amerikanischen, z. B. als Hochbauten ausgebildeten Hotels, die neben dem eigentlichen Hotelbetrieb oft Unternehmungen der verschiedensten Art beherbergen. Eine Spezialität sind die „Appartementshotels“ mit ihren kleinen Wohnungen. Die große Annehmlichkeit des amerikanischen Hotelkomforts und andererseits der teure Haushaltungsbetrieb sind die Veranlassung, daß ein immer größerer Prozentsatz der nordamerikanischen Bevölkerung dauernd in den Hotels Unterkunft oder Beköstigung sucht. Der weitgehendst maschinell eingerichtete, Personal sparende Betrieb ermöglicht diesen Unternehmungen, trotz der weitgehenden Bequemlichkeiten, die sie ihren Gästen bieten (Bad mit fließendem kalten und warmen Wasser neben jedem Schlafzimmer usw.) eine gute Rendite. Die Raumverwertung geht so weit, daß z. B. auch fensterlose, ausschließlich auf künstliche Beleuchtung und Lüftung angewiesene Gastzimmer angetroffen werden<sup>1</sup>.

Sieht man von diesen extremen Fällen ab, so läßt sich sagen, daß die Verhältnisse bez. der Gastzimmer gleich liegen wie für die Räume in Wohn- und Bureaubauten (Abschnitte I und VII) und hinsichtlich der öffentlichen Räume wie in Restaurants (Abschnitt IX). Auch die Ausführung erfolgt in gleicher Weise.

Ergänzend ist nur zu bemerken, daß meist ausschließlich Warmwasserheizung oder aber für die Gastzimmer Warmwasser-, für Halle, Vestibül, Speisesaal und evtl. auch andere öffentliche Räume Niederdruckdampfheizung vorgesehen wird. Für die Gastzimmer sollte Dampfheizung der unangenehmen Heizwirkung und des häufig bei solchen Anlagen hörbaren Knallens wegen nicht ausgeführt werden. Dagegen ist in Hochbauten (speziell in Amerika) oft Vakuumheizung vorhanden. In der wasserkraftreichen Schweiz enthalten die Gastzimmer bisweilen Stecker zum Anschluß elektrischer Öfen, doch ist diese Heizart nur wirtschaftlich, wenn ausnahmsweise billiger Strom zur Verfügung steht resp. der Hotelbesitzer über eine eigene Wasserkraft verfügt, was in Alpengegenden hie und da der Fall ist.

Die Heizkörper findet man sehr verschieden placiert, in kleinen eingebauten Zimmern oft in Form von flachen Radiatoren hinter den Türen. Bei exponierten, dem Windanfall stark ausgesetzten Gebäuden (z. B. an Winterkurorten) sollte man sie indessen, der sonst leicht auf-

<sup>1</sup> Neutra, R. J.: Wie baut man in Amerika. Stuttgart: J. Hoffmann.

tretenden Zugscheinungen und ungleichmäßigen Raumerwärmung wegen, unter den Fenstern aufstellen, wo sie auch keinen anderweitig benötigten Platz wegnehmen.

Zur Feuerung der Kessel benutzt man Koks, ausnahmsweise Öl oder Gas. Hierüber gilt das unter Abschnitt I Gesagte. Hie und da erhalten große Hotelunternehmungen auch besondere Kraftzentralen mit Hochdruckkesseln und Abwärmeverwertung. Der erzeugte Strom dient zur Deckung des Bedarfes für Beleuchtung, Aufzüge, Ventilatoren, Pumpen, Küchen-, Wäscherei-, Kühlmaschinen usw., die Abwärme zu Heiz-, Koch-, Warmwasserbereitungs-, Trocken- und andern Zwecken. Zum Ausgleich zeitlicher Verschiebungen können Wärme- oder elektrische Akkumulatoren aufgestellt werden<sup>1</sup>.

Besondere Ansprüche an die Bemessung der Boilerinhalte, Boiler- und Kesselheizflächen, Leitungsdurchmesser usw. stellen in luxuriösen Hotels die Warmwasserversorgungen für die vielen Bäder, Toiletten, die Küche, evtl. Wäscherei usw. Im übrigen sind jedoch auch diese Anlagen in normaler Weise auszuführen, so daß dem früher hierüber Erwähnten nichts beizufügen ist. Zu begrüßen ist, daß in neuerer Zeit, auch in Hotels zweiten Ranges, in den Gastzimmern immer häufiger laufendes warmes und kaltes Wasser anzutreffen ist. Nur wäre zu wünschen, daß auf die Vermeidung von Geräuschbildung beim Aus- und Abfließen des Wassers bisweilen mehr Sorgfalt verwendet würde.

Bez. Küchen- und Wäschereibetrieb (Heizung, Dampfversorgung, Lüftung und Entnebelung) sei auf die Abschnitte III C und D verwiesen.

Große Hotels erhalten mit Vorteil Abfallverbrennungsöfen wie Spitäler (Abschnitt III).

### 3. Lüftung.

Für die Lüftung der Speisesäle, Restaurations- und anderen öffentlichen Räume gilt das unter Abschnitt IX Gesagte. Beizufügen ist nur, daß die Verteilung von Über- und Unterdruck in den verschiedenen Räumen der Hotels besonders sorgfältig vorgenommen werden muß. Beispielsweise darf aus Speisesälen, Rauchzimmern, Restaurationsräumen, Bar, Küche, Angestellten-Eßräumen, Badezimmern, Toiletten und Aborten keine Luft austreten, d. h. es muß in ihnen Unterdruck herrschen, während in den Nebenräumen Überdruck erwünscht ist, ebenso in Vestibülen und Hallen zur Vermeidung von Zugscheinungen bei offen stehenden Außentüren. Doppel- oder Drehtüren können hier wie bei den Restaurants unter Umständen gute Dienste leisten.

<sup>1</sup> Hottinger: Abwärmeverwertung. S. 14. Berlin: Julius Springer 1922. Ferner: Bedeutendes Dampfkraftwerk für zwei amerikanische Hotels. Power 1927, S. 826. — Sutherland, J. A.: Das Kraftwerk des größten Hotels der Welt. Power 1927, S. 879.

## XI. Saalbauten mit großen Versammlungsräumen wie Konzerthäuser, Kasinos, Kirchengemeinde- und Volkshäuser, Parlamente, Rathäuser, Börsen usw.

(Theater und Lichtspielhäuser s. Abschnitt XII, Hallen Abschnitt XVI.)

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperaturen in °C.

Saaltemperatur vor der Benutzung:

Wenn starker Besuch zu erwarten ist . . . . .	15°
Wenn schwacher Besuch zu erwarten ist . . . . .	18°
Während der Benutzungszeit nicht über . . . . .	23°
Garderoben und Vorräume der Säle . . . . .	18°
Bühne . . . . .	18°
Übungs-, Solisten-, Sitzungs-, Unterweisungszimmer, Lesesäle usw. . . . .	18°
Vorplätze, Treppenhäuser usw. . . . .	12—15°
Aborte, Toiletten . . . . .	15°
Küchenräume . . . . .	15°

Betreffend Abwartwohnung s. die Abschnitte I und IV.

#### 2. Heizsystem.

Es werden angewendet: Schwerkraft- resp. Pumpen-Warmwasser- oder Niederdruckdampfheizung, unter Umständen im gleichen Bau für gewisse Räume das eine, für die übrigen das andere System. Die Säle erhalten bisweilen Luftheizung, die gleichzeitig zur Lüftung benutzt wird, oder Warmwasser- resp. Dampfheizung und daneben eine Lüftungsanlage, die in den Übergangszeiten auch zum Heizen verwendbar ist. Hierzu sind aus betriebswirtschaftlichen Gründen Umluftkanäle erforderlich<sup>1</sup>. Dienen zum Heizen des Saales besondere Kessel, so empfiehlt es sich, zur Erleichterung der Bedienung an Orten, wo billiger Strom zur Verfügung steht, in den Luftweg der Lüftungs- resp. Luftheizungsanlage, außer dem Dampf- resp. Warmwasser-, auch einen elektrischen Heizkörper einzubauen (wie bei den Banktresoren, s. Abschnitt VII). Eine solche Anlage besitzt z. Z. das Kirchengemeindehaus Zürich-Enge.

#### 3. Heizkörper.

Aus architektonischen Gründen ist auf die Wahl passender Heizkörpermodelle besondere Sorgfalt zu verwenden. In den Haupträumen kann Verkleidung in Frage kommen. Wie schon früher betont, verdient jedoch offene Verlegung vom heiztechnischen, wirtschaftlichen und

<sup>1</sup> Eine ausgedehnte Pumpen-Fernheizung sowie Lüftungsanlage enthält das neue Rathaus zu Dresden. S. die eingehenden Berichte über die Ausführung und die Betriebserfahrungen von Ostermeyer: Gesundheitsing. 1910; von K. Schmidt: Gesundheitsing. 1911, Festnummer vom 12. Juni, S. 37, u. 1913; von Bernsdorf: Gesundheitsing. 1925, S. 545.

hygienischen Gesichtspunkt aus den Vorzug und meist gelingt es auch hierbei, eine ästhetisch befriedigende Lösung zu finden. Die Unterbringung der Heizkörper soll, soviel als möglich, an den Außenwänden erfolgen.

#### 4. Heizkessel.

Es werden die bei großen Anlagen üblichen Warmwasser- oder Niederdruckdampfkessel in normaler Anordnung verwendet und kann daher auf früher Gesagtes verwiesen werden, wie auch bez. evtl. Gas- oder Ölfeuerung, die für stoßweisen Betrieb besonders geeignet sind und die Bedienung wesentlich vereinfachen.

Wird Dampf zu Kochzwecken gebraucht, so ist ein Dampfdruck von mindestens 0,5—0,8 atü erforderlich, für Heizzwecke allein ist er dagegen möglichst niedrig zu halten, meist genügen 0,05—0,1 atü.

#### 5. Leitungen.

Gewöhnlich werden untere Verteilung und Verlegung der Vertikal- und Radiatoranschlußleitungen in Mauerschlitzen vorgesehen.

Gruppenunterteilung ist empfehlenswert, beispielweise für:

- I. Heizung des Saales und seiner Vorräume, unter Umständen mit weiterer Unterteilung nach Himmelsrichtungen.
- II. Vestibül, Windfänge, Gänge, Aborte und andere Räumlichkeiten, die in den Übergangszeiten bisweilen unbeheizt bleiben können.
- III. Lüftungsanlage.
- IV. Bureaus, Wohnungen, Sitzungszimmer, Lesesäle, Unterweisungszimmer, sowie evtl. Verkaufsläden, d. h. sämtliche Räume die ständig beheizt werden müssen.

Wie bei andern großen Bauobjekten, ist auch bei Saalbauten die Anordnung eines zentralen Apparate- und Regulierraumes angezeigt, in dem die Pumpen, Gruppenabschließungen der Heizung, Motoranlasser für die Pumpen und Ventilatoren, elektrischen Instrumente (Volt- und Amperemeter), Klappenfernstellvorrichtungen, Tastatur und Anzeigedisplayinstrument der Fernthermometeranlage usw. untergebracht werden können (s. das hierüber unter den Abschnitten III, VII und XII Gesagte).

### B. Warmwasserversorgung.

Warmwasserversorgung wird gewöhnlich nur in Saalbauten mit Restaurationsbetrieb erstellt (s. die früheren Abschnitte).

### C. Lüftung und Kühlung.

Für die Säle werden meist sowohl Zu- als auch Abluftanlagen vorgesehen. Die Luft muß dabei in guter Verteilung eingeblasen werden und die Räume, insbesondere die Aufenthaltszone der Besucher, vollständig durchspülen. Die Luftmenge soll bis — 10° C Außentemperatur (an Orten mit — 20° C niedrigster Außentemperatur), wenn nicht geraucht

wird mindestens 20—30 m<sup>3</sup> je Kopf und Stunde oder das 3—5fache des Rauminhaltes, wenn geraucht wird, dagegen wie bei Restaurants, mindestens 30—50 m<sup>3</sup> je Kopf und Stunde oder das 5—10fache des Rauminhaltes betragen, sofern wirklich einwandfreie Luftverhältnisse geschaffen werden sollen. Die Zuluft ist auf ca. 20° C vorzuwärmen. Bei kälteren Außentemperaturen soll die Frischluftmenge durch langsames Laufenlassen der Ventilatoren oder Klappenumstellungen in dem Maße eingeschränkt werden können, daß die erforderliche Erwärmung trotzdem zustande kommt. Bei Dampfheizung sind die Gebläseheizkörper in mehrere Gruppen zu unterteilen und mit selbsttätiger Temperaturregelung zur Konstanthaltung der Zulufttemperatur zu versehen. Bei Warmwasserheizung kann die Heizwirkung unter Umständen allein durch die Wassertemperatur geregelt werden. Die Ventilatoren sind in jedem Falle mit Tourenregulierung zu versehen und müssen, zwecks Vermeidung störender Geräusche, auch bei Vollbetrieb langsam, d. h. mit nicht über 12 m/sk Flügelumfangsgeschwindigkeit laufen und gut gelagert sein.

Ob in den Sälen Über- oder Unterdruck erzeugt resp. gleich viel Luft eingeblasen wie abgesaugt werden soll, hängt davon ab, ob bei offen stehenden Türen Luft aus- oder eintreten darf resp. ob keines von beiden erwünscht ist. Im allgemeinen erweist es sich als zweckmäßig, dem Eindringen kalter Zugluft durch die Türen, Undichtigkeiten in den Fensterrahmen usw. mittels eines gewissen Überdruckes entgegenzuwirken. Wird geraucht, so ist von diesem Prinzip, wie in früheren Abschnitten bemerkt, allerdings unter Umständen abzuweichen, wenn man vermeiden will, daß der Rauch in die Nebenräume hinausgedrückt wird. Jeder der erwähnten Zustände ist leicht einstellbar, wenn die Zu- und Abluftventilatoren gleich groß gewählt und mit Tourenregulierung versehen werden, so daß man es in der Hand hat, jeden beliebig viel Luft fördern zu lassen.

Befindet sich direkt über dem Saal der Dachboden, so kann die Abluft durch verschließbare Deckenöffnungen, ohne Ventilator, in diesen und weiter durch Aufsätze oder Fenster, ins Freie abgeleitet werden. Und bei sehr großen, hohen Sälen wird, der vielen natürlichen Undichtigkeiten wegen, bisweilen auf besondere Abluftöffnungen überhaupt verzichtet.

Dasselbe ist auch zulässig, wenn die Turnhallen ländlicher Orte gelegentlich als Vortrags- und Theatersäle benutzt werden sollen und z. B. Warmwasser- oder Dampf-Luftheizung mit Ventilatorbetrieb ausgeführt wird. Dabei genügt es meist, die Anlagen zum Aufheizen der Säle mit Umluft zu betreiben, während der Benutzung dagegen den Umluftweg zu drosseln resp. ganz abzustellen und gleichzeitig den Frischluftkanal entsprechend zu öffnen, was bei geschickter Anordnung meist durch Betätigung einer einzigen Stellvorrichtung erreicht werden kann.

Sollen mit Warmwasser- oder Dampfheizung schon versehene Säle nachträglich noch mit mechanischer Lüftung ausgerüstet werden, so kann entweder vorgewärmte Zuluft eingeblasen oder Luft, z. B. durch

die Decke abgesaugt oder sowohl eine Zu- als auch eine Abluftanlage vorgesehen werden. Im ersten Fall überläßt man es der Luft, ihren Weg ins Freie selber zu finden, was jedoch nur angeht, wenn der Saal genügend viele natürliche Undichtigkeiten aufweist, weil sonst der Lüftungseffekt mangelhaft ist. Und im zweiten Fall ist dafür zu sorgen, daß die zufolge des im Raum herrschenden Unterdruckes von außen hereingesaugte Luft vorgewärmt eintritt, beispielsweise indem ein mit Heizkörpern versehener Zuluftkanal (ohne Einbau eines Ventilators) erstellt wird (wie bei Restaurants, Abschnitt IX, erwähnt), während kombinierte Zu- und Abluftanlagen in üblicher Weise auszuführen sind. Unumgänglich notwendig ist kräftiges Absaugen, wenn geraucht wird. Zu beachten ist, daß der Über- resp. Unterdruck nicht groß sein darf, weil sonst die Türen je nachdem schwer aufgehen und leicht zuschlagen oder aber schwer zugemacht werden können.

Es sind dies Fragen, deren Beantwortung mit der Benutzungsart des Saales, seiner Bauausführung und den gestellten Ansprüchen zusammenhängt.

Bez. Anbringung der Zuluftgitter kommt es darauf an, ob die Saalbestuhlung fest oder lose ist. Im ersten Fall können die Gitter, außer an den Raumwänden, auch an den vertikalen Stützen der Bänke und bei stufenförmiger Ausbildung des Bodens längs den Tritten angeordnet werden. Sie in den Boden zu legen, empfiehlt sich, des sonst von den Schuhen und beim Kehren des Bodens in die Luftkanäle hinunterfallenden Staubes und Schmutzes wegen, nicht. Bei loser Stuhlung sind sie an den Saalwänden, Pfeilern, Galerien usw. unterzubringen. Sind die Heizkörper verkleidet, so kann die Luft auch durch die Verkleidungen ausgeblasen werden. Enthält der Saal Galerien, Logen usw., so sind diese ebenfalls mit frischer Luft zu versorgen.

Befinden sich die Austrittsstellen in der Zone der Besucher, so darf die Geschwindigkeit der austretenden Luft 0,3 m/sk nicht übersteigen, weil sonst, auch bei Vorwärmung der Luft, von empfindlichen Personen über Zug geklagt wird. Selbst bei so kleinen Austrittsgeschwindigkeiten dürfen sich keine Sitzplätze unmittelbar neben den Luftgittern befinden, außer wenn die Luft dicht über dem Boden eingeführt wird. Die Verhältnisse liegen diesbezüglich ganz ähnlich wie bei Restaurants, Abschnitt IX.

Es gibt auch Säle (namentlich hohe), bei denen die Luft oben zugeführt wird. Dabei ist sie, wenn immer möglich, horizontal oder schwach nach oben gerichtet austreten zu lassen, damit die Besucher nicht durch scharfe niedersinkende Luftströmungen getroffen werden. Wird hierauf die nötige Rücksicht genommen, so sind Austrittsgeschwindigkeiten bis zu 3 m/sk und mehr zulässig. Strömt die Luft dagegen durch Deckenöffnungen vertikal nach unten, so sind gute Verteilung, kleine Geschwindigkeiten und sorgfältige Vorwärmung unerlässlich. Selbstverständlich ist die Gefahr von Belästigungen um so geringer, je höher der Saal ist. Bei kleinen Abständen zwischen den Deckenöffnungen und den sich darunter aufhaltenden Besuchern sind dagegen besondere Vorkehrungen zu treffen, z. B. Leitflächen unter den Öffnungen anzu-

ordnen, damit die Luft nicht direkt hinunterfallen kann, sondern nach den Seiten hin abgelenkt wird. Geschickten Architekten gelingt es bei rechtzeitiger Zusammenarbeit mit dem Heiz- und Lüftungsfachmann in der Regel Lösungen zu finden, die sowohl vom ästhetischen als auch technischen Standpunkt aus befriedigen.

Ferner gibt es Anlagen mit Lüftung aus mittlerer Höhe nach oben und unten und solche, bei denen die Luftströmung von oben nach oben oder von unten nach unten stattfindet. In jedem Falle ist die zweckmäßigste Anordnung ausfindig zu machen.

Vergleiche z. B. die Veröffentlichungen:

Schiele, E.: Die Lüftung der Säle. Bericht über den Kongreß für Heizung und Lüftung zu Frankfurt 1909.

Hottinger: Lüftung und Kühlung von Sälen. Schweizerische Bauzeitung 1910, Nr. 24—27.

Sinzig, J.: Lüftungs- und Kühlanlage der Spielsäle in Monte Carlo. Gesundheitsing. vom 4. Oktober 1924.

Mantel, J.: Die Lüftung im Börsengebäude Leeuwarden. De Ingenieur 's Gravenhage 1924, S. 348.

Levis, A.: Über die Lüftung des Parlamentsgebäudes in Camberra, Australien. The Heating and Ventilating Magazine 1926, S. 53; Notiz im Gesundheitsing. 1926, S. 202.

Wird geraucht, so ist Lüftung von unten nach oben erforderlich, weil sonst der aufsteigende Tabakrauch wieder in die Zone der Besucher heruntergeholt wird (s. Abschnitt IX).

Besonders schwierig ist die zugfreie Erstellung von Lüftungsanlagen, wenn sie zeitweilig auch zur Kühlung benutzt werden sollen. Hierbei muß mit besonderer Umsicht verhütet werden, daß die Besucher von der austretenden Luft direkt getroffen werden. Auch darf die Temperatur der Zuluft diejenige der Raumluft nicht mehr als etwa 5° C unterschreiten. Die Abkühlung der Luft kann, wie das in Kap. III dargelegt wurde, durch kaltes Leitungswasser (Einbau von Kühlschlangen, Streudüsen oder wasserberieselten Steifiltern) bewirkt werden. Ist seine Temperatur nicht niedrig genug, so sind zur Abkühlung Kältemaschinen erforderlich, was aber teurer und komplizierten Anlagen ruft. Eine geringe Abkühlung kann auch durch Einlagerung von Eis in den Luftweg bewirkt werden und in Klimaten mit kühlen Nächten ist ein gewisser Effekt dadurch erreichbar, daß die Ventilatoren während der Nachtstunden mit langsamen Tourenzahlen laufen gelassen und dadurch die Mauermassen ausgekühlt werden, so daß sie tagsüber wärmeakkumulierend wirken<sup>1</sup>.

Bei Sälen mit großen Oberlichtern ist zu beachten, daß sich zufolge der Sonneneinstrahlung unangenehme Verhältnisse ergeben können und der Wärmewirkung dieser Einstrahlung weder durch reichliche Ventilation noch Kaltwasserberieselung des Glasdaches wirksam begegnet werden kann, weil die Wärmestrahlen (auch die dunkeln) in fast unvermindertem Maße durch die bewegte Luft und die Wasserschicht hindurchgehen und die Besucher belästigen.

<sup>1</sup> Hottinger: Die Kühlung menschlicher Aufenthaltsräume. Gesundheitsing. vom 30. Juli 1910.

Als Abhilfsmittel kommen in Frage: zwischen Oberlicht und Glasdach aufgehängte, vorziehbare Abblendvorhänge oder ein Farbstrich des Glasdaches (z. B. bestehend aus Kaliwasserglas, verdünnt mit Wasser, Kreide und z. B. Ultramarinblau) wie bei Fabriksägedachbauten (Abschnitt XVI) und Treibhäusern (Abschnitt II), so daß die Sonnenstrahlen am Eindringen in den Raum behindert werden. Der Farbton ist so zu wählen, daß der Saal dadurch nicht verdunkelt und ein angenehmes Licht erzielt wird. Solche Anstriche sind im allgemeinen Abblendvorhängen vorzuziehen, weil deren Bedienung umständlich ist und daher nicht immer einwandfrei vorgenommen wird.

Ist es außerdem erwünscht, die Saaldecke kühl zu halten, so kann allerdings Kaltwasserberieselung des Glas- und übrigen Daches in Frage kommen, wobei aber dafür zu sorgen ist, daß das Wasser nicht nur in einzelnen schmalen Wasserfäden über die Flächen hinunterläuft, sondern, z. B. infolge Anwendung von Brausen, dieselben vollständig bedeckt. Besser als durch Berieselung gelingt das Kühlhalten jedoch oft, indem man die ca. 20grädige Abluft des Saales vor dem Austritt ins Freie, den zwischen Oberlicht und Glasdach befindlichen Hohlraum resp. den über dem Saal liegenden Estrich, durchströmen läßt. Dadurch kann die Saaldecke im Winter gleichzeitig warm gehalten werden, so daß es oft gelingt, auf besondere Oberlichtheizung zu verzichten, d. h. nicht unwesentlich an Brennmaterial zu sparen.

Weiter ist bez. der Luftverhältnisse in Sälen darauf hinzuweisen, daß sich vorhandene Gerüche mit der Zeit in die Umfassungswände, das Mobiliar, die Bodenbeläge usw. einziehen und dann schwer zu entfernen sind. In Schulen z. B. ist der bekannte Schulgeruch wahrnehmbar und besonders deutlich tritt der genannte Umstand in Lokalen auf, in denen geraucht wird. Handelt es sich um Räume, in denen absolut einwandfreie Luftverhältnisse gefordert werden, so genügt daher Lüftung während der Benutzung des Saales allein nicht, denn es macht sich bekanntlich auch in Räumen, die längere Zeit unbenutzt sind und daher nicht gelüftet werden, ein muffiger Geruch bemerkbar, der die genannte Erscheinung ebenfalls zur Folge hat. Ratssäle müssen daher, wie Theater usw., auch während den Ferien von Zeit zu Zeit, ferner zwischen den Morgen- und Nachmittagsitzungen, Mittag- und Abendvorstellungen usw., nach Bedarf gelüftet werden.

Die Ventilation der Aborte, Toiletten, Garderoben usw., ist gleich auszuführen wie in Geschäftshäusern, Restaurants usw., so daß in allen Teilen auf das dort Gesagte verwiesen werden kann.

Da Saalbauten (namentlich wenn es sich um Säle mit Bühnen handelt) und Theater in baulicher Beziehung viel Gemeinsames haben und auch die Benutzungsweise in mancher Hinsicht ähnlich ist, so ist sowohl bez. der Heizungs-, als der Lüftungsanlagen auch das nächste Kapitel zu beachten. Betreffend Ausführung der Anlagen s. Hottinger, Heizung und Lüftung; München und Berlin: R. Oldenbourg.

## XII. Theater, Lichtspieltheater (Kinos), Zirkusgebäude usw.

### 1. Raumtemperaturen in °C.

Zuschauerraum vor Beginn der Vorstellung:	
Wenn starker Besuch zu erwarten ist . . . . .	15°
Wenn schwacher Besuch zu erwarten ist . . . . .	18°
Während der Benutzungszeit nicht über . . . . .	23°
Garderoben . . . . .	18°
Foyers, Umgänge, Treppenaufgänge, Übungs-, Ankleide- und Solistenzimmer sowie alle andern von den Besuchern und dem Personal während der Vorstellungen, Pausen und Proben benutzten Räume . . . . .	18°
Bühnenhaus . . . . .	18°
Bureaus . . . . .	18°
Vorplätze, Treppenhäuser usw. . . . .	12—15°
Aborte, Toiletten usw. . . . .	15°
Restaurationsräume s. Abschnitt IX (Restaurants).	

### 2. Heiz-, Lüftungs- und Kühlsystem.

Für die Wahl und Ausführung des Heiz- und Lüftungssystems ist in Betracht zu ziehen, ob es sich handelt um:

- a) Opern- und Schauspielhäuser,
- b) Varietés, in denen geraucht wird,
- c) Lichtspieltheater ohne resp. mit nur kleinem Bühnenhaus,
- d) Säle mit Bühnen.

Die letzteren wurden bereits unter Abschnitt XI (Saalbauten) besprochen und auch Lichtspieltheater ohne bzw. mit nur kleinem Bühnenhaus können im großen und ganzen wie Saalbauten behandelt werden.

Bei eigentlichen Theatern ist zu unterscheiden zwischen Zuschauerraum, Bühnenhaus, Nebenräumen und evtl. in dem Gebäude vorhandenen Restaurationsräumen, Bureaus, Verkaufsläden, Wohnungen usw.

#### a) Zuschauerraum und Bühnenhaus.

Normalerweise werden Zuschauerraum und Bühne mit Luftheizung versehen. Ist der Zuschauerraum vollständig eingebaut (d. h. von Umgängen und andern beheizten Räumen umgeben), so ist es zulässig, von der Aufstellung örtlicher Heizkörper in demselben abzusehen. Dagegen ist die Anordnung von direkter Heizung in den Bühnenhäusern immer angezeigt und auch in den Orchesterräumen werden meist einzelne Heizkörper aufgestellt, weil die Temperatur dort in der Regel niedriger ist, als im übrigen Theaterraum. Es ist zu beachten, daß diese Räumlichkeiten nicht nur während den Vorstellungen, sondern auch zu Proben beheizt sein müssen. Die Bühnenheizkörper werden entweder an den Wänden oder, wenn sie dort stören, unter dem Bühnenfußboden an-

geordnet. Dabei läßt man die warme Luft der Bühne meist durch Gitter zuströmen. Auf leichte Reinigungsmöglichkeit der Heizkörper und evtl. Kanäle ist zu achten. Zur Unschädlichmachung der Deckenabkühlung ist es außerdem erforderlich, Heizröhren im oberen Teil des Bühnenhauses, z. B. unter den Schnürböden resp. den Arbeitsgalerien, den Wänden entlang anzubringen, während über dem Zuschauerraum meist eine Doppeldecke vorhanden ist, deren Hohlraum von unten her gewärmt wird, so daß von hier aus, auch ohne örtlich angebrachte Heizkörper, Zugbelästigungen nicht zu befürchten sind.

Die Luftheizung kann bei entsprechender Ausführung der Anlagen gleichzeitig zur Lüftung und Kühlung benutzt werden. Die in den Zuschauerraum eingeblasene Luftmenge soll mindestens 20—30 m<sup>3</sup> je Kopf und Stunde betragen.

Bei eingebauten Zuschauerräumen wird die Berechnung meist ergeben, daß diese Luftmenge vollständig genügt, um bei einer Erwärmung auf etwa 20° C auch den gesamten Wärmebedarf, selbst bei größter Winterkälte, zu decken, weil ja auch von den Besuchern erhebliche Wärmemengen abgegeben werden. Ist dies bei andern Bauweisen nur bis z. B. — 5 oder — 10° C der Fall, so muß von dieser Außentemperatur an teilweise mit Umluft geheizt werden. Die ausführende Firma hat dem Heizer in jedem Fall ein Schema darüber auszuhändigen, wie er, je nach Außentemperatur und Besetzung des Theaters, die Anlage zu handhaben hat.

Der Bühne ist so viel Warmluft zuzuführen, daß sich, in Verbindung mit der direkten Heizung, zweckmäßige Temperaturverhältnisse und gleiche Luftdrücke vor und hinter dem Vorhang einstellen. Es darf nicht vorkommen, daß sich beim Heben des Vorhanges eine Luftwelle, womöglich noch von ungleicher Temperatur, von der Bühne nach dem Zuschauerraum, oder umgekehrt, ergießt und in geschlossenem Zustande ein Ausbauchen des Vorhanges stattfindet. Ferner müssen die Zu- und Abluftöffnungen so angeordnet werden, daß sich im Zuschauerraum gleichmäßige Temperaturverteilung ergibt. Die größten Unterschiede zwischen Parkett und Galerien sollen, selbst bei vollbesetzten Häusern, 2° C nicht übersteigen. Um nicht allzu große Luftmengen anwärmen und in die Räume einführen zu müssen, ist es wichtig, daß die Umfassungswände und Decken der Theater (namentlich auch der hohen, wie Kamine wirkenden Bühnenhäuser) luft- und wärmedicht erstellt werden. Aus demselben Grunde sollen auch die für Brandfälle gesetzlich verlangten Rauchabzugsklappen sowie die Außentüren und Fenster dicht schließen. Die Rauchabzugsklappen müssen sich aber trotzdem leicht öffnen lassen. Ihre Größe hat den feuerpolizeilichen Vorschriften des betreffenden Ortes zu entsprechen. Diejenige der Bühne muß z. B. 12% der Bühnenfläche, diejenige des Zuschauerraumes 3% von dessen Grundfläche umfassen<sup>1</sup>. Die Luftheizungs- und Lüftungsanlagen für die Zuschauerräume und Bühnen werden vorteilhaft sowohl mit Zu- als mit Abluftventilatoren versehen, wobei es zweckmäßig ist, die Abluftventilatoren

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1911, Festnummer, S. 25.

höchstens zwei Drittel der Luftmenge der Zuluftventilatoren fördern zu lassen, damit im Theaterinnern ein gewisser Überdruck entsteht und bei offen stehenden Türen Luft aus-, nicht eintritt. Auf diese Weise gelingt es, Zugserscheinungen zu verhüten, auch wenn nicht, wie das jetzt bei vielen Theatern der Fall ist, zwischen dem Freien und dem Zuschauerraum bis zu vier und mehr Türabschlüsse vorgesehen werden. Bei sehr niedrigen Außentemperaturen kann der Abluftventilator für Zuschauerraum und Bühne unter Umständen abgestellt und es der Luft überlassen werden, ihren Weg ins Freie durch die Türen und Undichtigkeiten der Umfassungswände selber zu finden. Den Abluftventilator wegzulassen und statt dessen nur vertikal nach oben führende Abluftkanäle, z. B. aus den Umgängen, Aborten und Toiletten, zu erstellen, empfiehlt sich weniger (obschon dieses System wiederholt angewendet worden ist), weil in dem Falle die Abluftgitter und -kanäle bedeutend weiter zu halten sind und eine unnötig starke Auskühlung des Theaters eintreten kann, wenn die Abluftklappen nicht rechtzeitig geschlossen werden; vor allem aber, weil damit bei warmen Außentemperaturen (bei Sommerbetrieb) keine genügende Durchlüftung möglich ist. Weder die Anlage-, noch die Betriebskosten werden durch den Einbau von Abluftventilatoren übermäßig erhöht, wie das vielfach befürchtet wird. Durch Aufstellung von Zu- und Abluftventilatoren, die für sich allein betrieben werden können, hat man die Anlagen vollständig in der Hand, dagegen hat es keinen Zweck, für Zuschauerraum und Bühne besondere Ventilatoren aufzustellen, weil dadurch ungleiche Drücke in den beiden Räumen zustande kommen können, die Anlagen unnötigerweise kompliziert und wesentliche Vorteile nicht erreicht werden.

Unbedingtes Erfordernis ist eine kräftig wirkende Abluftventilation für Theater, in denen geraucht wird (s. auch Abschnitt IX).

In Hinsicht auf geräuschlosen Gang und die Übersichtlichkeit werden die Ventilatoren am besten im Keller untergebracht. Sie sind so langsam laufen zu lassen (wie schon früher angegeben mit maximaler 12 m/sk Umfangsgeschwindigkeit) und derart sorgfältig zu lagern, daß in keinem der benutzten Räume ein störendes Geräusch hörbar ist. Zweckmäßig wird Tourenregulierung (wie bei Sälen, Abschnitt XI) vorgesehen. Sind zwingende Gründe für die Aufstellung im oberen Teil des Gebäudes vorhanden, so ist besondere Sorgfalt auf die Erzielung geräuschlosen Ganges und die Verhinderung der Übertragung von Vibrationen auf das darunterliegende Stockwerk zu verwenden.

Legt man Hauptfrisch- und -abluftkanal nebeneinander, so ist es durch eine einzige Klappenstellung möglich, die Anlage von Frisch- auf Umluftbetrieb sowie auf jedes beliebige Mischungsverhältnis von Frisch- und Umluft umzustellen.

Der Austritt der Luft in den Zuschauerraum von Theatern und Kinos, in denen nicht geraucht wird, erfolgt zweckmäßig in horizontaler Richtung an den Seitenwänden, in guter Verteilung, mindestens  $2\frac{1}{2}$  bis 3 m über Boden (z. B. unter der ersten Galerie), während die Ab- resp. Umluft an den Seitenwänden über Boden, im Orchesterraum, ferner durch die Stufen und die Decke der Galerien, die Logen usw. abzieht.

Auf diese Weise findet eine vollständige Durchströmung des Raumes statt<sup>1</sup>.

Bisweilen wird die Luft auch unter den Sitzen des Parketts austreten gelassen, wobei die Gitter aus hygienischen Gründen aber nicht in den Boden, sondern vertikal, z. B. an den Bankstützen angeordnet werden sollen. Diese Zuführung hat den Vorteil, daß die frische Luft den Besuchern im Parkett unmittelbar zuteil wird, andererseits sind sie aber auch den Unannehmlichkeiten zu hoher oder zu niederer Erwärmung der Zuluft direkt ausgesetzt<sup>2</sup>.

In andern Theatern wieder wird Luft mit gutem Erfolg durch die Decke oder sowohl durch die Decke als auch die Seitenwände zugeführt<sup>3</sup>.

In jedem einzelnen Falle ist von den vielen bestehenden Möglichkeiten die in Hinsicht auf die bauliche Ausführung und die gestellten Forderungen zweckmäßigste Anordnung zu wählen, wobei darauf Bedacht genommen werden muß, daß die frische Luft allen Partien zugute kommt, insbesondere der Aufenthaltszone der Besucher, damit vollkommene Lüftung und gleichmäßige Temperaturverteilung gesichert sind.

In Theatern, in denen geraucht wird, ist, wie bei der Besprechung der Restaurants (Abschnitt IX) und Saalbauten (Abschnitt XI) erwähnt, Lüftung von unten nach oben vorzusehen unter kräftigem Absaugen der rauchgeschwängerten Luft.

In neuester Zeit wird aus Wirtschaftlichkeitsgründen für Theater, Säle und andere Versammlungsräume, in denen nicht geraucht wird, hie und da empfohlen, ausschließlich oder fast ausschließlich Umluftlüftung anzuwenden unter entsprechender Reinigung der Luft durch Waschen, Ozonisieren usw. Es ist jedoch nicht zu erwarten, daß sich auf diese Weise gleich gute Verhältnisse wie bei sachgemäßer Lüftung mit Frischluft erzielen lassen (s. Abschnitt „A. Allgemeines“).

Von ebenso großer Wichtigkeit wie das Heizen ist in Theatern, Varietés, Kinos usw. das Kühlhalten des Zuschauerraumes. Besonders die hochgelegenen Raumpartien (Galerien) sind der Überwärmung ausgesetzt und muß daher hier kräftig warme Luft abgesaugt und frische zugeführt werden. In Theatern mit eingebauten Zuschauerräumen ist eine Überwärmung besonders leicht möglich, weil bei starker Besetzung von den Besuchern große Wärmemengen abgegeben werden, durch die Umfassungswände aber nur wenig Wärme abströmt und, wie früher bemerkt, die Zuluft, zur Verhütung von Zugscheinungen, während der Anwesenheit der Besucher nicht kälter als etwa 5° C unter Raum-

<sup>1</sup> Die Heizungs-, Lüftungs- und Kühlanlage des Kinotheaters „Capitol“ in Zürich. Gesundheitsing. vom 3. September 1927. — Ferner: Beck, P.: Die Lüftung und Heizung von Kino-Lichtspieltheatern. Gesundheitsing. 1924, S. 108 sowie die Notiz: Heizung und Lüftung der Kinotheater. Gesundheitsing. 1927, S. 75.

<sup>2</sup> Fa. Rietschel & Henneberg, G. m. b. H.: Die Heizungs- und Lüftungsanlagen im Neuen Stadttheater zu Posen. Gesundheitsing. 1911, Festnummer, S. 25.

<sup>3</sup> Krell: Bau und Betrieb der Heiz- und Lüftungseinrichtungen des neuen Theaters in Nürnberg. Gesundheitsing. 1907, S. 313. — Die Heizungs- und Lüftungsanlage im Clevelander Hippodrome. Gesundheitsing. vom 14. September 1907. — Die Heizung und Lüftung des Deutschen Opernhauses zu Charlottenburg. Gesundheitsing. 1925, S. 438.

temperatur eintreten darf. Im Winter ist das Kühlhalten der Zuluft einfach, indem die von außen entnommene Frischluft nicht höher als erforderlich erwärmt wird. Im Sommer dagegen ist das Kühlen umständlich und teuer, wie das unter Abschnitt III (Krankenanstalten) erörtert wurde. Es ist übrigens zu beachten, daß in unserm Klima für die Abendvorstellungen meist auch in den Sommermonaten genügend kühle Außenluft zur Verfügung steht, indem nach Sonnenuntergang in der Regel ein merkliches Sinken der Lufttemperatur stattfindet. Allerdings gibt es auch warme Nächte, in denen selbst kräftigste Ventilation nur wenig Erfrischung bringt. Dieser Zustand ist besonders unangenehm wenn die Luft außerdem feucht ist. In Ländern, wo solche Verhältnisse oft auftreten, ist die Aufstellung von Kältemaschinen angezeigt (sofern die Theater über die heißeste Zeit nicht überhaupt geschlossen sind). Dabei kann es sich empfehlen, eine Auskühlung des Zuschauerraumes und der ihn umgebenden Mauermassen vor Beginn der Vorstellungen vorzunehmen, und zwar bei Umluftbetrieb. Dabei kann die Luft beliebig kalt eintreten gelassen werden, weil man, solange keine Besucher anwesend sind, auch keine Rücksicht auf Zugerscheinungen zu nehmen hat. Anders verhält sich die Sache erst, wenn die Theaterbesucher erscheinen. Ein solches anfängliches Kühlhalten der Zuschauerräume (in unserm Klima auf z. B. 15° C im Winter und 18° C im Sommer) ist übrigens stets angezeigt, wenn mit starker Besetzung gerechnet werden muß. Die Mauermassen dienen auf diese Weise zur Wärmeakkumulierung und vermögen bei ihrer allmählichen Erwärmung während den Vorstellungen beträchtliche Wärmemengen aufzunehmen, so daß die erwähnte geringe zulässige Untertemperatur der Zuluft während den Vorstellungen in den meisten Fällen genügt, um erträgliche Zustände aufrechtzuerhalten. Auch dabei muß aber, wie unter den Abschnitten III, VII und XI betont wurde, sorgfältig darauf geachtet werden, daß die Besucher vom Zuluftstrom nicht in belästigender Weise getroffen werden.

Keinesfalls soll man beim Kühlen der Räume ins Extrem verfallen. Es ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Theaterbesucher im Sommer, in Opern- und Schauspielhäusern auch im Winter, leichte Kleidung tragen und daher bei zu kühlen Raumtemperaturen Erkältungen ausgesetzt sind, insbesondere im Sommer, wenn auf große Hitze im Freien (die Transpiration zur Folge hat) plötzlich eine Temperatur folgt, die als Kälte empfunden wird. Das z. Z. in Amerika übliche Kühlen der Kinos in den Sommermonaten geht in dieser Beziehung entschieden zu weit<sup>1</sup>.

In gewissen Fällen, z. B. zwischen Mittag- und Abendvorstellung, kann Ozonisierung der Luft am Platze sein (s. das hierüber unter dem Abschnitt „A. Allgemeines“ Gesagte).

<sup>1</sup> Luftbehandlung in einem Lichtspielhaus. *Ice a. Refrigeration* 69, No. 11, S. 251, 1925; Notiz im *Gesundheitsing.* 1926, S. 36. — Zahlreiche Literaturangaben über ausgeführte Heizungs- und Lüftungsanlagen in Theatern sind im *Gesundheitsing.* 1924, S. 104, enthalten.

- b) Nebenräume (Foyer, Umgänge, Garderoben, Treppenaufgänge, Vestibüle, Übungs- und Solistenzimmer, Ankleideräume usw.).

Foyers, Umgänge, Garderoben, Treppenaufgänge, Vestibüle, Aborte usw. werden oft mit Niederdruckdampf, bisweilen jedoch auch mit Warmwasserheizung versehen, während für Übungs- und Solistenzimmer, Ankleideräume, Bureaus, Wohnungen, Verkaufsläden usw. ausschließlich Warmwasserheizung zur Anwendung kommen soll.

Aus architektonischen Gründen ist auf die Wahl passender Heizkörpermodelle zu achten. Freie Aufstellung ist auch hier, wenn immer möglich, vorzuziehen.

Die Garderoben, Aborte, Toiletten, Ankleideräume und in Lichtspieltheatern die Projektionskabinen werden mit Vorteil durch besondere, über Dach mündende Abluftanlagen gelüftet, welche den Luftinhalt dieser Räume durch Absaugen 5—10 mal in der Stunde erneuern. Die Zuluft soll von den Gängen, Vestibülen und anderen Vorräumen, den Projektionskabinen evtl. von dem dahinführenden Treppenhaus oder vom Freien her zuströmen. Eine direkte Verbindung zwischen Projektionskabine und Zuschauerraum darf aus feuerpolizeilichen Gründen an vielen Orten nicht hergestellt werden. Außerdem empfiehlt es sich, die Kinoapparate durch Abzugsrohre mit dem Abluftkanal oder evtl. einem besonderen kleinen Ventilator zu verbinden und dadurch die entstehenden großen Wärmemengen zum Teil direkt abzuleiten.

Die Abluftventilatoren für diese Räume werden meist im Dachboden aufgestellt und entsprechend sorgfältig gelagert. Sie wegzulassen und nur Abluftschächte für den selbsttätigen Auftrieb der Luft zu erstellen, empfiehlt sich, wie bereits erwähnt, nicht.

In den Garderoben ist die Placierung direkt wirkender Heizkörper nicht erforderlich, wenn die Gänge, aus denen die Luft angesaugt wird, genügend beheizt sind.

Für die Restaurationsräume gilt das unter Abschnitt IX Gesagte.

### 3. Heizkessel.

Gewöhnlich wird bei Theatern der gesamte Wärmebedarf durch eine Niederdruckdampfkesselanlage gedeckt, wobei diese außer den direkt wirkenden Heizkörpern auch die Gebläseheizkörper der Luftheizung, evtl. einen Gegenstromapparat für die Warmwasserheizung und den Boiler der Warmwasserversorgung bedient. Nimmt die Warmwasserheizung großen Umfang an, so ist Aufstellung von Warmwasserheizkesseln neben den Dampfkesseln evtl. angezeigt.

Der Dampfdruck ist so niedrig wie möglich (z. B. 0,05—0,1 atü) zu halten und das Kondenswasser, wenn zugänglich auf selbsttätigem Wege, in die Kessel zurückzuleiten.

Zur Beschaffung des Bühnendampfes in großen Theatern ist ein besonderer Dampfkessel für 4—5 atü aufzustellen<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Kesselanlage für Bühnendampf in einem Theater. Gesundheitsing. vom 6. März 1909; ferner A. Schultze: Bühnendampfeinrichtungen für Theater. Gesundheitsing. 1909, S. 206.

Muß für vermietete Lokale Verrechnung des Brennmaterialverbrauches erfolgen, so werden für die betreffende Heizung bisweilen besondere Kessel- und Brennmateriallagerräume erstellt. Bei Dampf- oder Dampf-Warmwasserheizung können zur Feststellung der gelieferten Wärme auch Kondenswassermesser angewendet werden.

#### 4. Apparate- und Regulierraum.

Im Apparate- und Regulierraum sind sämtliche zur Bedienung und Kontrolle der Anlage erforderlichen Vorrichtungen und Instrumente unterzubringen. Da die einzelnen Teile eines Theatergebäudes ungleiche Ansprüche an die Heizung stellen, ist es angezeigt, Gruppenunterteilung, z. B. wie folgt, vorzusehen:

1. Gebläseheizkörper für die Luftheizungs- und Lüftungsanlage des Zuschauerraumes und der Bühne, unterteilt in mehrere Gruppen. Inbetriebnahme nur vor und während den Vorstellungen sowie erforderlichenfalls bei Proben.

2. Direkt wirkende Heizkörper der Theaterheizung, die auch tagsüber betriebsbereit sein müssen, in den Übungs- und Solistenzimmern, Ankleideräumen, Bureaus, Wohnungen, der Kasse, Eingangshalle usw.

3. Direkt wirkende Heizkörper der Foyers, Umgänge, Treppenaufgänge, Vestibüle, Aborte usw., die in den Übergangszeiten bei warmen Außentemperaturen abgestellt bleiben können.

4. Heizung für die vermieteten Lokale (hierfür, wie bemerkt, evtl. Erstellung besonderer Heizanlagen).

Außerdem ist, wie bereits erwähnt, bei größeren Theatern ein besonderer Hochdruckkessel für den Bühnendampf erforderlich.

Werden die Nieder- und Hochdruckdampfverteiler hinter die Schalttafel verlegt, so können die Handräder der Abschließungen auf dieser angeordnet werden. Ferner soll sie enthalten:

a) Schalter und Regulieranlasser für die Ventilatoren und bei Pumpenheizung auch für die Zirkulationspumpe.

b) Klappensteller für Frischluft, Abluft und die Umstellung von Frisch- auf Umluftbetrieb.

c) Anzeigeinstrument und Tastenschalter der Fernthermometeranlage für:

$\alpha$ ) Außentemperatur.

$\beta$ ) Warmluftkanal.

$\gamma$ ) Verschiedene Stellen im Zuschauerraum (Parkett, Galerie usw.).

$\delta$ ) Bühne.

$\epsilon$ ) Verschiedene Räume der vorstehend genannten Gruppen 2—4.

d) Ein Voltmeter für die ganze Anlage, sofern ein solches nicht bei der elektrischen Installation schon vorgesehen ist.

e) Je ein Amperemeter oder ein gemeinsames mit Umschalter für die Ventilatoren und bei Pumpenheizung für die Pumpe.

f) Evtl. Mikromanometer zur Feststellung der Drücke in den Luftkanälen oder bei Aufstellung eines Venturiluftmessers ein Differential-

manometer. (Erstmals ausgeführt im Jahre 1913 im neuen städtischen Volksbad in Nürnberg; s. Dietz: Lehrbuch der Lüftungs- und Heizungstechnik. 2. Aufl., S. 114. München: R. Oldenbourg.)

- g) Evtl. ein Zugmesser zur Kontrolle des Kaminzuges.
- h) Bei großen Theatern eine Uhr.
- i) Signallampe und -glocke zum Anzeigen der Pausen.
- k) Haustelesphon.

Bisweilen werden auch die Apparate der elektrischen Installation auf der gleichen Schalttafel angebracht.

Weiter ist es zweckmäßig, im Regulierraum ein Schreibpult mit aufliegendem Betriebsbuch und eine Wandtafel zum Anheften des Spielplanes vorzusehen.

### XIII. Kunstgebäude, Museen, Ausstellungs-, Bibliotheksgebäude usw.

#### A. Heizung.

##### 1. Raumtemperaturen in °C.

Ausstellungs- und Museumsräume je nach Art . . . . .	10—15°
Bibliotheksräume zum Aufbewahren der Bücher . . . . .	10—12°
Lese- und Vortragssäle, Bureaus usw. . . . .	18°
Präparier-, Packräume usw. . . . .	12—15°
Gänge, Treppenhäuser, Aborte usw. . . . .	12°
Garderoben . . . . .	15°

Betreffend Abwart- oder Portierwohnung s. Abschnitt I.

##### 2. Heizsystem.

Für gewöhnliche Ausstellungssäle, Bildergalerien, Bibliotheken, Lesesäle usw. ist Schwerkraft- oder Pumpen-Warmwasserheizung empfehlenswerter als Niederdruckdampf- oder Luftheizung (trockene Luft, Schwärzen der Wände, Überheizen), während für große Hallen Dampf- oder Luftheizung und für Flure, Treppen, Aborte, Büchermagazine usw. Niederdruckdampfheizung zweckmäßiger sein kann<sup>1</sup>. Sind außerdem Wohn-, Restaurations- und Klubräume vorhanden, so erhalten auch diese mit Vorteil Warmwasserheizung<sup>2</sup>. Unter Umständen ist Fernheizung zweckmäßig, wenn mehrere städtische oder staatliche Gebäude nahe beisammen stehen oder Anschluß an eine Städteheizung<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Die Heizungsanlage des Deutschen Museums in München. Dt. Bauztg. vom 12. April 1924; kurze Notiz im Gesundheitsing. 1924, S. 227. Ferner: Die Heizung der Preußischen Staatsbibliothek Unter den Linden. Gesundheitsing. 1925, S. 438.

<sup>2</sup> Siehe hierfür die Abschnitte I u. IX; ferner die Veröffentlichung der Firma Rietschel & Henneberg G. m. b. H.: Heizungs-, Lüftungs- und Warmwasserbereitungsanlagen im Neuen Kunstgebäude zu Stuttgart. Gesundheitsing. 1913, Festnummer, S. 46.

<sup>3</sup> Fernheizwerk Deutsches Museum München. Gesundheitsing. 1925, S. 576.

Als Feuerungsarten für die lokal aufgestellten Kessel können wie bei andern großen Heizanlagen außer Koks- und Kohlen- auch Gas- oder Ölfeuerung in Frage kommen (s. Abschnitt I), wodurch die Bedienung stark vereinfacht wird, so daß sie unter Umständen dem Hauswart übertragen werden, ein besonderer Heizer also gespart werden kann (ähnlich wie in Unterrichtsgebäuden, Abschnitt IV).

### 3. Heizkörper.

Die Heizkörper sind frei sichtbar, möglichst an den Fensterwänden unterzubringen, wobei auf die Wahl passender Modelle und eines geeigneten Anstriches zu achten ist, oder verdeckt, in Ausstellungsräumen z. B. zwischen den inmitten der Säle aufgestellten Ruhebänken oder in Wandnischen. Auch Fußbodenheizung ist schon ausgeführt worden<sup>1</sup>. Bei Verkleidung sind gute Luftzirkulation und leichte Zugänglichkeit zur Reinigung erforderlich. Es ist nicht außer acht zu lassen, daß die von den Heizkörpern aufsteigende Luft infolge ihrer Erwärmung trocken ist und stets Staub mitführt, der mit der Zeit die über den Heizkörpern resp. Warmluftaustrittsgittern befindlichen Raumteile schwärzt. Diese Erscheinungen treten bei hohen Heizkörpertemperaturen, d. h. bei Dampfheizung oder wenn bei Luftheizung Kaloriferen angewendet werden und die Luftwege nicht reingehalten werden können, in besonderem Maße auf. Das Aussehen der Räume, und unter Umständen auch die Ausstellungs- und Museumsgegenstände, leiden dadurch. Bei Luft- oder indirekter Warmwasser- oder Dampfheizung sind daher die Luftgitter keinesfalls in den Boden zu legen, weil sonst Staub und Schmutz von den Schuhen und beim Kehren des Bodens hinunterfallen.

Bei vorhandenen Oberlichtern ist zur Abhaltung von Zugserscheinungen und zum Abtauen des Schnees Oberlichtheizung erforderlich<sup>2</sup>. Werden sie mit Warmwasser betrieben, so sollen die betreffenden Stränge der Einfriergefahr wegen nicht absperrbar sein.

Weiter ist, namentlich bei Dampfheizung, zur Vermeidung der Übererwärmung der Räume und zur Erzielung eines sparsamen Betriebes, selbsttätige Temperaturregelung am Platz.

### 4. Leitungen.

Bez. der Leitungen ist dem unter Abschnitt I Gesagten nichts beizufügen, außer daß in Kunstgebäuden, Museen, Ausstellungs- und Bibliotheksbauten Gruppenunterteilung, ähnlich wie in Unterrichts- oder Geschäftshäusern (Abschnitte IV und VII), zweckmäßig ist, z. B. für

1. die ständig zu heizenden Ausstellungsräume, unterteilt in Gruppen nach Himmelsrichtungen und unter Umständen den verschiedenen zur

<sup>1</sup> Die Heizung des Kunstindustriemuseums in Kopenhagen. Stockholm: Byggnadsvärlden 1927, S. 242; kurze Notiz im Gesundheitsing. 1927, S. 525.

<sup>2</sup> Die Heizung des Kunstindustriemuseums in Kopenhagen. Gesundheitsing. 1927, S. 525.

Anwendung gebrachten Heizsystemen (z. B. Dampf-Warmwasser- und Dampf-Luftheizung).

2. Die nicht ständig benutzten Räume für temporäre Ausstellungen, Kongreß- und Vortragssäle usw.

3. Evtl. Restaurationsräume mit Klublokalen.

4. Die Gebläseheizkörper der Lüftungsanlagen.

5. Korridore, Aborte und andere Räume, die in den Übergangszeiten zeitweise unbeheizt bleiben können.

6. Oberlichtheizung.

7. Abwartwohnung.

8. Warmwasserbereitung.

Bei Pumpenheizung sind die Gruppen 6—8 trotzdem für Schwerkraftbetrieb auszubilden (die Gründe sind unter den Abschnitten IV und VII erwähnt).

Große Anlagen erhalten mit Vorteil besondere Apparat- und Regulierräume (s. die Abschnitte III, VII und XII). Auch eine Fernthermometeranlage kann am Platze sein.

## B. Warmwasserversorgung.

Wie in Unterrichts- und Geschäftshäusern kommt auch in Kunstgebäuden, Museen usw. eine Warmwasserbereitungsanlage zu Reinigungszwecken in Frage, wobei Zapfstellen (evtl. mit Steckschlüsseln) in jedem Stockwerk (z. B. in den Toiletten) anzuordnen sind. Für die Sommermonate ist unter Umständen ein elektrischer Heizeinsatz in den Warmwasserboiler einzubauen.

## C. Lüftung.

Für die Ausstellungsräume genügt meist natürliche Lüftung, unterstützt durch aufklappbare Fensterflügel. Wird Luftheizung vorgesehen, so kann mittels derselben jedoch gleichzeitig auch frische Luft eingeführt werden. Für stark besuchte Lese- und Vortragssäle kommen Lüftungsanlagen wie in Hochschulen (Abschnitt IV) in Frage, und für evtl. vorzusehende Restaurationsräume mit Klubzimmern usw. gilt das unter Abschnitt IX Gesagte. In naturwissenschaftlichen Museen sind auch Präparierräume, Laboratorien und ähnliche Lokale zu lüften. Aus Aborten, Garderoben usw. werden mit Vorteil über Dach führende, mit Jalousieklappen versehene Abluftkanäle erstellt.

Sollen in Museen Gegenstände zur Schau gestellt werden, die bei großer Trockenheit Schaden nehmen, so ist für entsprechende Luftbefeuchtung durch lokal aufgestellte Befeuchtungseinrichtungen (s. Abschnitt I) zu sorgen, besonders bei Dampf- und Luftheizung. Bei Luftheizung oder wenn eine mechanisch betriebene Lüftungsanlage vorhanden ist, kann die Befeuchtung auch durch die Zuluft von zentraler Stelle aus erfolgen.

## XIV. Badehäuser, Hallenschwimmbäder, Freibäder.

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperaturen in °C.

Warteräume . . . . .	18°
Gänge vor den Badezellen und Brausebädern . . . . .	18—20°
Umkleideräume . . . . .	22°
Wannen- und Brauseräume . . . . .	20—22°
Schwimmhallen . . . . .	20—22°
Römisch-irische Bäder:	
Umkleide- und Nachschwitzraum . . . . .	22°
Erster Schwitzraum (Tepidarium) . . . . .	40—50°
Zweiter Schwitzraum (Sudatorium) . . . . .	50—70°
Wasch- und Brauseraum (Lavacrum) . . . . .	25°
Heilbadruheraum . . . . .	24°
Bureaus . . . . .	18°
Treppenhäuser, Aborte usw. . . . .	15—18°
Gymnastikräume sind wie Turnhallen (Abschnitt IV) zu behandeln und bez. evtl. Restaurationsräumen s. Abschnitt IX.	

#### 2. Wassermengen und -temperaturen.

		Wassermenge l	Wasser- temperatur °C
Brausebäder, pro Bad:			
für Kinder . . . . .		15—20 l	im Winter 30—40° C
„ Erwachsene . . . . .		30—50 l	im Sommer 25—30° C
		u. U. bis 100 l	30—40° C
Wannenbäder:			
kleine . . . . .		150—200 l	
große . . . . .		250—300 l	
		plus 10—30 l für Dusche, Spülen der Wanne und sonstige Reinigungszwecke	
Hallenbäder:			
Abmessungen der Schwimmbecken:			
	Länge m	Breite m	
kleine . . .	13—20	8—12	
mittlere . .	20—35	10—15	
Sportbecken	35—50	12—25	
	u. U. bis 100	u. U. bis 50	
	größte Tiefe	2,5—3,5 m	
	geringste Tiefe	0,6—0,75 m	
bei flutbaren Becken:			
	größte Tiefe . .	bis 4 m	
	geringste Tiefe .	bis 1,2 m	
Dauerbäder für medizinische Zwecke			
		Umwälzung des Wassers durch Filter- und Chlorieranlage, 2- bis 2½ mal täglich und Erneuerung des Wassers in 2—3, längstens 4 Wochen.	
		Bei fortlaufender Speisung mit Frischwasser, stündlicher Zufluß je nach Größe des Schwimmbeckens 1/25—1/40 desselben. Nach andern Angaben (Gesundheitsing. 1926, S. 530) ist der Wasserinhalt w-möglich innerhalb 10 Stunden mindestens einmal zu erneuern, oder sollen während d. Benutzungszeit je Quadratmeter Beckenfläche 60—100 l je Stunde zufließen.	
		Wasserzufluß derart, daß die zugeführte Wärme die Wärmeverluste deckt.	
		20—23° C gewöhnlich 22° C	
		Nach Angabe des Arztes	

Zur Berechnung des stündlichen Warmwasserbedarfes ist anzunehmen, daß in Volksbädern bei Vollbetrieb ein Brausebad in der Stunde ca. 200—250 l, ein Wannenbad ca. 500 l erfordert.

### 3. Badeanstalten mit Wannen- und Brausebädern.

Zur Beheizung von Badeanstalten können Dampf- oder Warmwasser dienen, während für Schwimmhallen in der Regel Luftheizung evtl. unter gleichzeitiger Aufstellung einzelner direkt wirkender Heizkörper in Betracht kommt.

Als Heizkörper sind glatte Rohre oder leicht putzbare Radiatoren zu verwenden. Von Verkleidung ist abzusehen. Die Aufstellung soll möglichst an den Orten größter Abkühlung erfolgen. Lingewärmer usw. können gute Dienste leisten.

Wichtig ist, daß die Fußböden warm gehalten werden, was durch geeignete Bauausführung sowie Holzlattenroste, Bodenmatten usw. anzustreben ist. Bisweilen gelingt es auch, den Kessel- resp. einen andern warmen Raum unter die Baderäume zu legen. Hie und da wird auch Fußbodenheizung vorgesehen.

### 4. Schwimmbäder.

Oft weisen die Schwimmbäder ein Schwimmbecken für Frauen und eines für Männer, bisweilen noch ein drittes für Schulen auf. Es ist jedoch darauf zu achten, daß die Anforderungen nicht höher gestellt werden als unbedingt nötig, weil mit zunehmenden Abmessungen nicht nur die Auslagen für Verzinsung und Abschreibung, sondern auch die Betriebskosten zum Anwärmen des Wassers, Heizen usw. stark ansteigen. In den Schwimmhallen erfordern besonders die Oberlichter und Seitenfenster viel Heizwärme, namentlich wenn sie ausfahrbar sind und nicht dicht schließen. Ihre Abmessungen sind daher ebenfalls auf ein Minimum zu beschränken.

Sind zwei Becken vorhanden, so ist es zweckmäßig, sie mit den tiefen Schmalseiten aneinander zu legen und die Trennungswand ausfahrbar zu machen, so daß die Becken für Sportzwecke zu einer langen Bahn vereinigt werden können.

Dauernde Speisung der Schwimmbecken mit Frischwasser kommt nur in Frage, wenn solches in genügender Menge und außerdem Abfallwärme billig zur Verfügung steht. Gewöhnlich findet Umwälzung des Wassers statt, wobei es in Filter- und Chlorieranlagen gereinigt, entkeimt und gleichzeitig nachgewärmt wird<sup>1</sup>. Bei Umwälzung mittels Dampfpumpe findet zur Nachwärmung des Wassers in erster Linie deren Abdampf Verwendung. Beim Umwälzverfahren spart man an Wasser, Wärme, Lohnauslagen und zudem sind die durchflossenen

<sup>1</sup> Das Schwimmbeckenwasser der Hamburger Hallenbadaanstalten. Gesundheitsing. 1927, S. 849. — Ilzhöfer, H.: Die Untersuchung der Hallenschwimmbäder. Gesundheitsing. 1928, S. 513 (s. auch die dortigen zahlreichen Literaturangaben).

Leitungen dem Verkalken weniger ausgesetzt, so daß sich die erforderlichen maschinellen Einrichtungen meist in kurzer Zeit bezahlt machen.

Bisweilen werden nach dem Vorschlag von Recknagel auch Einrichtungen zur Wellenerzeugung in die Schwimmbecken eingebaut. Es sind das große Pendelflächen, die durch langsam drehende Wellen in Bewegung versetzt werden<sup>1</sup>. Der Antrieb kann durch Dampfmaschinen oder -turbinen unter Verwendung des Abdampfes billig erfolgen.

Volksbäder sollen außer Schwimmbecken auch Wannen- und Brausebäder, ferner Bäder für medizinische Zwecke wie Dampf-, Heißluft-, Kastenschwitzbäder und elektrische Lichtbäder sowie auch Massage- und Gymnastikräume (Turnhallen, s. Abschnitt IV) enthalten. Ferner sind die Schwimmhallenbäder meist mit Ruhe- und Erfrischungsräumen (Abschnitt IX), oft auch mit Luft- und Sonnenbädern verbunden.

Große Badeanstalten erhalten in der Regel auch eigene Wäschereianlagen, die gleichzeitig den Schulen und andern städtischen Gebäuden dienen können. Bez. ihrer Einrichtung kann auf das unter Abschnitt III D Gesagte verwiesen werden.

Wie schon angedeutet, bilden die Auslagen für die Wärmebeschaffung einen Hauptposten in den Betriebsrechnungen der Badeanstalten, weil der Wärmebedarf für Warmwasserbereitung, Heiz-, Wasch- und Trockenzwecke außerordentlich groß ist. Vor der Erstellung solcher Gebäude ist daher zu prüfen, ob sie sich mit einem andern Abwärme ergebenden Betrieb in Verbindung bringen lassen. Da in den Schwimmbädern die Wärme zur Hauptsache bei recht niederen Temperaturen erforderlich ist und sie zudem während des ganzen Jahres Wärmeabnehmer sind, stellen sie eine sehr günstige Gelegenheit zur Verwertung von Abfallwärme dar. Abdampf und heißes Wasser sind direkt verwendbar, aber auch Wasser von z. B. nur 20—25° C, etwa das Kühlwasser aus der Dampfturbinenanlage eines Kraftwerkes, ist wertvoll, weil man es durch eine selbstbetriebene Kesselanlage oder ebenfalls von außen bezogenen Dampf durch geringe Aufwärmung auf die erforderliche Temperatur bringen kann.

Als Abfallwärme liefernde Betriebe kommen in Frage: Dampfkraftwerke, Müllverbrennungsanstalten, Gaswerke, mit Dampfkraft betriebene Wasserwerke, Pumpstationen sowie industrielle und gewerbliche Unternehmungen aller Art. Auch ist z. B. schon der Vorschlag gemacht worden, Hallenschwimmbäder mit Kunsteisbahnen zu verbinden unter Verwertung des Abdampfes und des warmen Kühlwassers der zur Kälteerzeugung dienenden Dampfkraftmaschinen<sup>2</sup>.

Bei solchen Kombinationen ist es kein unbedingtes Erfordernis, daß Badeanstalt und wärmeproduzierender Betrieb unmittelbar neben-

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1906, S. 82; 1911, S. 337; 1912, S. 94, 743; 1927, S. 831.

<sup>2</sup> Krecke, H.: Denkschrift betr. Humboldt-Bad in Berlin-Reinickendorf. Gesundheitsing. 1926, S. 200; Bauwelt 1926, S. 1.

einander liegen. Wie wiederholt erwähnt, kann dank der modernen Isoliertechnik die Wärme sowohl in Form von Dampf als Warmwasser, ohne große Verluste auf mehrere Kilometer ferngeleitet werden. Erforderlich ist allerdings die Bewilligung der Behörden zur Unterbringung der Leitungen in den Straßenzügen.

Steht die benötigte Wärme nicht oder nur zu einem kleinen Teil als Abfallwärme zur Verfügung, so ist zu prüfen, ob sich Selbsterzeugung des benötigten Stromes für Licht, Umwälzpumpen, Ventilatoren, Aufzüge, Wasserreinigung, Wellenerzeugung usw. unter Ausnutzung der Abfallwärme lohnt oder ob der Strom dennoch besser von auswärts bezogen wird. Im ersten Fall werden Hochdruckkessel für 8—12, neuerdings bis zu 60 und mehr Atmosphären Überdruck aufgestellt, während zur Wärmeerzeugung allein Nieder- resp. Mitteldruckdampfkessel genügen. Das Brauchwasser direkt in feuerbeheizten Kesseln zu erwärmen, empfiehlt sich nicht, jedenfalls nicht an Orten mit stark kalkhaltigem Wasser, weil die Kessel schwer vom Kesselstein befreit werden können. (Bez. evtl. Enthärtung des Wassers s. das im Abschnitt I B Gesagte.) Zudem sind die großen Temperaturunterschiede zwischen den Feuer gasen und dem kalten Wasser den Kesseln nicht zuträglich. Es werden daher besser Gegenstromapparate angewendet, die so konstruiert sind, daß ihr Inneres, insbesondere die Heizfläche, leicht gereinigt werden kann.

Wird rauchlose Verbrennung verlangt, was gewöhnlich der Fall ist, weil die Schwimmbäder mit Vorteil ins Zentrum der Städte zu liegen kommen, so eignet sich Koksfeuerung am besten. Bei Verwendung von Kohle kann in dieser Beziehung Unterschubfeuerung gute Dienste tun; beim Anfeuern und Abschlacken ergibt jedoch auch sie zeitweise Rauch (s. Abschnitt III). Zu einem billigen Betrieb führt Kohlenstaubfeuerung, allerdings hat sie leicht Belästigung der Umgebung durch Rauch und feinen Kohlenstaub zur Folge.

Die Heizfläche der Kessel ist so zu bemessen, daß sie den erheblichen, oft plötzlich auftretenden Anforderungen gewachsen sind ohne überforciert werden zu müssen. Zum Ausgleich können Warmwasserspeicher gute Dienste leisten<sup>1</sup>. Legt man sie bei Schwimmbädern unter die Schwimmbecken, so dienen sie gleichzeitig zum Warmhalten des Beckenbodens<sup>2</sup>. Sonst ist es angezeigt, Heizröhren unter den Bassins anzubringen, und in gleicher Weise empfiehlt es sich auch, kalte Steinfußböden und einen evtl. vorhandenen, mit Sand bedeckten Strand von unten her zu erwärmen. Der Speicherinhalt muß so bemessen sein, daß der Wasserbedarf für mindestens eine halbe Stunde voll gedeckt ist, wobei mit der Wassertemperatur nicht über 60° C gegangen werden sollte, weil meist etwa von dieser Temperaturgrenze an die Kalkausscheidung aus dem Wasser in besonderem Maße eintritt (s. S. 73).

<sup>1</sup> Freckmann: Vorteile der Wärmespeicher in Bäderanlagen. Gesundheitsing. 1927, S. 847.

<sup>2</sup> Stadtbad Neukölln. Gesundheitsing. 1925, S. 438.

In Hallenschwimmbädern werden die maschinellen Anlagen oft recht umfangreich. Außer der Dampfkesselanlage sind Pumpen erforderlich unter Umständen zur Beschaffung des kalten, ferner zur Umwälzung des warmen Wassers. Die letzteren können auch zum Füllen des Beckens dienen. Weiter müssen eine vollständige Warmwasserversorgungsanlage für die Wannen-, Brause- und übrigen Bäder, die Heizanlage fürs ganze Gebäude, eine Lüftungsanlage resp. Luftheizung für die Schwimmhalle und evtl. weitere Räume, eine Dampfversorgungsanlage für die Wäscherei, die Trockeneinrichtungen und evtl. andere Zwecke erstellt werden. Und außerdem kommen, wie vorstehend bemerkt, meist Filter- und Chlorieranlagen und außerdem evtl. Reinigungsanlagen für das Frischwasser, ferner Kalt- und Warmwasserspeicher u. a. m. hinzu.

Die Erstellung eines besonderen Apparate- und Reguliertraumes ist bei Badehäusern daher zweckmäßig. Außer den verschiedenen Verteilern für Dampf, Heiz-, Warm- sowie Kaltwasser, den Pumpen und Reinigungsapparaten können in ihnen auch die erforderlichen Gegenstromapparate und die Schalttafel mit sämtlichen Motoranlassern, Klappenstellern, Meß- und Kontrollinstrumenten usw. untergebracht werden. Die Anordnung ist in Hinsicht auf möglichst einfache Bedienung und gute Übersichtlichkeit vorzusehen. Alle Teile sind durch Schilder deutlich zu bezeichnen (s. die Angaben über die Apparate- und Regulierräume unter den Abschnitten III, VII und XII).

### 5. Freibäder.

In steigendem Maße werden auch Freibäder mit warmem Wasser versehen, z. B. wenn Abdampf oder warmes Kühlwasser aus Großkraftwerken oder Fabrikbetrieben kostenlos zur Verfügung steht. Damit lassen sich außerdem die Umkleidezellen heizen, so daß solche Freibäder auch in den Übergangszeiten benutzbar sind<sup>1</sup>. An einzelnen Orten steht auch warmes Quellwasser zur Verfügung. Wie früher bemerkt, ist die Länge der Dampf- oder Warmwasserzuleitung wärmetechnisch belanglos, während sie allerdings die Wirtschaftlichkeit in Frage stellen kann, weshalb in jedem Falle eingehende Wirtschaftlichkeitsberechnungen anzustellen sind. Unter Umständen ist es richtiger, statt kostenlos zur Verfügung stehende Abwärme aus großer Entfernung zuzuleiten, solche aus der Nähe gegen Entgelt zu beziehen<sup>2</sup>.

Ohne künstliche Wärmezufuhr erwärmt sich das Wasser großer Schwimmbecken im Freien, namentlich in den tieferen Lagen, sehr langsam. Das Wasser ist daher zum mindesten mittels Pumpen in Bewegung zu versetzen, so daß es mit der warmen Luft in Berührung kommt und eine Mischung des kalten mit dem darüberliegenden wärmeren Wasser eintritt<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Ein geheiztes Freibad in Berlin. Gesundheitsing. 1926, S. 91.

<sup>2</sup> Eymann, W.: Der Wärmebedarf von Freibädern. Gesundheitsing. 1928, S. 409.

<sup>3</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 594.

Man hat auch schon versucht, die Sonnenwärme zur Anwärmung des Wassers derart in erhöhtem Maße nutzbar zu machen, daß etwa 0,5 m tiefe Vorwärmbecken vorgesehen worden sind, in denen das Wasser untertags durch die Sonnenstrahlen auf eine höhere Temperatur gebracht wird<sup>1</sup>. Solche Becken erfüllen ihren Zweck jedoch nur, wenn die Sonne auch wirklich scheint.

## B. Lüftung.

In Badehäusern ist der Wasserdampf- und Geruchbildung wegen für ausgiebige Lüftung zu sorgen. Aus Wannen- und Duschebädern sind Abzugskanäle, entweder direkt über Dach oder nach einem ebenfalls ins Freie führenden, mit Ventilator versehenen Sammelkanal hochzuführen. Bis — 5 oder — 10° C (an Orten mit — 20° C niedrigster Außentemperatur) ist in den Dusche- und Umkleideräumen für eine 10malige, in den Wannenbädern für eine 5-, in den Schwimmhallen für eine 2—3-, in den Dampfwäschereien für eine 15—20malige Lüftererneuerung je Stunde zu sorgen. Bei tieferen Außentemperaturen sind die Luftmengen einzuschränken.

Die Zuführung der Frischluft in die Einzelbadezellen kann von den Korridoren her erfolgen, indem man im unteren Teil der Türen Öffnungen anbringt, z. B. über die ganze Türbreite einen 2—3 cm hohen Spalt offen läßt, oder viereckige Durchbrechungen vorsieht, die derart mit Jalousien versehen sind, daß das Hindurchblicken unmöglich ist. Dadurch wird gleichzeitig für die Lüftung der Vorräume gesorgt und vermieden, daß bei sich öffnenden Türen Luft in die übrigen Gebäudeteile austritt. Bei der Bemessung der Heizflächen in den Vorräumen ist auf den Luftentzug Rücksicht zu nehmen.

Weniger empfehlenswert ist das Einblasen vorgewärmter Luft in die Badezellen und das Abströmenlassen der Abluft durch in die Fenster eingesetzte Glasjalousien oder andere mit dem Freien in Verbindung stehende Öffnungen, weil dabei die Luft bei offenstehenden Türen zum größten Teil in die Vorräume hinausgedrückt wird und bei nicht ganz sorgfältiger Vorwärmung der Zuluft Zugescheinungen auftreten, die in Baderäumen streng zu vermeiden sind.

Bei einfachen Verhältnissen werden auch etwa die Wände der Badezellen nicht bis an die Decke geführt, so daß es genügt, wenn an einer oder einigen wenigen Stellen unter der Decke Luft abgesaugt wird. In dem Falle ist, z. B. über den Eingangstüren, vorgewärmte Luft einzublasen.

Für die Schwimmhallen ist Zuführung vorgewärmter Luft mittels Ventilatoren stets erforderlich, das Aufstellen eines Abluftventilators, oder auch nur das Anbringen besonderer Abluftöffnungen aber unnötig, weil die Umfassungswände genügend Undichtigkeiten für das Entweichen der Abluft aufweisen und nötigenfalls im oberen Teil Fensterflügel geöffnet werden können. Bei großen, hohen Schwimmhallen mit ihrem starken Luftauftrieb liegen die Verhältnisse eben wesentlich anders als bei den kleinen, wenig hohen Badezellen. Bei den Schwimmhallen muß

<sup>1</sup> Frei-Schwimmbad in Freiburg i. B. Gesundheitsing. 1926, S. 530.

durch das Einblasen warmer Luft Überdruck erzeugt und dadurch dem Eindringen kalter Außenluft entgegengewirkt werden. Selbstverständlich ist die Zuluft sorgfältig, auf mindestens Raumtemperatur, anzuwärmen und dafür zu sorgen, daß die Badenden von dem eintretenden Luftstrom nicht direkt getroffen werden<sup>1</sup>. Zudem gelingt es auf diese Weise, allzu großer Luftfeuchtigkeit und den dadurch bedingten unangenehmen Erscheinungen, wie Schweiß- und Tropfwasserbildung an den Oberlichtern und Seitenfenstern, Mauerdurchfeuchtungen usw., entgegenzuwirken, weil die eingeblasene, vorgewärmte Luft trocken und daher in hohem Maße wasseraufnahmefähig ist. Trotzdem empfiehlt es sich, die nach dem Freien zu liegenden Teile der Umfassungsmauern und Decken wärmetechnisch gut zu isolieren. Kommen ausfahrbare Glasoberlichter zur Anwendung, um das Hallenbad im Sommer zum Freibad machen zu können, so ist Doppelverglasung angezeigt, ebenso bei den Seitenfenstern. Wie eingangs bemerkt, sollen diese Glasflächen nicht größer als nötig gehalten werden, auch dann noch bedingen sie in der Regel bedeutende Abkühlungsverluste. Außerdem sind die Oberlichter womöglich so zu stellen, daß ein Abtropfen des zeitweise evtl. doch auftretenden Schwitzwassers ausgeschlossen ist. Das den Glasflächen (Oberlichtern und Seitenfenstern) entlang laufende Schwitzwasser muß sachgemäß abgeleitet werden.

Dampfbäder sind mit heißer Luft zu heizen und zwecks Vermeidung von Tropfwasserbildung mit einem Heißluftisoliermantel zu umgeben.

Nach A. Wagner<sup>2</sup> ist es zweckmäßig, in den Dampfbaderäumen, z. B. unter den Liegegestellen, Heißluft und entspannten Kesseldampf in besonders konstruierten Durchmischapparaten zu mischen, so daß durch einen unten im Apparat befindlichen Längsschlitz „Klardampf“, das ist fast vollständig mit Wasserdampf gesättigte Luft, geräuschlos in den Baderaum austritt. Durch Abstellen des Heißluftstromes kann gewünschtenfalls auch Nebelbildung erzeugt werden, während es anderseits durch Abstellen des Dampfaustrittes möglich ist, größere Trockenheit im Raum herbeizuführen.

Nach den Angaben von Wagner ist die beschriebene Einrichtung ihrer geringen Einbauschwierigkeiten und bequemen Handhabung wegen auch für die gesundheitstechnischen Anlagen auf Schiffen gut verwendbar.

Ist mit der Badeanstalt eine Wäscherei verbunden, so gilt bez. Lüftung und Entnebelung das unter Abschnitt III D Gesagte, und bez. evtl. Restaurationsräume sei auf Abschnitt IX verwiesen<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> Nowotny: Künstliche Lüftungsanlagen für Hallen-Schwimmbäder. Gesundheitsing. 1927, S. 698. — Ferner Nowotny: Ein Hallenschwimmbad für Fechenheim a. M. Gesundheitsing. 1928, S. 216.

<sup>2</sup> Einrichtung zur Erzeugung nichtsichtbaren Dampfes für Gesellschafts-Dampfbäder in Badeanstalten. Gesundheitsing. 1928, S. 619.

<sup>3</sup> Die technischen Einrichtungen von Badeanstalten, Hallenschwimmbädern usw. sind in zahlreichen Artikeln im Gesundheitsing. besprochen. S. z. B. die Nummern vom 6. u. 13. Juni 1925, 7. August 1926, 1. Januar u. 8. September 1927 sowie 7. April 1928 und die Literaturangaben in der Nummer vom 28. Februar 1925, S. 108. Ferner sei verwiesen auf die Veröffentlichungen der Deutschen Gesellschaft für Volksbäder e. V., Geschäftsstelle: Berlin-Steglitz, Ringstr. 10 II.

## XV. Kasernen.

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperaturen in °C.

Schlafräume . . . . .	12°
Eßsäle . . . . .	15°
Aufenthaltsräume wie Kantinen, Soldatenstuben usw. . . . .	18°
Wohnräume für Offiziere usw. . . . .	18°
Unterrichtsräume . . . . .	18°
Krankenräume . . . . .	18—20°
Aborte . . . . .	12—15°
Wasch- und Baderäume . . . . .	20—22°
Stallungen . . . . .	15°

#### 2. Heizsystem.

Gewöhnlich werden eiserne Öfen oder Niederdruckdampfheizung vorgesehen, bei mehreren Gebäuden evtl. Ferndampfheizung. Für gewisse Räume wie ständig benutzte Wohnräume, Kantinen usw. kann auch Warmwasserheizung (evtl. Dampf-Warmwasserheizung) in Frage kommen.

Als Heizkörper dienen am besten den Außenwänden entlang verlegte Heizrohre oder in die Fensternischen gestellte Radiatoren (wie in Unterrichtsgebäuden, Abschnitt IV).

Es ist Gruppenunterteilung z. B. nach den Himmelsrichtungen, ferner die ständig resp. nur zeitweise benutzten Räume, die Warmwasserbereitung, die Kochküche usw. vorzunehmen.

#### 3. Kochküche, Badeanlage und Warmwasserversorgung für Reinigungszwecke.

Wird eine Dampfkochküche erstellt, so ist für diese ein Dampfkessel mit mindestens 0,5—0,8 atü Druck vorzusehen, während für die Heizung in der Regel 0,05—0,1 atü genügen. Wenn der Kessel für die Küche während des ganzen Jahres betrieben werden muß, so ist es angezeigt, auch den Warmwasserboiler für Bade- und Reinigungszwecke an denselben anzuschließen. Bez. Ausstattung und Versorgung der Küche mit Dampf und Warmwasser s. Abschnitt III C, bez. Badeanlage und Warmwasserversorgung zu Reinigungszwecken Abschnitt IV B.

### B. Lüftung.

Zur Lüftung der Schlafsäle empfiehlt sich die Anbringung von Klappflügeln im oberen Teil der Fenster. Früher hat man, wie in Spitälern, vielfach Abzugskanäle mit Gittern und Jalousieklappen oder Schiebern erstellt, doch sind die letzteren in der Regel geschlossen und die Kanäle voller Staub und Unrat.

Dagegen sollten von den Aborten Abluftkanäle mit in den oberen Teil der Räume eingesetzten Abluftgittern erstellt werden und die Baderäume Sauglüftung erhalten wie diejenigen in Unterrichtsgebäuden (Abschnitt IV).

Auch die Stallungen sind in üblicher Weise mit Entlüftung zu versehen (s. Abschnitt I). Für die Lüftung der Kochküche gilt das unter Abschnitt III C, für die Restaurationsräume (Kantinen) das unter Abschnitt IX Gesagte.

## **XVI. Fabriken und andere industrielle Bauten sowie Ausstellungs-, Fest- und Flugzeughallen, Großgaragen usw.**

### **Allgemeines.**

Bei der Erstellung von Heizungs- und Lüftungsanlagen in Fabriken und andern industriellen Bauten sind zu berücksichtigen:

1. die fabrikations- und betriebstechnischen Erfordernisse,
2. die hygienischen Anforderungen,
3. die Bauart des Gebäudes und die Platzverhältnisse,
4. die Wirtschaftlichkeit in Anschaffung und Betrieb (Wahl des Systems, Verwertung von Abwärme und Abfallstoffen, Einfachheit der Bedienung usw.).

### **A. Heizung.**

#### **1. Raumtemperaturen in °C und relative Feuchtigkeit der Raumluft in %.**

Wenn der Fabrikationsvorgang von Temperatur und Feuchtigkeit der Raumluft unabhängig, d. h. lediglich das Wohlbefinden des Personals zu berücksichtigen ist, so müssen durch die Heizung folgende Raumtemperaturen erreichbar sein:

Bei schwerer Handarbeit (Montagehallen usw.), insbesondere wenn zeitweise Wärme durch den Fabrikationsvorgang entsteht (Gießereien, Schlossereien, Kesselschmieden usw.)	10—12°
Räume, in denen durch die Fabrikation dauernd große Wärmemengen entstehen (Schmieden, Räume mit Schweiß-, Einsatz-, Glasöfen usw.), sind nicht, resp. nur in geringem Maße (z. B. am Morgen vor Arbeitsbeginn) zu heizen, dagegen unter Umständen mittels Ventilation zu kühlen.	
In Räumen, wie Flugzeughallen, Großgaragen usw., genügen ebenfalls	10—12°
Bei leichter Handarbeit (Drehereien usw.) sind erforderlich	15°
Bei sitzender Beschäftigung (Uhrmacherwerkstätten usw.)	18°
In Bureaus	18°
In Bade- und Umkleideräumen	20—22°
Ausstellungshallen, Magazine, Lager usw. sind, wenn erforderlich, zu temperieren, resp. zu heizen.	

Als Beispiele für Räume, in denen Temperatur und Feuchtigkeit der Fabrikation anzupassen sind, seien genannt:

	Temperatur °C	Relative Feuchtigkeit %
Baumwollspinnereien . . . . .	18—20	65—70
Vorwerke . . . . .	18	55—60
Wollspinnereien, Kammgarnspinnereien: für feine Wollsorten (Sidney, Australien usw.) . . . . .	21	80—85
„ mittlere Wollsorten (Cap, Croisé usw.) . . . . .	21	70—80
„ grobe Wollsorten (Lamm, Croisé, englische Wolle, Apokaps) . . . . .	21	60—70
In den Vorarbeitssälen kann die Feuchtigkeit geringer sein.		
Baumwollwebereien: bei feuchtem Schußgarn . . . . .	18	60—70
„ trockenem Schußgarn . . . . .	18	70—80
Seidenspinnereien . . . . .	18	80
Seidenwebereien . . . . .	18	65—75
Zur Verarbeitung von Leinen, Hanf, Jute . . . . .	18	60
Namentlich bei der Woll- und Leinenverarbeitung ist die Innehaltung der angegebenen Verhältnisse von großer Wichtigkeit.		
Zigarettenfabriken: Vorfeuchtereie . . . . .	18	80
Löserei und Mischräume . . . . .	20	90
Tabakschneiderei, Zigarettenmaschinsäle, Schnittabak- und Schragenlager, Packraum und Fertiglager . . . . .	18	50—55
In Zigarettenfabriken dürfen vor allem keine abnormalen, plötzlichen Wärme- und Feuchtigkeitsschwankungen in den Räumen auftreten.		

Vom hygienischen Standpunkt aus sind nach K. Hartmann<sup>1</sup> für kräftiges Arbeiten, bei bewegter Luft und einer Temperatur von:

15—18° C bis 70 %,  
bei 18—20° C etwa 60 %,  
bei 21—23° C etwa 50 %,  
und bei 24° C etwa 40 %

relative Feuchtigkeit; bei starker Arbeit und unbewegter Luft dagegen niedrigere Feuchtigkeitsgrade am günstigsten.

Ein zweckmäßiges Instrument zur Feststellung der Luftverhältnisse, das nicht nur die Temperatur, sondern auch die Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung berücksichtigt, ist das im Jahre 1914 von dem Engländer Hill erfundene Kata-Thermometer<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Vortrag „Reine Luft in Arbeitsräumen“, gehalten 1927 am XII. Kongreß für Heizung und Lüftung in Wiesbaden.

<sup>2</sup> Siehe den ersten Teil dieses Buches; ferner P. Weiss: Die hygienischen Grundlagen der Lüftungstechnik mit spezieller Berücksichtigung der Kata-Thermometrie zur Bestimmung der Entwärmungsverhältnisse. Promotionsarbeit Zürich; Arch. f. Hyg. Bd. 96, H. 1, S. 1; Gesundheitsing. 1925, S. 692; ferner den vorhin genannten Vortrag von K. Hartmann: Reine Luft in Arbeitsräumen. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

Von ebenso großer Wichtigkeit wie die Innehaltung angemessener Temperaturen und Feuchtigkeitsgrade ist die Vermeidung von Zugerscheinungen. Hierauf ist ganz besonders zu achten, wenn sich die Arbeiter bei ihrer Beschäftigung nicht frei bewegen können (sitzend beschäftigt sind) oder wenn sie schwere Arbeit, womöglich noch in der Nähe industrieller Feuerungen (Glühöfen usw.) zu verrichten haben, so daß sie starker Transpiration ausgesetzt sind. Es ist zu unterscheiden zwischen Luftbewegung, die im allgemeinen zu begrüßen ist, und Zug, unter dem ein einseitig wirkender Luftzug bei niedriger Temperatur verstanden wird, der leicht zu Erkältungen führt. Dabei kommt es in erster Linie auf den Temperaturunterschied zwischen bewegter und übriger Raumluft an. Unter Umständen wird ein Luftstrom, den man bei 20° C Raumtemperatur als angenehm oder vielleicht sogar als lästig warm bezeichnen kann, unter anderen Verhältnissen als Zug empfunden.

Die Heizungs- und Lüftungsanlagen haben daher oft gleichzeitig mehrere Aufgaben zu erfüllen, z. B.:

1. die Wärmeverluste der Räume zu decken,
2. die verdorbene Raumluft durch reine zu ersetzen,
3. für einen entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt im Raum zu sorgen,
4. dem Niedersinken kalter Zugluft von Fenstern, Decken usw. und
5. dem Einströmen kalter Luft durch offen stehende Türen und die Undichtigkeiten in den Umfassungswänden (Fensterrahmen usw.) entgegenzuwirken (s. den nachfolgenden Unterabschnitt C).

Den Punkten 4 und 5 kommt insbesondere Bedeutung bei großen, hohen Hallen (Montage-, Ausstellungs-, Festhallen usw.) zu, namentlich wenn die Wände und Decken zur Hauptsache aus Glas und Beton bestehen (s. auch die Abschnitte V, XII und XIV).

## 2. Heizsystem.

Es kommen zur Anwendung:

- a) bei einfachen Verhältnissen: Ofenheizung,
- b) Dampfheizung (Vakuum-, Nieder-, Mittel- oder Hochdruckdampfheizung),
- c) Warmwasser-Schwerkraft- oder -Pumpenheizung,
- d) Luftheizung mit Ventilatorbetrieb:
  - $\alpha$ ) unter Verwendung von Einzelheizapparaten,
  - $\beta$ ) mit zentraler Erwärmung der Luft,
- e) elektrische Heizung evtl. in Verbindung mit einem der genannten Zentralheizungssysteme,
- f) Gasheizung, entweder unter Aufstellung von Einzelgasheizöfen in den Räumen oder Zentralheizung mit Gasfeuerung,
- g) zur Beheizung großer Fabrikanlagen: Fernheizung, oft in Verbindung mit Abwärmeverwertung.

Bisweilen werden mehrere dieser Heizsysteme gleichzeitig zur Anwendung gebracht. Z. B. kann es zweckmäßig sein, die Werkstätten,

Montagehallen usw. mit Luftheizung, die Nebenräume mit Niederdruckdampf- und die Bureaus mit Warmwasserheizung zu versehen<sup>1</sup>.

Ferner kommt es vor, daß in den Fabrikhallen Niederdruckdampfheizkörper und außerdem Einzellufterhitzer aufgestellt werden. Das ist beispielsweise der Fall in der Werftanlage der A.-G. für Dornierflugzeuge in Altenrhein bei Rorschach. In der Zeitschrift „Die Bautechnik“ (1927, Heft 34) bemerkt Dr. Maier-Leibnitz zu dieser von der Firma Gebrüder Sulzer A.-G., Winterthur, ausgeführten Anlage u. a. folgendes:

Es handelt sich um 4 Hallenbauten, die bei einer Grundfläche von rd. 14200 m<sup>2</sup> einen Inhalt von etwa 130000 m<sup>3</sup> besitzen. Sie haben verhältnismäßig stark wärmedurchlässige Wände mit außergewöhnlich großen Türöffnungen und in den Dächern zahlreiche Oberlichter. Bei der Projektierung der Heizungsanlage war daher dem geringen Wärmespeichervermögen und daher raschem Auskühlen der Hallen nach Abstellen der Heizung sowie dem Umstand Rücksicht zu tragen, daß Witterungsänderungen wie Sonnenschein, Wind usw. den Verlauf der Innentemperatur und das Heizbedürfnis tagsüber, d. h. während des eigentlichen Heizbetriebes, in hohem Maße beeinflussen. Und außerdem war zu berücksichtigen, daß für eine Flugzeugwerft, im Gegensatz zu Flughallen, die ständig beheizt werden, ein Wärmebedürfnis nur während der eigentlichen Arbeitszeit vorliegt. Im Interesse eines sparsamen Betriebes muß die Heizung daher nachts abstellbar sein, ferner muß die für rasches Hochheizen der Hallen erforderliche Wärmemenge, ohne übermäßige Beanspruchung der Kessel, aufgebracht werden können und soll sich die Heizung tagsüber dem wechselnden Wärmebedarf leicht anpassen lassen. Es wurde zu dem Zweck eine reine Hochdruckdampfheizung mit 8 at Höchst- und 2 at normalem Betriebsdruck in den Leitungen erstellt, so daß die Kessel alle vorkommenden Belastungsstöße aufzunehmen vermögen. Zudem ist auf diese Weise eine Reserve geschaffen, die erlaubt, daß die Heizung einzelner kleiner Gruppen auch außerhalb der eigentlichen Betriebszeit aus dem Wärmeverrat der Kessel bestritten werden kann. Für die Großraumheizung sind neben unmittelbar wirkenden Heizkörpern Dampf-Luftheizapparate aufgestellt, die so bemessen und angeordnet sind, daß in den hohen Hallen eine günstige Wärmeverteilung und ein hoher Raumwirkungsgrad der Heizung erreicht werden. In dem Hauptgebäude sind 19 solcher Apparate mit einer Gesamtleistung von 2500000 kcal untergebracht, während die direkte Heizung 1000000 kcal/st zu liefern in der Lage ist. Die direkt wirkenden Heizkörper sind zur Hauptsache den Außenwänden entlang angeordnet. In den Übergangszeiten sowie im Winter nach dem Aufheizen der Räume, können die Umluftapparate teilweise abgestellt werden.

Im einzelnen ist zu den vorstehend erwähnten Heizsystemen folgendes zu bemerken:

#### a) Ofenheizung.

Ofenheizung ist in kleineren Werkstätten, in Form eiserner Öfen, anzutreffen, namentlich wenn der Betrieb viel brennbare, in Öfen leicht, in Zentralheizkesseln dagegen schwieriger zu verfeuernde Abfälle ergibt<sup>2</sup>.

Die Ofenheizung ist billiger in der Anschaffung, bei größeren Bauobjekten dagegen meist teurer im Betrieb als Zentralheizung. Vor

<sup>1</sup> Siehe z. B. die Angaben über die heiztechnischen Anlagen der Firma A. Borsig, Berlin-Tegel. Gesundheitsing. 1925, S. 439.

<sup>2</sup> Bez. Größenbestimmung der Öfen s. den Bericht der Heiztechnischen Kommission der Vereinigung Deutscher Eisenofenfabrikanten E. V. Gesundheitsing. 1927, S. 143.

allem ist die Bedienung wesentlich umständlicher und die vielen Einzelfeuerstellen führen leicht zu erheblichen Wärmeverlusten. Dazu kommt, daß die Öfen und bisweilen auch in die Räume vorspringende Kamine kostbaren Platz wegnehmen und die intensive Wärmestrahlung nahe den Öfen lästig fällt. Der letztere Übelstand kann allerdings durch Ofenschirme gemildert werden. Weiter bringt die Bedienung der Öfen Schmutz mit sich, was in Schlossereien und Gießereien belanglos ist, in andern Betrieben, wie z. B. Webereien, dagegen lästig fällt. Und außerdem können bei gewissen Windverhältnissen zeitweise Gase in die Arbeitsräume hinausgedrückt werden. Nicht anwendbar ist Ofenheizung in Räumen, die zur Verarbeitung oder Lagerung von feuergefährlichen Stoffen dienen.

An Stelle gewöhnlicher eiserner Öfen sind in großen Hallen schon Kalorifere aufgestellt worden<sup>1</sup>.

Sollen die Räume auch gelüftet werden, so kommen Ventilationsöfen in Frage, denen durch Kanäle Frischluft von außen her zugeführt wird. Für die Abluft können von unten abgehende, zwecks Erhöhung des Auftriebes neben die Kamine verlegte Abluftkanäle dienen. Sowohl die Zu- als Abluftwege müssen abgeschlossen und leicht gereinigt werden können.

#### b) Dampfheizung.

(Vakuum-, Nieder-, Mittel- oder Hochdruckdampfheizung.)

Gegenüber Warmwasserheizung hat Dampfheizung, außer der rascheren Anheizmöglichkeit, die Vorteile größerer Billigkeit in der Anschaffung und geringerer Einfriergefahr, der bei Fabriken erhöhte Bedeutung zukommt, weil sie an Sonn- und Festtagen nicht benutzt werden. Immerhin ist die Einfriergefahr auch hierbei nicht vollständig ausgeschlossen. Z. B. kann sich in mit Wasser gefüllten Kondensleitungen und Reservoirs Eis bilden und selbst sog. trockene, d. h. bei abgestellter Heizung nicht mit Wasser gefüllte Leitungen, sind nach längerem Heizungsunterbruch schon eingefroren, wenn sich beim Anlassen der Heizung das Kondenswasser auf seinem Wege nach den Kesseln auf 0° C abkühlte.

Daß Dampfheizung weniger hygienisch als Warmwasserheizung ist, wurde bereits erwähnt. Bei Fabriken tritt dieser Umstand jedoch nur bei kleineren, dagegen weniger bei großen, luftigen Räumen in Erscheinung. Immerhin soll zur Vermeidung unnötig hoher Heizflächentemperaturen, der Dampfdruck so niedrig als möglich gehalten werden. Solche Anlagen arbeiten zudem störungsfreier, wirtschaftlicher und sind konzessionsfrei, d. h. unterstehen nicht der Aufsicht der Dampfkesselrevisionsvereine wie die Hochdruckanlagen.

Bisweilen kommt Vakuumheizung, mit unter Atmosphärendruck liegenden Drücken, unter Verwendung des Abdampfes von Kondensationsdampfmaschinen oder -turbinen zur Anwendung. In Europa hat dieselbe allerdings keinen so großen Aufschwung genommen wie in

<sup>1</sup> Kori, H.: Die Beheizung der Jahrhunderthalle in Breslau. Gesundheitsing. 1924. S. 443.

Amerika, wo Vakuumheizung sogar nicht selten direkt an die Dampfkessel angeschlossen wird.

Vom Anbringen weiter glatter oder gar Rippenheizröhren unter den Decken der Räume, in denen Dampfdrücke von 6 atü und mehr herrschen, ist man zum Glück abgekommen. Diese Lösung ist unschön, der großen Temperaturunterschiede und starken Staubversengung wegen unhygienisch und zudem unwirtschaftlich, weil die Luft unter den Decken stark überheizt wird, wodurch bedeutende Wärmeverluste entstehen. In Ausnahmefällen ist man allerdings der Platzverhältnisse wegen auch heute bei Dampf-, Warmwasser- und elektrischer Heizung, bisweilen noch genötigt, Heizrohre über Kopfhöhe durch die Räume zu ziehen, während normalerweise glatte Rohre den Wänden entlang oder, in vertikaler Richtung, an den Stützpfählern angebracht werden. Dabei ist ihre Verteilung im Raum so vorzusehen, daß die Stromwege der an den Heizkörpern aufsteigenden, sich unterwegs abkühlenden, niedersinkenden und wieder zu den Heizkörpern zurückströmenden Luft möglichst klein ausfallen und alle Raumteile davon berührt werden. Ganz besonders ist hierauf bei Sägedachbauten zu achten.

Legt man die Heizrohre unter die Werkbänke, so sind aus hygienischen Gründen ebenfalls glatte, keine Rippenrohre zu verwenden und außerdem muß dafür gesorgt werden, daß die warme Luft nicht an den Arbeitern vorbeiströmt und sie belästigt, sondern zwischen Tisch und Wand hochsteigt. Bei sachgemäßer Anordnung gelingt es dabei auch, Zugerscheinungen von den Fenstern her auszuschließen. Die Ausbildung des Tisches muß so erfolgen, daß keine Gegenstände von demselben durch die Luftabströmöffnungen hinunterfallen können, weil sie sonst von den Arbeitern überdeckt werden.

Steht Abdampf von genügender Spannung zur Verfügung, so kann dieser direkt ins Heiznetz geschickt werden. Dabei ist zu beachten, daß der Abdampf von Kolbendampfmaschinen, Dampfhämmern und Dampfpumpen vorher sorgfältig vom mitgerissenen Schmieröl gereinigt werden muß, weil sich sonst die Innenseiten der Heizflächen mit Öl beschlagen, was dem Wärmedurchgang hinderlich ist. Bei Dampfturbinen ist eine Reinigung des Abdampfes, seiner Ölfreiheit wegen, dagegen nicht erforderlich. Besitzt der Abdampf zu niedrige Spannung zum Betrieb einer direkt wirkenden Niederdruckdampfheizung, so läßt er sich, in gleicher Weise wie Rauchgaswärme, Abwärme von Dieselmotoren, Gasmotoren usw., zum Betrieb von Warmwasser- und Luftheizungen benutzen, sofern man nicht die Erstellung einer Vakuumheizung oder die Verwendung von Zwischendampf vorzieht.

Fällt aus Dampfhämmern, Speisepumpen usw. der Abdampf stoßweise an, so kann die Aufstellung von Speichern empfehlenswert sein (s. die nachstehend unter g angegebene Literatur über Abwärmeverwertung).

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit ist es wichtig, daß das aus den Heizkörpern ausfließende Kondensat in die Kessel zurückgeleitet wird, weil zufolge seiner hohen Temperatur beträchtlich an Brennstoff gespart werden kann, und zudem, weil es kalkfrei ist, wodurch die Kessel

geschont werden. Die Auslagen für diese Leitungen machen sich in der Regel bald bezahlt.

Ist selbsttätiges Zurückfließen des Wassers in die Kessel oder ein zentrales Speisewasserreservoir der Terrainverhältnisse wegen unmöglich oder fallen dabei die Leitungsdurchmesser unwirtschaftlich groß aus, so kann Sammlung an einzelnen Stellen und Zurückpumpen in Frage kommen.

Muß das Wasser vom Sammelreservoir in die Kessel gespeist werden, so sind sicherwirkende, selbsttätige Speisevorrichtungen vorzusehen. Als Reserve ist ein zweites Aggregat, mit anderer Antriebsart, aufzustellen. Z. B. kommen in Frage eine elektrisch betätigte Zentrifugal- und daneben eine Dampfmaschine.

Die aus dem Speisewasserreservoir entweichenden Dämpfe sind für Brauch- oder Speisewasseranwärmung oder einen anderen Zweck nutzbar zu machen.

Als Ersatz für das verlorengegangene Kesselwasser ist von den Dächern gesammeltes Regenwasser oder gereinigtes (enthärtetes) Leitungswasser zu verwenden (s. Abschnitt I B), sofern es sich nicht um Orte handelt, wo das verfügbare Leitungswasser sowieso weich ist.

Als Beispiel für eine in Gruppen unterteilte Werkstattheizung mit Abwärmeverwertung, ausgeführt als Niederdruckdampfheizung, ergänzt durch Einzel-Luftheizapparate, sei genannt die Heizungsanlage in der großen Werkhalle der Daimler-Motoren-Gesellschaft in Marienfelde bei Berlin (s. Gesundheitsing. 1925, S. 129) und als Beispiel für eine reine Niederdruckdampfheizung die Heizungsanlage in der Motorenfabrik Benz und Cie. A.-G., Mannheim-Waldhof (s. Z. d. V. d. I. 1910, S. 501).

### c) Warmwasserheizung.

Bei Warmwasserheizung kann der Einfriergefahr dadurch begegnet werden, daß sie bei kalten Außentemperaturen über die Feiertage schwach weiterbetrieben wird. Dabei kühlen die Räume zudem weniger stark aus, so daß das Anheizen am Montagmorgen leichter vorgenommen werden kann. Der Brennstoffverbrauch ist dabei meist nicht größer als bei unterbrochenem Betrieb.

Gegenüber Dampfheizung stellt sich Warmwasserheizung, ihrer leichteren Anpassungsfähigkeit an die Witterung wegen, billiger, auch eignet sie sich, wie bereits angedeutet, gut zur Fernleitung von sonst nicht verwertbarer Abfallwärme.

Bei ausgedehnten Fabrikanlagen ist Pumpenheizung vorzusehen<sup>1</sup>.

Dabei kann man mit der maximalen Wassertemperatur für den Ferntransport der Wärme bis auf 140 und mehr Grad C gehen, d. h. Überdruckheizung anwenden, was nicht ausschließt, daß die Gebäudeheizungen, soweit als erforderlich, doch mit den bei Niederdruck-Warm-

<sup>1</sup> Daß sehr große Abmessungen und Leistungen in Frage kommen können, geht u. a. aus der Beschreibung der Pumpen-Warmwasserheizung in einer Ford'schen Fabrik im Journ. of the Americ. Soc. of Heating and Ventilating Engineers, New York. Bd. 31, Nr. 12, S. 531, 1925, hervor (s. auch Gesundheitsing. 1926, S. 297).

wasserheizung üblichen Temperaturen betrieben werden (Anwendung von Rücklaufbeimischung oder Gegenstromapparaten).

In Hinsicht auf größtmögliche Betriebswirtschaftlichkeit und Unabhängigkeit bei Reparaturen ist es sowohl bei größeren Dampf- als Warmwasserheizungen angezeigt, mehrere für sich abstellbare und bei Warmwasserheizung auch entleerbare, von Verteilern abzweigende Heizgruppen anzuordnen.

#### d) Luftheizung mit Ventilatorbetrieb.

Diese Heizart eignet sich ganz besonders für Großraumheizung, ist aber oft auch für kleinere Räume zweckdienlich, wenn diese gleichzeitig gelüftet werden sollen. Es kommen Anlagen mit verteilt aufgestellten Einzelluft erhitzern oder zentral angeordneten Ventilatoren und Gebläseheizkörpern mit anschließenden Warmluftverteilerrohren in Frage.

Luftheizung in industriellen Betrieben weist folgende Vorteile auf:

a) Die Montierung der Anlagen ist einfach und erfordert wenig Zeit.

b) Weder bei der Aufstellung von Einzelheizapparaten, noch bei zentraler Erwärmung der Luft und Verlegung von Luftverteilungen wird kostbarer Platz in Anspruch genommen.

c) Gewünschtenfalls können die Anlagen gleichzeitig zur zugfreien Lüftung der Räume benutzt werden, indem der Umluft Frischluft beigemischt oder ausschließlich mit Frischluft gearbeitet wird. Bei Erzeugung von Überdruck gestatten sie auch, Zug von offenstehenden Türen sowie von Undichtigkeiten in den Umfassungswänden auszuschließen, und im Sommer läßt sich mit ihnen eine gewisse Kühlung herbeiführen (s. den nachfolgenden Unterabschnitt C).

d) Sie weisen kurze Anheizzeit auf und ergeben infolge der Luftumwälzung gleichmäßige Temperaturverteilung, so daß auch die Luftschichten über den Fußböden warm und andererseits die oberen Raumpartien nicht überheizt werden. Der Betrieb ist daher billig. Auf den Umstand, daß Abwärme gut verwendbar ist, wurde schon hingewiesen.

e) Bei Benutzung von Dampf zur Beheizung der Gebläseheizkörper ist Einfriergefahr ausgeschlossen.

f) Außerdem ist der Betrieb einfach und die Heizwirkung leicht regulierbar.

g) Bei Erweiterung der Unternehmungen oder Betriebsumstellungen ist auch der Umstand, daß die Einzelapparate resp. Warmluft-Zuleitungsrohre bei zentralen Anlagen leicht vermehrt oder weggenommen und anderorts wieder angebracht werden können, wertvoll.

Eine der bedeutendsten Großraum-Luftheizungen wurde seinerzeit, unter Mitwirkung von Geheimrat Prof. Dr. Rietschel, von der Firma Rud. Otto Meyer, Hamburg, für die neue Festhalle zu Breslau (Jahrhunderthalle) projektiert (s. die Festnummer des Gesundheitsings. 1913, S. 43). Die mächtige Mittelhalle dieses

Baues besitzt 43 m Höhe, 135000 m<sup>3</sup> Inhalt und weist bei —20° C Außen- und 15° C Innentemperatur einen Wärmeverlust von über 1900000 kcal/st auf. Zur Deckung desselben und gleichzeitig zur Vermeidung von Zegerscheinungen war beabsichtigt, 18 m über Boden 280000 m<sup>3</sup>/st, im Maximum auf 40° C erwärmte, Frischluft einzublasen, und zwar in horizontaler Richtung, verteilt auf die Stellen der größten Abkühlung. Dadurch wäre eine ständige, innige Mischung der aus der Kuppel niedersinkenden kalten mit der zugeführten warmen Luft zustande gekommen. Die Frischluftmenge hätte einen reichlich zweifachen Luftwechsel je Stunde oder 25—30 m<sup>3</sup>/st je Kopf ergeben. Zudem wäre dadurch Überdruck in der Halle erzeugt worden, so daß Luft durch die unten angebauten Ringbauten und Eingangshallen abgeströmt und das lästige Eintreten kalter Zugluft (trotz des in so hohen Gebäuden herrschenden starken Auftriebes) vermieden worden wäre. Direkte Heizflächen sollten nirgends aufgestellt werden. Zur Konstanthaltung der Temperatur auf 15° C waren 4 Thermostaten vorgesehen. Unabhängig davon hätte die Wärmeleistung auch durch Ein- und Ausschalten einzelner Lufterhitzer mittels Druckluftfernstellung von der Zentrale aus erfolgen können. Zum Hochheizen der Halle sollte Umluft benutzt werden.

Die interessante Anlage kam jedoch damals aus finanziellen Gründen nicht zur Ausführung, sondern es wurden nur die anschließenden niederen Ringbauten mit Niederdruckdampfheizung versehen, so daß die Halle im Winter unbenutzbar war. Erst im Jahre 1923 hat dann die Firma H. Kori, Berlin, zur Temperierung derselben 12 Kaloriferöfen mit einer Gesamtheizfläche von 300 m<sup>2</sup> aufgestellt und wurden auch die Ringbauten z. T. mit Öfen versehen (betr. Ausführung und Heizresultaten s. den bereits im Unterabschnitt a erwähnten Aufsatz im Gesundheitsing. 1924, S. 443).

#### Weitere Ausführungsbeispiele für Großraum-Luftheizung.

Die Heizungsanlage im Werkstattgebäude mit Großflugzeughalle in Dübendorf bei Zürich. Zeitschrift „Das Werk“ vom Mai 1925; Technische Mitteilungen. Zürich: Gebr. Fretz A.-G.

Sinzig: Ergebnisse eines Leistungsversuches an einer Feuer-Luftheizungsanlage (der 5000 m<sup>3</sup> umfassenden Halle eines Drahtzuges). Gesundheitsing. 1927, S. 751.

Zahlreiche Ausführungsbeispiele enthält die gut illustrierte Schrift: „Die Heizung und Lüftung von Industriebauten“ der Firma Rud. Otto Meyer, Hamburg, und die Broschüre SAM 154 des Kaloriferwerks Hugo Junkers, Dessau. Ferner interessante Versuchsergebnisse der Aufsatz: Beck, P.: Weiterentwicklung der Großraumheizung. Archiv f. Wärmewirtsch. 1926, S. 261.

Auf die Heizung in der Werftanlage der A.-G. für Dornierflugzeuge in Altenrhein bei Rorschach und damit auf bisweilen zweckmäßige Verbindung von Luftheizung mit direkt wirkenden Heizkörpern wurde schon vorstehend, unter dem Abschnitt „Heizsystem“, hingewiesen.

#### e) Elektrische Heizung.

In industriellen Betrieben wasserkraftreicher Länder sind schon wiederholt Elektro-Warmwasser- und Elektro-Dampfheizungen mit Wärmespeichern erstellt worden. Das Aufladen der Speicher geschieht durch Widerstands- oder, bei direkter Verwendung von Hochspannungsstrom, durch Elektrodenheizung, wobei die Elektroden in die Speicher eingebaut oder in besonderen, mit denselben in Verbindung stehenden Kesseln untergebracht sind. Dabei wird normalerweise aber außerdem eine Ergänzungs- und Reservekesselanlage für feste Brennstoffe vorgesehen.

In dem Buch Hottinger und Imhof: Elektrische Raumheizung. Zürich: Fachschriften-Verlag u. Buchdruckerei A.-G. 1924, sind mehrere solche Anlagen eingehend beschrieben. Orientierungshalber sei hier auf folgende verwiesen:

Ort	Art der Raumheizung	Art der elektrischen Heizung und Spannung in Volt	Anschlußwert kW	Speicherinhalt m <sup>3</sup>	Die Speicher werden geladen auf	
					° C	atü
Bronzefabrik A.-G. Turgi	Pumpenheizung	Widerstandsheizung 350	135	10	110	
Seidenstoffweberei Sieber & Wehrli Schönenberg	Pumpenheizung	Widerstandsheizung 225	140	2 mal 5	130	
Reparaturwerkstätte der S.B.B., Bellinzona <sup>1</sup>	Pumpenheizung	Elektrodenheizung in den Speichern 1000	1200	2 mal 10	110	
Weberei Wettingen	Dampfheizung	Elektrodenkessel 2100	300	32		14
Baumwollspinnerei und Weberei D. Jenny, Ennenda	Dampfheizung	Revelkessel 500	350	2 mal 33		12
Spinnerei Spörri u. Co., Flums	Dampfheizung	Elektrodenkessel 5000	500 auf 700 überlastbar	46		12

Außerdem werden auch etwa Speicheröfen (z. B. in Bureaus) angetroffen, sowie direkt wirkende elektrische Heizkörper, sei es, daß sie in den Luftweg von Luftheizungen eingebaut sind oder, z. B. in Form von den Wänden entlang oder durch die Räume gezogenen Heizröhren (als sog. Linear- oder Rohrheizung<sup>2</sup>) resp. gewöhnlichen elektrischen Heizöfen, in den zu heizenden Lokalitäten selber untergebracht werden.

Direkte elektrische Heizung (auch Schnellheizung genannt) kommt namentlich etwa für Räume zur Verwendung, in denen größere Temperaturschwankungen keine Rolle spielen, z. B. für Weinkeller von Großweinhandlungen, Bananenkeller von Südfrüchtehandlungen oder andere Lager und Magazine, in denen es nur darauf ankommt, daß gewisse Minimaltemperaturen nicht unterschritten werden. Die Heizkörper werden dann nur nachts und während anderen Niedertarifstunden (gewünschtenfalls automatisch) eingeschaltet, wodurch die Raumtemperatur steigt, während sie in den Zwischenzeiten wieder sinkt. Recht besehen handelt es sich hierbei allerdings auch um eine Art Speicherheizung, indem die Mauern, Fässer mit Inhalt usw., temperatúrausgleichend wirken, d. h. als Wärmespeicher dienen.

In Weinkellern z. B. liegt die nicht zu unterschreitende Temperaturgrenze bei 6—8° C, weil tiefere Temperaturen den gelagerten Weinen schaden. Daß gerade hier elektrische Heizung sich als praktisch erweist, rührt daher, weil ihre bekannten Vorzüge (einfache Montage und Bedienung, leichte Regelbarkeit der Heizwirkung, Sauberkeit usw.)

<sup>1</sup> S. auch Abschnitt XVII.

<sup>2</sup> Zuppinger, P.: Elektrische Linearheizung. Hoch- u. Tiefbau 1928, S. 324.

zur Geltung kommen und außerdem die Heizkörper, ihrer Kleinheit und bequemen Anschließbarkeit wegen, besonders leicht an den zweckmäßigsten Orten aufgestellt und über den Sommer jeweils herausgenommen werden können, so daß sie die Reinigungs- und Einkellerarbeiten nicht hindern und beim Schwefeln der Fässer nicht leiden.

In einer schweizerischen Großweinhandlung waren z. B. rund 2500 m<sup>3</sup> Kellerraum zu heizen, wofür 6 Heizkörper zu je 2 kW Anschlußwert in den oberen Teilen der Räume vorgesehen wurden. Die Kosten der Anlage stellten sich auf 1960 Fr. Der Stromverbrauch betrug im Jahre 1925 rund 14000 kWst und nach besserer Isolierung der Decke im Jahre 1926 10400 kWst. Für den Stromverbrauch sind dem Elektrizitätswerk jährlich im Minimum 360 Fr. plus 24 Fr. Zählermiete zu zahlen. Dieser Minimalbetrag wird normalerweise nicht überschritten. Außer von der Temperatur im Freien ist der Heizwärmebedarf davon abhängig, ob im Winter kalte Weine eingekellert werden, was eine starke Abkühlung herbeiführen kann, so daß die Heizung dann während einiger Tage und Nächte ständig im Betrieb gehalten werden muß. Unter 8—9° C ist die Temperatur auch während den kältesten Zeiten bisher nie gesunken<sup>1</sup>.

Die industriellen Betriebe, welche elektrisch heizen, verfügen in der Regel über eine eigene, nicht voll ausgenutzte Wasserkraft oder sind in der Lage, von auswärts besonders billigen Nacht- und Abfallstrom zu beziehen.

Als vereinzelt vorkommende Sonderausführungen ist auch auf die Fälle hinzuweisen, in denen hydraulische Energie nicht zuerst in Elektrizität, sondern in Wasserbremsen direkt in Wärme umgesetzt wird (Ausführung z. B. in der Kammgarnspinnerei Bürglen, Schweiz, zur Warmwasserbereitung).

(Bez. elektrischer Heizung s. auch das unter den Abschnitten I und V, Gesagte.)

#### f) Gasheizung.

Einzel-Gasheizöfen in den Räumen oder Gasfeuerung zum Betrieb von Dampf-, Warmwasser- oder Luftheizungen, wie auch für Trocken- und andere technische Zwecke, kommen in industriellen Betrieben bisweilen zur Anwendung, wenn selbsterzeugtes oder aus Fernversorgungsanlagen bezogenes Hochofen-, Generator- oder Koksofengas billig zur Verfügung steht. Das von den städtischen Gaswerken erzeugte Leuchtgas ist für diese Zwecke jedoch meist zu teuer. Allerdings können die Vorteile der Gasheizung, wie stete Betriebsbereitschaft, Einfachheit der Montage und der Bedienung, Sauberkeit, leichte Regulierbarkeit der Heizwirkung, Ausschluß der Einfriergefahr, Wegfall des Bezuges und der Lagerung von festem Brennmaterial und des Wegtransportes von Asche und Schlacken, selbst bei etwas höheren Kosten ausschlaggebend für ihre Wahl sein. Bei der Aufstellung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen ist bei Gasheizung (ähnlich wie bei der elektrischen) zu beachten, daß unter Umständen wesentlich höhere Wirkungsgrade erzielt werden können als bei Feuerungsanlagen mit festem Brennmaterial.

Wichtig ist, daß die Installation sachgemäß durchgeführt und dem Betrieb die nötige Aufmerksamkeit geschenkt wird, weil sonst Explo-

<sup>1</sup> Hottinger: Die elektrische Beheizung großer Weinkeller. Zeitschrift „Elektroindustrie“ vom 7. Juli 1927; Ref. Gesundheitsing. 1927, S. 785.

sionsgefahr nicht ausgeschlossen ist (s. auch das über Gasheizung unter Abschnitt I Gesagte).

### g) Fernheizung und Abwärmeverwertung.

Handelt es sich um große Fabrikareale mit mehreren Gebäuden, so ist Fernheizung am Platz.

Zum Ferntransport der Wärme kommen in Frage: Dampf (Hoch- oder Niederdruckdampf), Warmwasser (Pumpenheizung evtl. unter Verwendung von überhitztem Wasser) und in Ausnahmefällen Luft, sofern die Distanzen nicht groß sind und die Temperatur der Heizluft nicht hoch gehalten werden muß. Auch dann noch ist es aber erforderlich, die Luftkanäle, ganz besonders soweit sie in den Boden zu liegen kommen oder die Luft im Freien durchziehen, gut gegen Wärmeverluste und Feuchtigkeit zu schützen.

Bei Dampf-Fernheizung können in den Gebäuden trotzdem Warmwasser- oder Luftheizungen erstellt werden, und auch bei Fern-Warmwasserheizung ist der Betrieb lokaler Luftheizungen leicht möglich. Dampf wird für die Fernleitung der Heizwärme insbesondere gewählt, wenn auch für den Betrieb Dampf erforderlich ist, eine Dampfleitung also sowieso erstellt werden muß. Die Verhältnisse liegen in dieser Hinsicht ähnlich wie bei Krankenanstalten und daher sei auf das unter Abschnitt III hierüber Gesagte verwiesen.

Durch Zentralisation der Heizanlagen hat man in vielen Fabriken außerordentlich günstige Betriebsergebnisse erzielt, ganz besonders wenn es dadurch möglich wurde, Abwärme oder billig erhältliche, minderwertige Brennstoffe zu verwerten evtl. unter Verbindung des Kraft- und Heizbetriebes.

Auf dieses ausgedehnte Spezialgebiet hier einzutreten würde zu weit führen, und außerdem stehen hierüber eingehende Veröffentlichungen in großer Zahl zur Verfügung<sup>1</sup>.

In jedem einzelnen Falle müssen die Verhältnisse eingehend studiert werden, wobei von den unter „Allgemeines“ angeführten Gesichts-

<sup>1</sup> Hottinger: Abwärmeverwertung zu Heiz-, Trocken-, Warmwasserbereitungs- und ähnlichen Zwecken. Berlin: Julius Springer; sowie die darin angegebenen weiteren Werke. — An neueren Erscheinungen sei insbesondere die von H. Pfütznner herausgegebene Bücherfolge: Wärmelehre und Wärmewirtschaft. Dresden u. Leipzig: Verlag Th. Steinkopff, genannt, in der u. a. herausgekommen sind: Möller, F.: Wärmewirtschaft in der Textilindustrie. — Schiebl, K.: Wärmewirtschaft in der Zuckerindustrie. — Schlipköter, M.: Wärmewirtschaft im Eisenhüttenwesen. — Steger, W.: Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. — Pauer, W.: Energiespeicherung, usw. — Beachtenswerte industrielle Heizungs- und Abwärmeverwertungsanlagen sind auch beschrieben in der Z. d. Bayer. Rev.-Vereins, im Archiv f. Wärmewirtsch., im Gesundheitsing. und andern wärmetechnischen Zeitschriften, z. B. C. Eberle: Die Abwärmeverwertung in Orts- und Fernheizwerken. Gesundheitsing. 1925, S. 109; Bericht über den XI. Kongreß für Heizung und Lüftung 1924. — Leder, W.: Wärmewirtschaft in oldenburgischen Dampfmolkereien mit besonderer Berücksichtigung der Verwendbarkeit des Abdampfes. Wärme 1926, S. 201. — Abwärmeverwertung auf Kohlenzechen, herausgeg. von der Firma Bechem & Post, G. m. b. H., Hagen in Westfalen. Gesundheitsing. 1926, S. 483. — Limprecht, P.: Wärmewirtschaft in industriellen Betrieben. Gesundheitsing. 1926, S. 613.

punkten auszugehen und auch Rücksicht darauf zu nehmen ist, ob sich die Betriebsverhältnisse voraussichtlich in absehbarer Zeit ändern, bauliche Erweiterungen zu erwarten sind u. a. m. Für die einwandfreie Durchführung derart weitgehender Untersuchungen und die Aufstellung der erforderlichen Wirtschaftlichkeitsberechnungen können nur vollständig ausgebildete und praktisch erfahrene Wärmeingenieure in Frage kommen. Daß in den industriellen Betrieben die Auslagen für Heizung meist hoch sind und die Geschäftsleitung daher guttut, diesem Punkt ihre volle Aufmerksamkeit zu schenken, ist bekannt.

Interessante diesbezügliche Publikationen sind z. B. die vom Verein Deutscher Maschinenbauanstalten veröffentlichte Schrift von K. Seyderhelm: *Unkostensätze und Nebenbetriebskosten von Maschinenfabriken und verwandten Betrieben als Vergleichsziffern zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit*. Auszug im Archiv f. Wärmewirtsch. 1926, S. 98. Ferner: Dr. Litz: *Die Wärmewirtschaft in dem Betriebe der A. Borsig G. m. b. H., Berlin-Tegel*. Wärme 1925, S. 80. — Hüttig: *Heizungs- und Lüftungsanlagen in der Industrie*. Bautechn. 1924, S. 1.

## B. Warmwasser- und Dampfversorgung.

In Fabriken wird Warmwasserbereitung unter Aufwendung von Brennstoffmaterial oder Strom gewöhnlich nur vorgesehen, wenn warmes Wasser zu Reinigungs- oder Fabrikationszwecken erforderlich ist (z. B. in Färbereien, chemischen Fabriken, Großgaragen zum Reinigen der Wagen usw.), während zu Wasch- und Badezwecken für die Arbeiter und Angestellten Warmwasser in der Regel nur zur Verfügung gestellt wird, wenn es sich mittels Abwärme billig erzeugen läßt. Es dient dann zur Versorgung der Handwaschbecken in den Werkstätten, Toiletten der Bureaugebäude, Brause- und Wannenbäder (letztere sind insbesondere für Arbeiterinnen und weibliche Angestellte oft in größerer Zahl vorhanden) und evtl. zur Versorgung der Geschäftsküche oder -kantine, muß somit, in ausgedehnten Betrieben, ferngeleitet werden. Da die Handwaschbecken und Arbeiterbäder nur zu gewissen Zeiten benutzt werden, sind nach diesen Stellen führende Zirkulationsleitungen (s. Abschnitt III, Fern-Warmwasserversorgung) nicht erforderlich. Dagegen müssen reichlich bemessene Speicher vorgesehen werden, welche die großen plötzlich auftretenden Warmwasserbedürfnisse zu befriedigen vermögen<sup>1</sup>. Im übrigen weisen die Anlagen normale Ausführung auf.

Erfordert der Betrieb Warmwasser und steht Abwärme nicht oder in ungenügender Menge zur Verfügung, so kommen lokal aufgestellte Warmwasserboiler, unter Anschluß an eine Dampf-Fernleitung oder (bei kleinem Bedarf) ans elektrische Stromnetz, evtl. auch an örtlich aufgestellte, mit festem Brennstoffmaterial oder Gas betriebene Heizkessel, in Frage.

Wird an verschiedenen Orten des Unternehmens Warmwasser von verschiedenen Temperaturen benötigt, so kann es zweckmäßig sein, Wasser von z. B. nur 50° C fernzuleiten und dieses da, wo heißeres erforderlich ist, nachzuwärmen. In andern Fällen sind schon Misch-

<sup>1</sup> Bez. Ausführung der Abwärmeverwertungsapparate zur Warmwasserbereitung s. Hottinger: *Abwärmeverwertung*. Berlin: Julius Springer.

batterien zur Anwendung gekommen. Steht in einem Betrieb z. B. mit Frischdampf angewärmtes, also verhältnismäßig teures Heißwasser von 90° C, ferner mit Abdampf angewärmtes Wasser von 50° C und außerdem viel Warmwasser von z. B. 30° C aus einem Oberflächenkondensator zur Verfügung, so ist es angezeigt, das wertvolle 90grädige Wasser nur da zu verbrauchen, wo mit weniger warmem nicht auszukommen ist, während zur Herstellung von beispielsweise 40grädigem 50- und 30grädiges gemischt wird usw. Mischbatterien, in welche die verschiedenen Warmwasser- und auch eine Kaltwasserleitung einmünden, und von wo das gemischte Wasser abgezapft wird, können hierfür gute Dienste leisten<sup>1</sup>.

Handelt es sich um große Unternehmungen mit Speiseanstalten, so ist der Kochküche zum Betriebe der Dampfkochkessel, Teekoher usw. auch Dampf zu liefern, wofür mit Vorteil ebenfalls Abdampf verwendet wird, sofern er die nötige Spannung (0,8 atü) aufweist, sonst ist Zwischen- oder Frischdampf zur Verfügung zu stellen, wenn nicht vorgezogen wird, Gas- oder elektrische Herde usw. zu verwenden.

Auch für andere Zwecke kann in industriellen Betrieben Dampf und daher eine Ferndampfversorgung erforderlich sein. Werden im Winter die Heizleitungen hierfür benutzt, so sind für den Sommer besondere kleinkalibrige Sommerleitungen zu erstellen, weil sonst die Wärmeverluste zu groß ausfallen (s. das unter Abschnitt III A, 2 hierüber Gesagte). Nötigenfalls müssen Wirtschaftlichkeitsberechnungen darüber Aufschluß geben, ob eine solche Dampf-Fernversorgung oder lokale Erzeugung der erforderlichen Wärme, beispielsweise mittels Gas oder Elektrizität, billiger zu stehen kommt. In den meisten Fällen wird sich indessen ergeben, daß die erstgenannte Ausführungsart, trotz der höheren Erstellungskosten und der Wärmeverluste der ständig unter Druck stehenden Leitungen, den Vorzug verdient.

### C. Lüftung.

In Fabriken genügt der natürliche Luftwechsel meist, sofern der Rauminhalt in Hinsicht auf die Arbeiterzahl groß genug ist und keine die Raumluft in besonderem Maße verderbende Fabrikationsvorgänge in Frage kommen.

Ist zeitweilig eine geringe Steigerung des durch die natürlichen Undichtigkeiten auftretenden Luftwechsels erwünscht, so kann diese durch Jalousieklappen und Klappfenster oder Dachreiter, Dachhüte, bei Säggedachbauten auch durch Dachfirstklappen, aufklappbare Giebelwände und Giebelflügel bewirkt werden. Daß bei Ofenheizung bisweilen Ventilationsöfen und vom Boden abgehende Abluftschächte angeordnet werden, wurde bereits unter Ofenheizung erwähnt<sup>2</sup>. Ist Dampfheizung mit an den Außenwänden aufgestellten Heizkörpern vor-

<sup>1</sup> Hottinger: Abwärmeverwertung. Aufl. 1922, S. 20.

<sup>2</sup> Siehe auch Erneuerung der Luft in Arbeitsräumen. Gesundheitsing. 1926, S. 283.

handen, so können zur Frischluftzuführung auch hinter den Heizkörpern angebrachte, verschließbare und mit Gittern versehene Maueröffnungen dienen (wie bei Kochküchen, s. Abschnitt III C).

Es ist indessen zu beachten, daß die Wirkung dieser Einrichtungen in hohem Maße von der Witterung abhängt und im Sommer ganz versagen kann.

Muß ein bestimmter Luftwechsel garantiert werden, so sind eigentliche Lüftungsanlagen mit Ventilatorbetrieb erforderlich. Außer hygienischen dienen sie, wie bereits erwähnt, oft auch technischen Zwecken, bisweilen sogar in erster Linie den letzteren. In Webereien, Spinnereien, Tabakfabriken usw. ist die Raumluft z. B. feucht zu halten, was durch zentrale Befeuchtung der zugeführten Ventilationsluft oder durch Zerstäubung von Wasser in den Räumen mittels Preßluft erreicht werden kann; in Textilfabriken, Schlachthöfen und ähnlichen Betrieben, in denen viel mit heißem oder gar siedendem Wasser hantiert wird, sind Entnebelungsanlagen erforderlich; Lagerräume, Kellerräume usw. müssen durch Lüftung im Sommer oft getrocknet, im Winter befeuchtet, andere gekühlt werden. Großgaragen sind zu lüften, weil die Raumluft durch die Auspuffgase der Autos verdorben wird und Benzindämpfe Explosionsgefahr herbeiführen können, wenn sie nicht beseitigt werden. Dann wieder ist Lüftung zur Staubentfernung erforderlich, wie z. B. in Gußputzereien, Schleifereien und Zigarettenfabriken.

Oft haben die Anlagen in demselben Betrieb mehrere dieser Aufgaben zu erfüllen. So besitzt beispielsweise die Zigarettenfabrik „Turmac“, Seebach-Zürich, eine Anlage, bei welcher ein Teil der vom Zuluftventilator gelieferten Luft direkt hinter dem Gebläseheizkörper abgenommen und nach denjenigen Räumen geleitet wird, die nur der Lüftung bedürfen, während der übrige Teil einen Befeuchtungsapparat mit heizbaren Verdunstungsschalen durchströmt und denjenigen Räumen zugeleitet wird, die außer Lüftung auch Befeuchtung der Raumluft erfordern. Zudem sind zwei Abluftventilatoren vorhanden, die zum Absaugen des Staubes und der auf andere Weise verdorbenen Raumluft dienen.

In seinem Aufsatz „Die Bewetterungsanlage der Kölnischen Gummifäden-Fabrik vorm. Ferd. Kohlstadt & Co., Köln-Deutz, in der „Gummi-Zeitung“, Berlin, vom 30. April 1926, S. 1694<sup>1</sup>, gibt ferner M. Hirsch an, daß die daselbst eingebaute Anlage dazu dient, die Temperatur und den Wassergehalt der Luft innerhalb bestimmter Grenzen zu halten, Ansammlungen von Benzindämpfen zu vermeiden, den Arbeitern frische Luft zuzuführen und ungünstige Einflüsse der Lüftung auf die Erzeugnisse zu vermeiden. Ohne die künstliche Bewetterung würden die Produkte der Fabrik schlecht ausfallen und Explosionsgefahr bestehen.

Nachstehend sind die Anlagen zur Befriedigung der genannten Anforderungen kurz besprochen.

<sup>1</sup> Notiz im Gesundheitsing. 1926, S. 353.

a) Lüftung zur Beseitigung der Atmungs- und Ausdünstungsprodukte der Menschen sowie durch den Fabrikationsprozeß entstehender Gerüche.

Diese Anlagen erhalten normalerweise einen Zuluftventilator mit Gebläseheizkörper zur Vorwärmung der Luft auf Raumtemperatur. Abluftventilatoren sind meist nicht erforderlich, sondern nur Abluftöffnungen evtl. in Verbindung mit Abluftkanälen, die ziemlich eng gehalten werden können, weil die Erzielung eines gewissen Überdruckes in den Räumen zweckmäßig ist. Die Zu- und Abluftöffnungen sind so anzuordnen, daß die Räume, insbesondere die Aufenthaltszonen der Arbeiter, vom Luftstrom vollständig durchspült werden.

Je Person und Stunde sind mindestens  $20 \text{ m}^3$  Frischluft von etwas über Raumtemperatur einzuführen. Von  $-10^\circ \text{C}$  an ist (an Orten mit  $-20^\circ \text{C}$  niedrigster Außentemperatur) die Luftmenge derart einzuschränken, daß die erforderliche Erwärmung dennoch zustande kommt.

Bei Bauten mit Oberlichtern (z. B. Shedbauten) ist zu berücksichtigen, daß infolge der Sonneneinstrahlung in der Aufenthaltszone unangenehm hohe Temperaturen und dadurch auch Gerüche in vermehrtem Maße entstehen können. Es gilt diesbezüglich das unter Abschnitt XI für Säle mit Oberlichtern Gesagte. Zur Beseitigung dieses Übelstandes helfen Lüftung und selbst Berieselung der durchsichtigen Glasflächen mit kaltem Wasser nur teilweise, weil die Wärmestrahlen (auch die dunkeln) den Wasserschleier und die bewegte Luft in fast unverminderter Maße durchdringen. Will man ihre Wärmewirkung von der Arbeitszone fernhalten, so muß dafür gesorgt werden, daß sie nicht, resp. nur zu einem kleinen Teil in die betreffenden Räume einzudringen vermögen, was z. B. durch Anstreichen der Glasflächen mit blauer oder weißer Farbe (einer Mischung von Kali-Wasserglas, Wasser, Kreide und z. B. Ultramarinblau oder Öl- und Wasserfarbe) erreicht werden kann, wodurch zugleich eine angenehme, nicht blendende Raumbelichtung zustande kommt. Der Anstrich ist so zu wählen, daß die Räume nicht unnötigerweise verdunkelt werden. Bisweilen wird er auch im Frühjahr angebracht und im Herbst, bei Beginn der kälteren und dunkleren Jahreszeit, wieder entfernt, was keine große Mühe verursacht.

Sollen außerdem die Dächer kühl gehalten werden, so sind gut isolierende Bauweisen und Kaltwasserberieselung angezeigt, wobei aber darauf zu achten ist, daß das Wasser nicht nur in einzelnen schmalen Wasserfäden über die Flächen hinunterfließt, sondern dieselben, z. B. infolge Anwendung von Brausen, gleichmäßig bedeckt.

b) Lüftung zur Beseitigung von Gasen, Dämpfen, Staub, Spänen usw.

Zur Beseitigung von Dämpfen, Gasen, Staub und Spänen ist möglichst nahe den Entstehungsorten kräftig Luft abzusaugen, so daß die genannten Produkte vom Luftstrom mitgenommen werden. Dazu können entsprechend geformte Hauben und Mundstücke in Frage kommen, die an den Maschinen und anderen Betriebseinrichtungen oder

in deren Nähe anzubringen sind. In gewissen Fällen müssen die Absaugstutzen wegschwenk- oder teleskopartig verschiebbar sein, um die Arbeiter nicht zu behindern. Für die Ausführung von Staub- und Späneabsaug- sowie -transportanlagen und ähnlichen Einrichtungen werden zweckmäßig Spezialfirmen zugezogen, ganz besonders dann, wenn es sich um teilweise Wiedergewinnung der abgesaugten Produkte (z. B. von Benzin, Edelmetallen usw.) handelt.

Bei den industriellen Lüftungsanlagen wird gewöhnlich von unten nach oben, bisweilen aber auch nach unten oder sowohl nach oben als auch nach unten gelüftet. Sind z. B. in Gießereien und Gußputzereien Bodenkanäle für die Staubabsaugung und Sandaufbereitung vorhanden, so wird ein Teil der Luft durch diese abgesaugt. Während der Zeit des Gießens und Auspackens der Sandformen empfiehlt sich, der dabei auftretenden starken Rauch- und Dampfentwicklung wegen, aber außerdem obere Absaugung.

Sind grobe Beimischungen, wie Staub, Späne und andere Schwebeteilchen, in großen Mengen vorhanden, so dürfen sie nicht direkt ins Freie geblasen, sondern müssen auf möglichst vollkommene und hygienische Weise beseitigt werden. Hierzu können Staubkammern, Staubfänger, Trocken- und Naßfilter sowie mit Öl benetzte Metallfilter dienen<sup>1</sup>, ferner kommt Entstaubung der Luft durch Waschung, bei grobem Staub resp. Spänen auch durch Zyklone in Frage, und in neuerer Zeit findet das System des Niederschlagens von Staub und Tröpfchen aus Luft, Gasen und Dämpfen auf elektrischem Wege immer mehr Verbreitung (desgleichen zur Wiedergewinnung wertvoller Schwebestoffe). Bisweilen ist es möglich, den abgesaugten Staub direkt wegzuschwemmen, so daß die Arbeiter nicht mehr damit in Berührung kommen.

Näher auf diese verschiedenen Möglichkeiten und ihre Eignung für die einzelnen Fälle einzutreten, verbietet der verfügbare Raum, auch handelt es sich hierbei um ein so ausgesprochenes Sondergebiet, daß bei Erstellung derartiger Einrichtungen der Rat des erfahrenen Fachmannes doch nicht entbehrt werden kann.

Die abzusaugende Luftmenge richtet sich nach dem zu erzielenden Effekt. Sie ist, wenn es sich um direkte Absaugung aus Maschinen, Kochgefäßen usw. oder durch gut angepaßte Mundstücke bei Holzbearbeitungsmaschinen, Schleif- und Schmirgelscheiben, Textil- oder Zigarettenmaschinen handelt, relativ klein, während z. B. in Gußputzereien Abluftgitter in den Werktschen angebracht und in den Mischräumen von Zigarettenfabriken die Luftabsaugstellen über den Plätzen angeordnet werden, wo das Aufwerfen der Tabakblätter erfolgt, in welchen Fällen bedeutende Luftmengen (unter Umständen bis zum 25fachen des Rauminhaltes pro Stunde) zu fördern sind. Auch Giftgas- und ähnliche Räume müssen kräftig ventiliert werden. Dabei hat man, um den Unterdruck in den Räumen nicht zu groß werden zu lassen,

<sup>1</sup> Konstruktion und Wirkungsweise von Unterdruck-Saugfiltern und Überdruck-Umluftfiltern. Rauch u. Staub 1926, S. 87; ferner Berlowitz: Versuche an Metallfiltern zur Luftentstaubung. Bericht über den XI. Kongreß für Heizung und Lüftung 1924; Gesundheitsing. 1925, S. 397.

auch für Zuführung angewärmter und nötigenfalls befeuchteter Frischluft von außen zu sorgen, was meist ebenfalls unter Zuhilfenahme von Ventilatoren geschieht. Trifft man hierfür keine Maßnahmen, so sind, infolge des Unterdruckes, die Türen schwer bedienbar und treten durch alle Öffnungen in den Umfassungsmauern scharfe Luftströmungen auf, die Zug und andere Übelstände im Gefolge haben.

Selbstverständlich muß bei Staub- und Späneabsaug- und -transportanlagen sowohl in den Mundstücken als auch in den Leitungen eine entsprechend große Luftgeschwindigkeit herrschen, damit die festen Partikel mitgenommen werden. Nach Hartmann<sup>1</sup> ist z. B. bei der Absaugung von Holzstaub eine Luftgeschwindigkeit von 10 m, für Holzspäne je nach ihrem Feuchtigkeitszustand von 16—25, für Textilstaub von 10—15 m/sk erforderlich<sup>2</sup>. Dabei ist in besonderem Maße auf einwandfreie Luftströmung, d. h. Vermeidung aller unnötigen Widerstände zu achten.

In gewissen Fällen wird dahin gestrebt, die Luft, in welcher die Arbeiter sich aufhalten und diejenige, in welcher sich die Fabrikationsprozesse abspielen, durch feste Wände, Luftschleier oder Luftströme (Luftgardinen) vollständig oder teilweise voneinander zu trennen, um den Anforderungen einerseits in hygienischer, andererseits in fabrikationstechnischer Beziehung gerecht werden zu können. Beispielsweise werden Kühlluftschleier zwischen heißen Flächen (z. B. Ofenwänden) oder Dampf erzeugenden Einrichtungen und Arbeitern hervorgerufen, indem mit großer Geschwindigkeit kalte Preßluft durch feine Schlitzte austreten gelassen wird<sup>3</sup>, oder man hüllt die Arbeiter in eine Luftwolke von einwandfreier Beschaffenheit ein. Zwecks Vermeidung von Zugerscheinungen werden dazu Luftverteiler (Anemostaten), bestehend aus mehreren ineinandergesteckten, trichterförmigen Diffusoren, empfohlen<sup>4</sup>.

Statt durch gewöhnliche Lüftung können übelriechende Dämpfe unter Umständen auch durch Kondensation beseitigt werden<sup>5</sup>.

Einen Sonderfall bilden die Großgaragen, deren Luftinhalt sich durch die Lüftungsanlage, die gleichzeitig als Luftheizung dienen kann, 2—3mal in der Stunde erneuern lassen soll. Die Abluft ist dabei an den tiefsten Punkten abzusaugen und über Dach zu blasen, und die Zuluftöffnungen müssen derart angeordnet werden, daß die Luft auf

<sup>1</sup> Siehe den Vortrag „Reine Luft in Arbeitsräumen“. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927.

<sup>2</sup> Siehe auch Gesundheitsing. 1926, S. 147.

<sup>3</sup> Z. B. Gesundheitsing. 1927, S. 382.

<sup>4</sup> Küster, E.: Zugfreie Ventilation geschlossener Räume durch Anemostatenlüftung. Arb. Reichsges.-Amt, Bd. 57, S. 221. Berlin: Julius Springer 1926; Ref. im Gesundheitsing. 1926, S. 641. — Hirsch: Wie lassen sich bei der Belüftung von Fabrikräumen Ware und Arbeiter unterschiedlich berücksichtigen. Gesundheitsing. 1926, S. 739. — Hirsch: Laboratoriumslüftung unter Verwendung von Anemostaten. Gesundheitsing. 1927, S. 104. — Hartmann: Reine Luft in den Arbeitsräumen. Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung, Abb. 34, S. 28.

<sup>5</sup> J. Sinzig: Beseitigung übelriechender Abdämpfe einer Kerzen- und Seifenfabrik. Gesundheitsing. 1924, S. 493.

ihrem Wege die Räume gut durchspült, insbesondere die untern Raumpartien, damit evtl. auftretende Benzin- und Benzoldämpfe (die spezifisch schwerer sind als Luft) und die Auspuffgase der fahrenden Wagen, die namentlich ihres hohen Kohlenoxydgehaltes wegen gefährlich sind, vollständig sowie auf kürzestem Wege entfernt werden. Vorzüglich sind auch die Arbeitsgruben zu lüften, weil hier die Ansammlung von Benzindämpfen besonders leicht möglich ist. Die Trennungswände der Boxen sind unten und oben mit weitmaschigen Drahtgeflechten zu versehen, die reichliche Luftzirkulation gestatten, sofern es nicht angeht, jeder einzelnen Boxe Frischluft zuzuführen.

Können die Abgase nicht über Dach in die freie Atmosphäre hinauf, sondern müssen sie in die Straßenzüge ausgeblasen werden, so kann eine Reinigung derselben vor dem Austreten, z. B. in Luftwaschapparaten, erforderlich werden.

Bei diesen Anlagen sind daher sowohl Zu- als auch Abluftventilatoren vorzusehen. Aus betriebstechnischen und Sicherheitsgründen werden bisweilen sogar mindestens je zwei Aggregate aufgestellt. Ferner ist Tourenregulierung zur Veränderung der Leistung vorzusehen. Bei so ausgerüsteten Anlagen können z. B. folgende Betriebsvorschriften erlassen werden:

#### Sommerbetrieb.

a) Während den Hauptbetriebsstunden sind bei starker Frequenz der Garage beide Zu- und beide Abluftventilatoren voll laufen zu lassen und ist ausschließlich mit Frischluft zu arbeiten.

b) Ist die Benutzung der Garage schwach, so kann je ein Zu- und ein Abluftventilator abgestellt, oder es können die vier Aggregate mit langsameren Geschwindigkeiten laufen gelassen werden.

c) Stehen die Tore und evtl. Fenster offen, so genügt bei nicht allzu starkem Verkehr das Laufenlassen der Abluftventilatoren allein.

d) Nachts, wenn der Betrieb nahezu gleich Null ist und sich nur ein oder einige Nachtwächter in der Garage befinden, sind alle Ventilatoren abzustellen.

e) Auf alle Fälle ist aber durch genügendes Laufenlassen der Ventilatoren während den Betriebsstunden dafür zu sorgen, daß die Luft in der Garage gut ist, zum allermindesten nicht als irgendwie gesundheitsschädlich bezeichnet werden kann.

#### Winterbetrieb.

a) Im Winter wird die Garage mit der Lüftungsanlage gleichzeitig geheizt und sind daher die Zuluftventilatoren tagsüber und bei kalten Außentemperaturen auch nachts oder wenigstens von den frühen Morgenstunden an im Betrieb zu halten. Der Frisch- und Umluftbetrieb ist so einzustellen, daß der Garage auch in dieser Jahreszeit genügend Frischluft zugeführt wird. Bei zunehmender Kälte ist die Frischluftmenge durch entsprechende Schieberstellung zu vermindern, die Umluftmenge zu vergrößern. Das Maß, in welchem vom Frisch- zum Umluftbetrieb übergegangen werden kann, muß in Hinsicht einerseits auf die Luftverhältnisse, andererseits auf nicht zu hohe Betriebskosten ermittelt werden.

b) Die Abluftventilation kann im Winter eingeschränkt betrieben, nachts bei ruhendem Verkehr abgestellt werden.

Die Ventilatoren und Gebläseheizkörper dürfen in den Garagen selber aufgestellt werden, während die Kesselanlage, in Rücksicht auf die Möglichkeit des Auftretens von Benzindämpfen und die damit verbundene Explosionsgefahr, außerhalb unterzubringen ist. Bei richtiger Anordnung der Luftkanäle ist es möglich, Frisch-, Um- und Abluftmenge durch Handhabung eines einzigen Schiebers (resp. einer Klappe) zu

regeln, wodurch an die Bedienung geringe Anforderungen gestellt werden und Sicherheit für das einwandfreie Arbeiten der Anlagen besteht. Die Frischluftmenge zugunsten der Umluft einschränken zu können, ist zum Hochheizen der Räume und zwecks Ersparnis von Brennmaterial bei sehr tiefen Außentemperaturen erforderlich. Ganz abschließbar sollte der Frischluftkanal jedoch nicht sein.

Auf diese Weise gelingt es, die Garagen nach außen hin, bis auf die Tore, vollständig dicht zu erstellen, so daß es möglich ist, allen berechtigten Ansprüchen der umliegenden Anwohner hinsichtlich Schutz gegen Belästigungen durch Schall und Gerüche sowie auch allen internen Anforderungen bez. Hygiene, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit gerecht zu werden.

Bisweilen stellt man in Großgaragen wie in Werkstätten, Gießereien, Flugzeug-, Montage- und andern Hallen an Stelle von zentralen Anlagen mit Dampf beheizte Einzellufterhitzer auf, denen nach Wunsch Frisch- oder Umluft zugeführt werden kann<sup>1</sup>.

Die Anordnung, daß in Großgaragen etwaige am Boden lagernde Benzindämpfe mittels eines Ventilators durch die Falleitungen der Kanalisation abgesaugt werden, ist schon ausgeführt worden, sollte von den Behörden aber untersagt werden, weil sonst mit einer Vermehrung der ohnedem schon vorkommenden Explosionsunglücke bei Kanalrevisionen zu rechnen ist.

### c) Lüftung zur Regelung der Temperatur.

Die Verwendung der Lüftungsanlagen zum Heizen der Räume wurde bereits besprochen.

Von besonderem Wert kann in Fabriken aber auch ihre Eignung zur Kühlung der Arbeitsräume, gewisser Lager, von Kühlhäusern usw. sein, wenn durch die Arbeitsprozesse große Wärmemengen frei werden oder im Sommer die Sonne eine zu hohe Erwärmung herbeizuführen droht.

Nach K. Hartmann<sup>2</sup> können ohne Abhilfemaßnahmen z. B. vorkommen: in Hüttenwerken an manchen Betriebsstellen bis 65° C, neben Ziegel- und Porzellanbrennöfen beim Entleeren 50—80° C, in Bäckereien 30—40° C, neben Glasöfen 60° C und mehr, in Caissons bis 60° C, in Schiffsheizräumen 45—60° C. Das sind nach heutigen Begriffen unhaltbare Zustände.

Dem Eindringen der Wärme von außen, z. B. infolge Sonnenstrahlung, kann, wie das im vorstehenden Unterabschnitt a bemerkt wurde, durch isolierende Bauweisen, Anstreichen der Oberlichtglasscheiben mit Farbe und Anbringen von Streudüsen, welche die Dächer mit kaltem Wasser besprengen, bis zu einem gewissen Grade begegnet werden. Außerdem ist es in vielen Fällen angezeigt, eine gewisse kühlende Wir-

<sup>1</sup> Z. B.: Die Heizungsanlage im Werkstattgebäude mit Großflugzeughalle in Dübendorf bei Zürich. Zeitschrift „Das Werk“ 1925, Mai-Nummer, Technische Mitteilungen.

<sup>2</sup> Siehe den Vortrag „Reine Luft in Arbeitsräumen“ im Bericht über den XII. Kongreß für Heizung und Lüftung 1927.

kung durch Luftbewegung, z. B. starken Betrieb vorhandener Lüftungsanlagen (ohne besondere Kühlung der Luft) oder Fächer-, Tisch- und Deckenventilatoren, herbeizuführen. Bisweilen muß aber auch mit Kaltwasser, Eis oder Kältemaschinen gekühlte Luft eingeblasen werden.

Handelt es sich um bestimmte Wärmeentwicklungsherde, so wird mit Vorteil direkt bei diesen die heiße Luft abgesaugt und dafür kühle, evtl. unter Verwendung der obenerwähnten Anemostaten, zugeführt. Diesem Verfahren liegt in bezug auf Wirtschaftlichkeit derselbe Gedanke zugrunde, wie wenn beim Wegschaffen von Staub und Dämpfen die Luft an den Entstehungsorten abgesaugt oder beim Heizen die Wärme möglichst direkt den Aufenthaltsorten der Rauminsassen zugeführt wird (Fußschemelheizung in Kirchen usw.).

Das bei anderen Gebäudearten wiederholt empfohlene schwache Laufenlassen der Ventilatoren während der Nacht zur Auskühlung der Gebäudemauern hilft bei Fabrikbauten wenig, wenn, wie das meist der Fall ist, keine beträchtlichen Mauermassen, die als Wärmeakkumulatoren dienen könnten, vorhanden sind und die Wärmeerzeugung tagsüber erheblich ist.

#### d) Lüftung zur Befeuchtung der Raumluft.

Lüftungsanlagen mit Ventilatoren lassen sich auch zur Erreichung bestimmter Luftfeuchtigkeitsgrade in Arbeitssälen, Lagerräumen usw. verwenden, indem man den Feuchtigkeitsgehalt der Zuluft mittels Streudüsen oder beheizten Dunstschalen erhöht.

Im Sommer wird meist ausschließlich mit Frischluft gearbeitet, während im Winter, aus Wirtschaftlichkeitsgründen, in der Regel die Beimischung von Umluft erforderlich ist.

Es sind recht beträchtliche Luftmengen und daher auch große Ventilatoren und Luftkanäle nötig. Soll z. B. in gemäßigten Klimaten die Luft in als Sägedachbauten erstellten Spinnereien und Webereien im Winter bei 22° C Raumtemperatur auf einem relativen Feuchtigkeitsgrad von 70% gehalten werden, so ist erfahrungsgemäß mindestens ein vierfacher stündlicher Luftwechsel bei einer Sättigung der Zuluft von 80—90% erforderlich.

Außer durch die Zahl der Düsen bzw. die Größe der Wasserbecken kann die Verdunstung in hohem Maße durch die Wassertemperatur beeinflußt werden<sup>1</sup>.

Ist künstliche Lüftung der Räume nicht oder nur in geringem Grade erforderlich, so ist eine Befeuchtung der Raumluft jedoch auf billigere Weise mittels Druckluftbefeuchtungsanlagen möglich, wobei das Wasser mittels Preßluft von 0,3—0,4 atü direkt in die Räume hinein zerstäubt wird. Je Düse können auf diese Weise ohne Tropfenbildung etwa 3—5 l/st Wasser an die Raumluft abgegeben werden<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Über Luftbefeuchtung s. verschiedene Aufsätze im Gesundheitsing. vom 27. März 1926.

<sup>2</sup> Körting: Luftbefeuchtung. Z. V. D. I. 1922, S. 1000. Ferner Hottinger: Heizung und Lüftung. Aufl. 1926, S. 262. München u. Berlin: R. Oldenbourg.

Umgekehrt wird in Textil-, Papier- und chemischen Fabriken, Schlachthöfen usw. oft zu viel Feuchtigkeit frei, die eine Durchfeuchtung der Mauern und Decken, Rosten der Eisenteile, unerwünschte Tropfenbildung und Unsichtigkeit der Luft zur Folge hat. In solchen Fällen benutzt man die Lüftung in gleicher Weise wie bei Koch- und Waschküchen (s. Abschnitte III C und D) auch zur

e) Entnebelung der Räume,

indem im Sommer mittels Ventilatoren kräftig ventiliert, im Winter bei den Dampfentstehungsorten Frischluft von 30—50° C eingeblasen wird, welche infolge ihrer großen Trockenheit die Dämpfe aufsaugt. Außerdem wird gewöhnlich aus den oberen Partien solcher Räume Luft abgesaugt, oder es sind wenigstens Öffnungen vorhanden, durch welche die Abluft entweichen kann. Dabei ist eine Lufterneuerung bis zum 10fachen des Rauminhaltes erforderlich. Im Sommer genügt, wie erwähnt, kräftige Lüftung bis zum 25fachen ohne Vorwärmung der Frischluft.

Ist die Luft der zu entnebelnden Räume mit Säuredämpfen durchsetzt, so sind die Luftleitungen nicht aus verzinktem Eisenblech, sondern aus Holz oder verbleitem Blech herzustellen. In letzterem Falle ist es angezeigt, sie mit einem säurefesten Lack zu bestreichen<sup>1</sup>.

Ob in den Räumen mittels der Ventilation Über- oder Unterdruck erzeugt werden soll, hängt davon ab, ob Zugerscheinungen durch Fenster und Türen auszuschließen sind oder ob es wünschenswert ist, das Austreten von Luft nach den Nebenräumen zu verhindern (s. auch die Abschnitte III C und D sowie XIX).

Literatur:

Michel, A.: Eine neuzeitliche Färberei-Entnebelungsanlage. Der Apparatebau 1924, S. 201; kurze Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 46.

Brandt, O.: Entnebelung gewerblicher Arbeitsräume. Der Werksleiter 1927, S. 567; kurze Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 297.

Adam, G.: Die Entnebelung von gewerblichen Betriebsräumen. Braunschweig: Vieweg & Sohn.

Balcke, H.: Neuzeitliche Entnebelung von Werksräumen. Gesundheitsing. 1928, S. 500.

Statt Entnebelungsanlagen zu erstellen werden die entstehenden Dämpfe bisweilen auch über den Entstehungsherden durch Ventilationshauben abgefangen oder direkt aus den mit Deckeln versehenen Bottichen, Kochgefäßen usw. abgesaugt<sup>2</sup>.

Außer Entnebelungs- sind bisweilen auch Anlagen zu erstellen, die nur dazu dienen sollen, den Feuchtigkeitsgehalt der Raumluft nicht zu hoch ansteigen zu lassen. Das kann z. B. in Magazinen der Fall sein, in denen Waren gelagert werden, die bei hoher Feuchtigkeit leiden. Im Winter kann der gewünschte Luftzustand durch die Heizung leicht herbeigeführt werden, für den Sommer dagegen sind besondere Vorkehrungen zu treffen, z. B. indem man die Raumluft umwälzt und dabei

<sup>1</sup> Chemiker-Ztg. 1925, S. 1054.

<sup>2</sup> Siehe das hierüber unter Abschnitt XIX Gesagte, ferner den Aufsatz von M. Prokowsky: Lüftung der Färbottiche in Färbereien. Hygiene der Arbeit, Moskau 1926, S. 85.

unterkühlt, so daß sie Wasser ausscheidet, worauf sie bei der Wiedererwärmung den gewünschten Trockenheitsgrad annimmt, oder indem man sie über Silika-Gel (Kieselsäure-Gel, hergestellt aus Natronwasserglas und Salz- oder Schwefelsäure) leitet, das sehr hygroskopisch ist und daher die Feuchtigkeit aus der Luft begierig aufnimmt. Die Regeneration des Gels erfolgt, indem man es während ca. 1½ Stunden auf 200 bis 300° C erhitzt, worauf es ohne weiteres wieder verwendbar ist.

Silika-Gel wird bereits in großem Maßstab zum Trocknen von Gebläseluft verwendet<sup>1</sup>.

Lüftungs- und Kühlanlagen besonderer Art sind diejenigen zur Bewetterung von Schächten und Stollen im Bergwerks- und Tunnelbau, zur Lüftung von Bahn-, städtischen Untergrundbahn- und Straßentunnels sowie von Caissons, Schiffsräumen (Heizräumen) usw., die jedoch aus dem Rahmen dieses Buches, das sich speziell auf Gebäude bezieht, herausfallen.

Einige bez. Literaturangaben sind:

**Betreffend Stollen- und Tunnelbau:**

Wiesmann: Künstliche Lüftung im Stollen- und Tunnelbau. Bautechn. 1924, H. 34 u. 35; Notizen im Gesundheitsing. 1924, S. 592; 1925, S. 21.

Kühlanlagen für Grubenbewetterung. Kälte-Ind. 1925, Nr. 5, S. 21; Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 427.

Versuche mit künstlicher Grubenkühlung auf der Zeche Radbod. Glückauf 1925, Nr. 22, S. 661; Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 427.

Das eisgekühlte Bergwerk. Der Bund, Bern (Schweiz) vom 5. August 1926; Notiz im Gesundheitsing. 1926, S. 656.

**Betreffend Bahntunnels:**

Eine neue Lüftungsanlage für den Severn-Tunnel in London. Schweizerische Bauzeitung 1924, S. 298; Notiz im Gesundheitsing. 1924, S. 341.

Gaber: Die Entlüftung des Königsstuhltunnels in Heidelberg. Bautechn. 1925, H. 12; Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 392.

Lüftung der beiden Röhrentunnel der Londoner Zentral-Untergrundbahn mit ozonisierter Luft. Engg. News Record 1925, S. 321; kurze Notiz im Gesundheitsing. vom 28. November 1925, S. 612.

Die Entlüftung des Kaiser-Wilhelm-Tunnels bei Kochem. Rauch und Staub, Juni 1927, S. 48.

**Betreffend Straßentunnels:**

Ein Beitrag zur Belüftung von Straßentunnels. Bautechn. 1924, H. 51; Notiz im Gesundheitsing. vom 28. November 1925, S. 155.

Lüftung des 1,8 km langen Liberty-Straßentunnels in Pittsburg. Engg. News Record 1925, S. 764; Génie Civil 1925, S. 537; Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 499; ferner Bautechn. 1925, H. 34.

Collins, M. C.: Lüftungsanlage für einen Straßentunnel in Kalifornien. Engg. News Record 1927, S. 392; kurze Beschreibung im Gesundheitsing. 1927, S. 725.

Die Lüftung des Holland-Straßentunnels. Engg. News Record 1927, S. 934; kurze Beschreibung im Gesundheitsing. 1927, S. 739.

Lüftungsmaschinen als Schalldämpfer. Popular Mechanics, April 1928, New York; kurze Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 415.

<sup>1</sup> Ausführungen der Maschinenfabrik A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel; Notiz im Gesundheitsing. 1928, S. 399. — Eingehende wissenschaftliche Arbeiten über Silika-Gel werden z. Zt. durchgeführt im Technisch-chemischen Laboratorium der Eidgen. Techn. Hochschule, Zürich, unter Leitung von Prof. Dr. E. Bossard. Siehe u. a. die Promotionsarbeit Nr. 542 von M. Gattiker: Beiträge zur Kenntnis des Silika-Gels, 1928.

### D. Allgemeines.

Damit die Auslagen für Heizung und Lüftung in Fabriken und andern industriellen Unternehmungen nicht höher als erforderlich werden, sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

Den Bauten muß bei ihrer Erstellung und auch später Aufmerksamkeit geschenkt werden, indem danach getrachtet wird, durch entsprechende Bauweisen und möglichste Vermeidung von Undichtigkeiten in den Umfassungswänden: Ersetzen zerschlagener Fenster, Verstopfen der Fugen undicht schließender Oberlichter, Erstellung von Windfängen usw., den Wärmebedarf so gering als möglich zu halten.

Die Heizungs- und Lüftungsanlagen müssen selbstverständlich technisch einwandfrei, jedoch nicht teurer und komplizierter als nötig erstellt werden. Spitzfindigkeiten, um den Wirkungsgrad etwas zu erhöhen, die dann im Betrieb nicht gehandhabt werden, sind wegzulassen. Sie schaden mehr, als daß sie nützen, ganz abgesehen von der dadurch bedingten Erhöhung der Anlagekosten. Andererseits ist aber das Bestmögliche zu leisten, um die sich jährlich wiederholenden Betriebsauslagen auf ein Minimum zu beschränken. Es soll also bei der Erstellung der Anlagen nicht am unrichtigen Ort gespart werden. Dazu gehört u. a., daß geprüft wird, ob mit Vorteil Abwärme oder ein besonders billiger Brennstoff verwendbar ist. Hierüber haben sich die Betriebsleiter bzw. die mit der Wärmewirtschaft betrauten Ingenieure oder die zugezogenen Heizungsfirmen nicht erst nachträglich, wenn die Anlagen fertig sind, sondern vom Anfang der Projektierung an (auch bei der Abänderung bestehender Anlagen) Rechenschaft zu geben. Es ist allerdings zu berücksichtigen, daß die Einrichtungen zur Abwärmeverwertung meist teuer sind und daher nur sorgfältig durchgeführte, alle Faktoren berücksichtigende Wirtschaftlichkeitsberechnungen imstande sind, über das zweckmäßigste Vorgehen Aufschluß zu geben.

Die Kesselanlagen sollen so erstellt und betrieben werden, daß der bestmögliche Wirkungsgrad erreicht wird. Um dies kontrollieren und auch das einwandfreie Arbeiten der übrigen Anlage überwachen zu können, sind Kontroll- und Meßinstrumente in ausreichender Menge und von guter Beschaffenheit vorzusehen. Hieran zu sparen ist ein Fehler. In jedem Falle ist zu prüfen, ob besser lokal ablesbare Thermometer, Hygrometer, Manometer, solche für Fernablesung oder selbsttätig aufzeichnende Instrumente angewendet werden.

In vielen Fällen ist Unterteilung der Heizung in für sich abstellbare, z. B. nach Himmelsrichtungen angeordnete Gruppen von Vorteil. Daß ferner guter Isolation aller Leitungen und Apparate, die keine Wärme abgeben sollen, der Ausnutzung des Schwadendampfes aus den Kondenstöpfen und dem Speisewassersammelreservoir, der Rückleitung des heißen Kondenswassers aus der ganzen Anlage und ähnlichen Vorkehrungen volle Aufmerksamkeit zu schenken ist, wurde ebenfalls früher schon erwähnt.

Außerdem sind auch hohe Raumwirkungsgrade anzustreben, indem die zugeführte Wärme in den zu heizenden Räumen möglichst auf die Aufenthaltszone der Menschen konzentriert wird.

Ähnliche Überlegungen sind auch in Hinsicht auf die Wirtschaftlichkeit der Lüftungsanlagen anzustellen.

Vor Beginn jeder Heizperiode müssen sodann alle Teile der Anlagen gründlich nachgesehen und Schäden behoben, die Feuerstellen sorgfältig gerußt und nötigenfalls instand gestellt werden usw. Und während des Winters sollen Heizkörper oder Heizgruppen, die zeitweise außer Betrieb sein können, rechtzeitig abgestellt (resp. bei Einfriergefahr gedrosselt) werden. Die Lüftung ist bei tiefen Außentemperaturen durch Schließen der Jalousieklappen resp. langsames Laufenlassen oder Abstellen der Ventilatoren einzuschränken. Weiter ist darauf zu achten, daß die Raumtemperaturen nicht unnötig hoch gehalten werden. In den Übergangszeiten ist unterbrochener Betrieb der Heizung am Platz, während es bei größerer Kälte angezeigt sein kann, über Nacht schwach durchzuheizen, weil bei allzu starker Auskühlung der Gebäude die Kessel am Morgen forciert werden müssen, was weder ihrem Wirkungsgrad noch ihrer Lebensdauer zuträglich ist. Über alle diese Punkte sind dem Heizer genaue Betriebsvorschriften in die Hände zu geben.

Die Erstellung rationeller Fabrikheizungen und -lüftungen bildet innerhalb der Heiztechnik ein Gebiet für sich. Wie aus den vorstehenden Erörterungen hervorgeht, muß jeder Einzelfall für sich behandelt werden, wobei evtl. in Aussicht stehenden späteren Betriebserweiterungen bzw. -umstellungen von Anfang an die nötige Aufmerksamkeit zu schenken ist, so daß die Anschlüsse bzw. Abänderungen zu gegebener Zeit leicht vorgenommen werden können.

Sind die Anlagen sachgemäß ausgeführt, so müssen sie dann aber in der vorstehend angedeuteten Weise auch richtig bedient und im Stand gehalten werden, wozu es Leute mit praktischem Sinn braucht, die über die erforderlichen feuerungs-, heiz- und lüftungstechnischen Kenntnisse verfügen. Irgendeinen Mann von der Straße zu holen und ihm die Anlagen, womöglich kontrollos, zu überlassen, ist keine befriedigende Lösung. In größeren Unternehmungen sollten die Betriebsleiter, in kleineren die Besitzer selber, sich mit der Überwachung abgeben. Die Beeinflussung der Produktion einerseits und des Brennmaterialverbrauches andererseits rechtfertigen den hierfür erforderlichen Zeitaufwand ohne weiteres. Wesentliche Vorteile kann unter Umständen eine einfache Statistik über die Außen- und Raumtemperaturen, evtl. auch die Feuchtigkeitsgehalte, den täglichen Brennmaterialaufwand und bei großen Kesselanlagen die fortlaufende Aufnahme von Rauchgasanalysen bringen.

## XVII. Bahnhofsanlagen.

### A. Heizung.

In kleinen ländlichen Bahnhofsgebäuden mit Wartesaal, Bureau des Vorstandes usw. im Parterre und evtl. einer Wohnung im 1. Stock ist Ofen- oder Warmwasserheizung gebräuchlich. Auch für mittelgroße Bahnhöfe eignet sich Warmwasserheizung für die Bureaus, Wartesäle, Restaurationsräume, Wohnungen, Verkaufsläden, Kioske usw. am

besten; bei in horizontaler Richtung ausgedehnten Anlagen evtl. in Form von Pumpenheizung.

Umfaßt die Bahnhofsanlage außer dem Stationsgebäude auch einen Güterbahnhof, Dienstgebäude, Reparaturwerkstätten, Lokomotivremisen usw., so kann Fernheizung angezeigt sein, und zwar wendet man für die Wärmeverteilung meist Hoch- oder Mitteldruckdampf, in Sonderfällen warmes oder überhitztes Wasser an. Bei Hoch- oder Mitteldruckheizung besteht trotzdem die Möglichkeit, in den einzelnen Gebäuden Niederdruckdampfheizung, Dampf-Warmwasser- oder Dampf-Luftheizung vorzusehen. Unter Umständen kann es zweckmäßig sein, den Hochdruckdampf zuerst zur Erzeugung von elektrischem Strom zu benutzen und Ab- oder Zwischendampf fernzuleiten, bzw. zum Betriebe einer Fern-Warmwasserheizung auszunutzen (wie bei industriellen Anlagen, Abschnitt XVI).

Bisweilen kann auch von außen bezogene Abwärme zu Heizzwecken nutzbar gemacht werden. Eine interessante derartige Anlage besitzt z. B. der Bahnhof Zürich, wo die Abwärme zur Beheizung mehrerer Gebäude von der städtischen Müllverbrennungsanstalt geliefert wird. Zum Ferntransport dient Wasser von im Maximum über  $100^{\circ}\text{C}^1$ .

Bei elektrischem Bahnbetrieb kommt es ausnahmsweise vor, daß zur Beheizung der Bahnbauten Bahnstrom verwendet wird. Das ist beispielsweise der Fall in der Reparaturwerkstätte der Schweizerischen Bundesbahnen in Bellinzona, wo die Halle mit 100 m Länge, 24 m Breite und 17 m Höhe sowie die Anbauten mit Toiletträumen, Werkzeug- und Meisterzimmer durch eine mit Wärmespeichern von zusammen  $20\text{ m}^3$  Inhalt ausgerüstete Elektro-Warmwasserheizung beheizt werden (s. auch Abschnitt XVI e, Elektrische Heizung). Hierfür war der Wunsch der Bundesbahnen maßgebend: einen Ausgleich mit der Belastung des Bahnkraftwerkes durch Abgabe von Heizstrom zu Zeiten schwacher Streckenbelastung herbeizuführen. Die Speicher sind in der Lage, die Werkstätte bei  $-5^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur während ca. drei, bei  $+5^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur während sechs Stunden ohne Stromzufuhr zu beheizen. Bei voller Stromaufnahme (1200 kW) lassen sich die Speicher in  $1\frac{1}{4}$  Stunden auf  $110^{\circ}\text{C}$  hochheizen, wenn dabei keine Wärme an die Heizung abgegeben wird, bzw. in  $2\frac{1}{2}$  Stunden, wenn gleichzeitig der volle Wärmebedarf der Werkstätte bei  $-5^{\circ}\text{C}$  gedeckt werden muß. Die Elektrodenspannung beträgt 1000 V. In den Jahren 1920/21, als die Anlage erstellt wurde, wagte man noch nicht, Bahnstrom von 15000 V in den Boilern zur Anwendung zu bringen, was heute ohne weiteres möglich wäre.

Die Bahnverwaltungen tun gut daran, Stellen zur Überwachung der Brennstoff-, Wärme- und Energiewirtschaft zu unterhalten. Daß dies nicht nur in Hinsicht auf den eigentlichen Bahnbetrieb, sondern auch bezüglich Heizung von Wichtigkeit ist, geht z. B. aus einer Mitteilung im Archiv für Wärmewirtschaft vom September 1927, S. 278 hervor, wo es u. a. heißt:

<sup>1</sup> Siehe die Schrift: „Die Müllbeseitigung in Zürich“ der Bamag-Meguina-Aktiengesellschaft, Berlin 1928; Ref. im Gesundheitsing. 1928, S. 605.

„Die Erfolge der planmäßigen Brennstoff- und Energiewirtschaft bei der Reichsbahn sind um so höher zu bewerten, als sie sich allein im Wärmewirtschaftsbezirk Berlin auf 55 Heiz- und Kraftwerke, 68 Schmiedeanlagen, 115 Kesselanlagen, 4 Generatoranlagen, 486 Heizanlagen, 15070 Ofenanlagen für Raumheizung, 26 Auswaschanlagen und 15 Vorheizanlagen erstrecken. In einem Eisenbahnausbesserungswerk ist hier von 1920—1923 der Kohlenverbrauch um 49,4 %, der Dampfverbrauch um 38 % zurückgegangen.“

## B. Lüftung.

In Bahnhöfen kann es auch angezeigt sein, gewisse Räume, die auf natürlichem Wege ungenügend gelüftet werden, mit Pulsionslüftung zu versehen. Das ist z. B. im Neubau des Bahnhofes Friedrichstraße, Berlin, der Fall, wo die Wartesäle getrennte Zu- und Abluftanlagen besitzen und aus den Aborten, zur Erzeugung von Unterdruck, Luft abgesaugt wird. Des weiteren bläst man in die Fahrkartenschalterräume zwecks Lüftung und Aufhebung der starken Zugerscheinungen an den Ausgabefenstern vorgewärmte und durch Waschung gereinigte Frischluft ein<sup>1</sup>.

## XVIII. Gaswerke.

### 1. Raumtemperaturen in °C.

Bureaus . . . . .	18°
Laboratorien . . . . .	18°
Apparatesaal . . . . .	15°
Werkstätten . . . . .	12°
Reinigeranlage . . . . .	8°
Autogarage . . . . .	nicht unter 5°
Baderäume . . . . .	20—22°

### 2. Heizsystem.

Die Gaswerke gehören unter die Fabriken, und daher kann bez. Ferntransport der Wärme, Heizung und Lüftung in den einzelnen Gebäuden sowie auch Warmwasserversorgung für Wasch-, Bade- und Reinigungszwecke auf das unter Abschnitt XVI allgemein Gesagte verwiesen werden.

Als Sonderheit kommt hier jedoch noch die Beheizung der Teleskopgasometer hinzu, die durch Erwärmung des Wassers in den Teleskop-tassen und im Bassin gegen das Einfrieren zu schützen sind. Die Inbetriebnahme des Gasbehälterheizstranges ist erforderlich, sobald die Außentemperatur gegen 0° C sinkt. Hierbei werden gewöhnlich Dampfstrahl- oder, bei Zuführung von Heizwasser, Düsenapparate in die Tassen eingebaut, so daß das Wasser in denselben in Zirkulation gerät. Da die Höhenlage der Tassen vom augenblicklichen Gasinhalt des

<sup>1</sup> Brodführer, Th.: Anlagen zur Heizung, Lüftung sowie Be- und Entwässerung am Bahnhof Friedrichstraße. Bauwelt 1925, H. 12, S. 142; kurze Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 366.

Behälters abhängig ist, sind die genannten Apparate mittels Metallschläuchen oder Gelenkrohren an die Zuleitung anzuschließen.

Das verdunstende Wasser ist zu ersetzen, was bei Beheizung mittels Dampfstrahlapparaten automatisch erfolgt, indem das aus dem zugeführten Heizdampf sich bildende Kondensat sogar Wasserüberschuß liefert, der abgeleitet werden muß.

Bei der Beheizung mit Dampfstrahlapparaten kann aber leicht Wärmevergeudung entstehen, wenn das Wasser höher als nötig erwärmt wird, weshalb hie und da die Beheizung durch Warmwasserzirkulation vorgezogen wird. Dabei ist das zugeleitete Heizwasser in die Tassen austreten, von da ins Bassin abfließen zu lassen und im Kreislauf wieder zu verwenden. Auch bei dieser Heizart läßt sich das verdunstende Wasser zum großen Teil durch kalkfreies Kondenswasser ersetzen, wenn zur Herbeiführung der Zirkulation eine Dampfstrahlpumpe verwendet wird. Daneben muß zur Sicherheit jedoch noch ein zweites Aggregat, z. B. eine elektrisch angetriebene Zentrifugalpumpe, aufgestellt werden.

Bei Wasserzirkulation hat die Anwärmung des Wassers, sofern sie durch eine Dampfstrahlpumpe nicht schon in genügendem Maße erfolgt, in einem Gegenstromapparat zu geschehen, der so beschaffen sein muß, daß die Reinigung seines Innern, namentlich der Heizschlange, leicht vorgenommen werden kann.

### 3. Wärmebedarf und Wärmebeschaffung.

Der Wärmebedarf für Heizung ist in den Gaswerken bei über  $0^{\circ}\text{C}$  liegenden Außentemperaturen verhältnismäßig gering; er wächst aber plötzlich stark an, sobald die Gasbehälterheizung in Betrieb genommen werden muß. Setzt man den Heizwärmebedarf bei  $+10^{\circ}\text{C}$  Außentemperatur beispielsweise gleich 1, so kann er z. B. bei  $+5^{\circ}\text{C}$  aufs 1,6fache, bei  $0^{\circ}\text{C}$  aufs 3,5fache, bei  $-10^{\circ}\text{C}$  aufs 8fache und bei  $-20^{\circ}\text{C}$  sogar aufs 13fache und höher ansteigen, während er bei gewöhnlichen Raumheizungen angenähert proportional mit dem Temperaturunterschied zwischen innen und außen ist.

Zum Heiz- kommt noch der beträchtliche Wärmebedarf für technische Zwecke in Form von Dampf und Heißwasser hinzu. Die Gaswerke verfügen jedoch über sehr viel Abwärme, so daß bei vollständiger Ausnutzung meist der gesamte Wärme-, bei Erzeugung von Hochdruckdampf auch der Kraftbedarf gedeckt und sogar noch Dampf, Warmwasser oder elektrischer Strom verkauft werden kann. Es fragt sich in solchen Fällen nur, ob entsprechende Abnehmer zu finden sind. Die Verhältnisse liegen insofern nicht einfach, als der Wärmebedarf der Gaswerke stark schwankt und die Käufer gewöhnlich zu den gleichen Zeiten Abnehmer wären, wenn der größte Eigenbedarf vorliegt. Energiespeicher in verschiedenen Formen können dabei unter Umständen gute Dienste leisten.

Bez. Abwärmeausnutzung handelt es sich um die Verwertung der Rauchgase, welche die Retortenöfen gewöhnlich mit gegen  $1000^{\circ}\text{C}$  verlassen, ferner um die im glühenden Koks enthaltene, durch trockene

Kokskühlung gewinnbare Wärmemenge<sup>1</sup> sowie evtl. um Ab- und Zwischendampfverwertung von den Dampfkraftmaschinen. Die Kokskühlanlagen bieten, außer dem Wärmegewinn, wesentliche Vorteile betreffend Koksqualität und Betriebshygiene. Andererseits sind sie sehr teuer.

Die Gaswerke verfügen übrigens auch stets über viel Kohlen- und Koksabfälle, deren Verwendung in Dampfkesseln mit entsprechenden Feuerungen ebenfalls billigen Dampf ergibt.

In jedem Fall müssen daher genaue Wirtschaftsberechnungen durchgeführt werden.

## XIX. Schlachthöfe.

### 1. Zentrale.

In neuzeitlichen Schlachthöfen ist außer für die Heiz-, Warmwasserversorgungs-, Entnebelungs- und Lüftungsanlagen Dampf erforderlich zur Speisung der Dampfstrahlapparate in den Brüh- und Siedebottichen, zu Kochzwecken in Futter- und Kuttelküchen, zur Versorgung von Dampfmischventilen an den Kaltwasserzapfstellen der Stallungen (zum Temperieren des Trinkwassers für die Tiere), zum Betriebe der Viehwagendesinfektionsanlage usw. Steht zum elektrischen Antrieb der Kühlmaschinen von auswärts nicht genügend billiger Strom zur Verfügung, so sind auch Dampfmaschinen resp. -turbinen mit dem nötigen Betriebsdampf zu versehen. Der Abdampf kann zu Heiz-, Warmwasserbereitungs- und andern Zwecken Verwendung finden. Größere Schlachthöfe besitzen meist auch Badeanlagen für das Personal (s. Abschnitt XVI B), Dampfwäschereien (s. Abschnitt III D), Kleidertrockeneinrichtung u. a. m., die ebenfalls Dampf benötigen. Es ist somit eine Ferndampfanlage zu erstellen.

Die Kesselanlage ist so zu bemessen, daß sie den Anforderungen, auch wenn die Maximalbedarfe der verschiedenen Dampfverbrauchsstellen zeitlich zusammenfallen, zu genügen vermag. Zur Bewältigung der Spitzenbelastungen und zum Ausgleich zeitlicher Differenzen zwischen Abwärmeproduktion und Wärmeverbrauch, resp. Energieerzeugung und -verwertung können Dampf-, Warmwasser-, Elektrizitäts-, Kälte- (resp. Eis-) oder hydraulische Speicher unter Umständen gute Dienste tun (s. Abschnitt XVI).

Bez. möglichst vollständiger Rückleitung des Kondenswassers aus der ganzen Anlage ins Kesselhaus, Nutzbarmachung der Kesselrauchgaswärme sowie des Schwadendampfes aus dem Speisewasserreservoir usw. kann ebenfalls auf das unter den Abschnitten III und XVI Gesagte verwiesen werden.

Wie bei den Fernheizungen, Fernwarmwasser- und Ferndampfversorgungsanlagen in Spitälern, Geschäftshäusern und Fabriken (Ab-

<sup>1</sup> Vgl. Hottinger: Abwärmeverwertung zu Heiz-, Trocken-, Warmwasserbereitungs- und ähnlichen Zwecken. Berlin: Julius Springer. — Ferner: Rückgewinnung der Wärme von glühendem Koks durch trockene Kokskühlung, Bauart Sulzer. Gesundheitsing. 1927, S. 692.

schnitte III, VII und XVI) ist die Anordnung eines gemeinsamen Apparate- und Regulierendes zum übersichtlichen Unterbringung der verschiedenen Verteiler, Pumpen, Kontroll- und Meßinstrumente (evtl. auch derjenigen der elektrischen Installation) angezeigt.

Da Schlachthöfe bedeutende Wärmeverbraucher sind, ist es zweckmäßig, zu prüfen, ob sie nicht mit Abwärme liefernden Werken, z. B. kalorischen Kraftwerken, Müllverbrennungs- oder Gasanstalten (s. Abschnitt XVIII) in Verbindung gebracht werden können, wodurch die eigene Kesselzentrale nur als Ergänzungs- und Reserveanlage zu dienen hat, evtl. sogar ganz wegfallen kann.

## 2. Heizung, Kühlung, Lüftung, Entnebelung.

In den Schlachthallen sind die Raumtemperaturen niedrig zu halten, immerhin ist im Winter eine Temperierung auf mindestens 10—12° C angezeigt.

Kältere Temperaturen müssen in den künstlich zu kühlenden Räumen innegehalten werden, beispielsweise in den

Pökelräumen . . . . .	7—9°
Vorkühlhallen für Groß- und Kleinvieh . . . . .	6—8°
Kühlhallen . . . . .	2—4°
Comestibleskühlräumen . . . . .	0°
Comestiblesgefrierräumen . . . . .	—5°
Eisdepots . . . . .	—2°

Hierzu sind Lüftungsanlagen mit Ventilatorbetrieb und Kältemaschinen zur Kühlung der Luft erforderlich. Bisweilen wird dabei auch Ozonisierung zur Desodorisierung und Keimtötung angewendet<sup>1</sup>.

Die Schlachthallen werden am besten in gleicher Weise, wie das für Fabrikhallen empfohlen wurde (Abschnitt XVI A, d), mit Luftheizung oder dann mit Dampfheizung versehen; Warmwasserheizung ist, der Einfriergefahr und der höheren Anschaffungskosten wegen, nicht am Platz. Wird Luftheizung angewendet, so kann durch Erzeugung von Überdruck dem Eindringen kalter Außenluft entgegengewirkt und außerdem nach Erfordernis eine Lüftung der Räume herbeigeführt werden.

Wird direkt wirkende Dampfheizung unter Verwendung von Heizkörpern vorgesehen, so sind leicht putzbare Heizkörpermodelle zu wählen, und außerdem muß für leichte Reinigungsmöglichkeit des Fußbodens und der Wände gesorgt werden. Dazu stellt man die Heizkörper mit Vorteil auf Konsolen und versieht die Wände hinter ihnen mit Plattenbelag, so daß Abspritzmöglichkeit mit dem Schlauch besteht. Zweckmäßig erfolgt ihre Unterbringung z. T. in der Nähe der Eingänge, damit die eindringende Außenluft angewärmt wird.

Bei Fernleitung von Hochdruckdampf ist es angezeigt, in den Gebäuden Reduzierstationen vorzusehen, die den Dampfdruck beispiels-

<sup>1</sup> Hartmann, F. E.: Neuzeitliche Verwendung von Ozon in Kühlhäusern. Refrig. Engg. 1925, Nr. 12, S. 409; kurze Notiz im Gesundheitsing. 1925, S. 566.

weise auf 2 atü konstant halten. Dieselben sind außer mit den erforderlichen Druckminder-, Sicherheits-, Ent- und Belüftungs- sowie Kondenswasserableitungs-Einrichtungen auch je mit einer Abschließung zu versehen, so daß sich jedes Gebäude von der Fernleitung abschalten läßt.

Wird der Dampf zuerst zur Krafterzeugung herangezogen, so kann Ab- oder Zwischendampf von gleichbleibendem Druck ferngeleitet werden. In diesem Falle sind Reduzierstationen in den Gebäuden nicht erforderlich, dagegen muß, wenn die Abdampfmenge nicht ausreicht, selbsttätig Frischdampf zugesetzt werden.

In den Räumen mit starker Wasserdampfbildung (Kutteleien, Kuttelküchen, Schweineschlachthallen usw.) sind Entnebelungsanlagen (bei Luftheizung evtl. in Verbindung mit dieser) zu erstellen, wobei die Luft möglichst nahe den Wasserdampfentstehungsherden eingeblasen wird. Außerdem ist es zur Beseitigung der verdorbenen Luft angezeigt, oben aus den betreffenden Räumen Luft abzusaugen, z. B. mittels der in den Außenwänden eingesetzten Schraubenventilatoren. Bisweilen werden auch nur Abluftöffnungen evtl. verbunden mit Abzugskanälen vorgesehen.

Im Sommer genügt eine 20—25fache Lufterneuerung in der Stunde ohne Vorwärmung der Zuluft, während im Winter der Luftwechsel z. B. auf das 10fache des Rauminhaltes vermindert werden kann, wobei die Zuluft jedoch auf 30—50° C zu erwärmen ist. Menge und Temperatur der zugeführten Luft müssen daher durch Tourenregulierung der Ventilatoren oder Schieber in den Luftwegen und Unterteilung des Heizapparates in mehrere Gruppen veränderlich sein. Weiter müssen alle Teile dieser Anlagen leicht gereinigt werden können<sup>1</sup>.

Statt solche Entnebelungsanlagen einzurichten, wird es bisweilen vorgezogen, die entstehenden Dämpfe nicht erst in den Raum austreten zu lassen, sondern die Brühbottiche und Kuttelküchen mit leicht bedienbaren Deckeln zu versehen und die Dämpfe direkt aus den Gefäßen durch Rohre abzuleiten. Diese Lösung ist billiger und bietet zudem den Vorteil, daß die Dämpfe zur Wassererwärmung nutzbar gemacht werden können. Solche Deckel (oder Hauben, s. Abschnitt XVI C, e) können allerdings nicht immer angebracht werden, so daß sich die Erstellung von Entnebelungsanlagen doch in vielen Fällen nicht umgehen läßt.

### 3. Fern-Warmwasserversorgung.

Im Hinblick auf die Nutzbarmachung der Rauchgase, die Verwertung des Abdampfes von Dampfmaschinen, Dampfspeisepumpen usw., sowie des Schwadendampfes aus den Kondenswassersammelreservoirs, ist es angezeigt, in Schlachthöfen auch Fern-Warmwasserversorgung zu erstellen. Hierzu sind genügend große, gut isolierte Boiler vorzusehen, die den oft sehr beträchtlichen augenblicklichen Anforderungen an Warmwasser gerecht zu werden vermögen. Der Hauptwarmwasser-

<sup>1</sup> Moros, K.: Beschreibung einer einfachen Lüftungsanlage in einem Schlachthof für Schweine Hygiene der Arbeit, Moskau 1927, Nr. 1, S. 93.

verbrauch findet beim Reinigen der Gebäude statt, d. h. normalerweise an den Samstagvormittagen. Durch Aufstellung von mindestens zwei Boilern ist dafür zu sorgen, daß jederzeit, d. h. auch wenn vorübergehend ein Boiler außer Betrieb gesetzt werden muß, Warmwasser zur Verfügung steht. Die Vorlauftemperatur des Wassers soll nicht unter 80° C betragen. Mittels Zirkulationspumpe ist es bis in die Nähe der Zapfstellen in stetem Umlauf zu erhalten. Die Anlagen sind, wie unter Abschnitt III A, 6 dargelegt, auszuführen und daher kann auf das dort Gesagte verwiesen werden.

Es ist zweckdienlich, in den Schlachthallen zahlreiche Kalt- und Warmwasserhähne vorzusehen, an die zu Reinigungszwecken Schläuche angeschlossen werden können. Ferner sind sämtlich Spültröge usw. mit Warmwasser zu versorgen.

In den Brühbottichen der Schweineschlachthallen und Großkutteleien, die dauernd 70 grädiges, und den Siedebottichen der Großkutteleien, die 100 grädiges Wasser erfordern, wird das Warmhalten am besten durch eingebaute, an den Böden angebrachte Dampfstrahlapparate bewirkt, wobei der auströmende Dampf gleichzeitig eine Zirkulation des Wassers hervorruft und sein Kondensat den Wasserverlust infolge Verdampfung ersetzt.

An allen Orten, wo man mit niedrigeren Wassertemperaturen als derjenigen des ferngeleiteten Wassers auskommt, ist es im Interesse eines geringen Warmwasserverbrauches angezeigt, einfach zu bedienende Mischventile anzubringen. Zum selben Zweck werden die Schläuche auch etwa mit Mundstücken versehen, die sich nach dem Gebrauch automatisch schließen. Trotz solcher Vorkehrungen ist in Schlachthöfen mit einem großen Warmwasserverbrauch zu rechnen.

#### 4. Viehwagen-Reinigungs- und Desinfektionsanlage.

Zum Reinigen und Desinfizieren der Viehwagen ist es bequem, sie vor eine Rampe fahren und von derselben aus durch Schläuche mittels Kalt- und Warmwasser sowie Dampf behandeln zu können. Zur Erhöhung der desinfizierenden Wirkung des Dampfes wird demselben in den Schlauchmündstücken oft noch Formalin beigemischt, das aus hochliegenden Behältern zufließt. Zum Anschluß der Schläuche werden auf den Rampen mit Vorteil hydrantartige Ständer erstellt.

#### 5. Fernleitungen.

Bei Schlachthöfen können die Leitungen der Dampf- und Warmwasserfernversorgung meist in den Gebäuden frei sichtbar oder in leicht zugänglichen Bodenkanälen untergebracht werden. Zwischen den Gebäuden zieht man sie entweder durch die Luft oder legt sie ebenfalls in nicht begehbare Bodenkanäle. Begehbare Kanäle sind hierfür in der Regel nicht erforderlich, weil es sich nicht um große Distanzen handelt. Wie üblich, sind die Leitungen gut zu isolieren und gegen Nässe zu schützen.

## XX. Strafanstalten, Gefängnisse (evtl. in Verbindung mit Gerichtsgebäuden), Zuchthäuser.

### A. Heizung.

#### 1. Raumtemperaturen in °C.

Aufenthaltsräume der Gefangenen am Tage, je nach Beschäftigung . . . . .	15—18°
Aufenthaltsräume der Gefangenen bei Nacht . . . . .	10°
Korridore je nach Benutzung . . . . .	10—15°
Werkstätten s. Abschnitt XVI.	
Krankenräume s. Abschnitt III.	
Bureaus, Gerichtsräume usw. s. Abschnitt VII.	
Wohnräume des Direktors, der Aufseher usw. s. Abschnitt I.	

#### 2. Heizsystem.

Für die Aufenthaltsräume der Gefangenen, die Bureaus, die Wohnungen des Direktors und der Aufseher kommt Warmwasser-, evtl. Dampf-Warmwasser-, bei ausgedehnten Anlagen Pumpen-Warmwasserheizung und für die Werkstätten, Korridore, die Kirche usw. Dampfheizung in Frage. Gewünschtenfalls können die Zellen auch mit Pulsionsluftheizung versehen werden. (Betreffend evtl. Zellen für Tob-süchtige und Unreinliche s. Abschnitt III.)

#### 3. Heizkörper und Leitungen.

Der Wahl und Anordnung der Heizkörper in den Zellen ist besondere Aufmerksamkeit zu schenken in dem Sinne, daß von den Gefangenen nichts zerstört resp. abmontiert werden kann. Es werden daher z. B. dickwandige Heizsäulen mittels starken Bügeln an die Mauern befestigt und direkt mit den vollständig in den Mauern liegenden Leitungen verbunden. Bei dieser Anordnung besteht allerdings immer noch die Möglichkeit, daß sich die Insassen durch Klopfen an die Heizkörper miteinander verständigen. Will man dies vermeiden, so ist vollständig verdeckte Anordnung vorzusehen.

Gruppenunterteilung nach Himmelsrichtungen und evtl. andern örtlichen Anforderungen kann empfehlenswert sein.

### B. Lüftung.

Künstliche Lüftung findet man nur in wenig Strafanstalten und Gefängnissen. Besteht Luftheizung für die Zellen, so kann damit auch frische Luft zugeführt werden. Der Luftwechsel hat in diesen Fällen je Kopf zu betragen: für die Einzelzellen 15—20 m<sup>3</sup>/st und für die Schlafzellen sowie die Räume für gemeinsame Haft 10 m<sup>3</sup>/st.

Die Öffnungen der Zu- und Abluftkanäle sind verdeckt anzuordnen. Ferner muß durch entsprechende Führung der Kanäle dafür gesorgt werden, daß eine Verständigung zwischen den einzelnen Zellen ausgeschlossen ist.

## XXI. Leichenhäuser.

Diese Gebäude dienen dazu, die Leichen aus Trauerhäusern, in denen der Platz beschränkt ist, sowie infektiöse und aufgefundene Tote bis zur Beerdigung zu bergen. In neuerer Zeit sind da und dort an Stelle gemeinsamer Hallen Einzelzellen erstellt worden, wodurch eine wehevollere Stimmung geschaffen und dem Empfinden der Hinterbliebenen besser Rechnung getragen werden kann. Außerdem ergeben sich dadurch technische Vorzüge.

Die Leichenaufbewahrungsräume sind zu lüften und zu kühlen. Die Temperaturen sollen betragen:

in Räumen für normale Leichen . . . .	+10° C
„ „ „ infektiöse Leichen . . . .	—2° C

Hierzu sind Lüftungsanlagen mit Ventilatorbetrieb, und zwar getrennt für normale und infektiöse Leichen, erforderlich. Im Sommer muß das Kühlen der Luft mittels Kältemaschinen erfolgen. Zur Beseitigung des Leichengeruches ist ein Teil der Zirkulationsluft entweichen zu lassen und dafür eine entsprechende Menge Frischluft beizugeben (evtl. Ozonisierung).

Die Lüftung der Zellen hat so zu erfolgen, daß der Luftstrom sie vollständig durchspült, die Besucher jedoch nicht von kalten Strömungen getroffen werden. Um letzteres mit Sicherheit auszuschließen, ist es angezeigt, die Anlagen so vorzusehen, daß die Kühlluftzuführung mittels Klappen oder Schiebern abgestellt und gleichzeitig eine große Menge frische Luft durch die geöffneten Türen angesaugt werden kann. Das ist namentlich erwünscht, wenn es sich um Leichen mit starker Geruchbildung handelt.

Selbstverständlich soll in den Hallen resp. Zellen von der Lüftungs- und Kühlanlage nichts zu sehen und zu hören sein. Die Wände der Leichenräume, sowie die Luftkanäle sind aufs beste gegen Wärmeverluste zu isolieren und ein Dachgeschoß über den Zellen soll dieselben gegen direkte Sonnenbestrahlung schützen. Kaltwasserberieselung der Dächer kann empfehlenswert sein. Gut bewährt hat sich die Anordnung eines Bedienungsganges auf der einen und eines Besucherganges auf der andern Seite der Zellen, und zwar sowohl aus isolier- als betriebstechnischen Gründen. Auch ist dadurch der Temperaturübergang für die Besucher ein allmählicherer, weil sie vom Freien zuerst einen Vorraum, dann den durch die Zellen stärker gekühlten Besuchergang und schließlich die Zellen selber betreten.

Für die Wintermonate sind Bedienungs- und Besuchergang sowie die Vor- und übrigen Aufenthaltsräume mit Dampf- oder Warmwasserheizung zu versehen.

Als Beispiel sei das Züricher Leichenhaus genannt. Es enthält 7 Zellen für normale, 3 für infektiöse Leichen und erfordert eine maximale Kälteleistung von 200 000 kcal/Tag. Der Antriebsmotor des Ammoniakcompressors hat 15 PS. Im Luftkühler für normale Leichen herrscht

eine Verdampfertemperatur von  $-5^{\circ}\text{C}$ , in demjenigen für infektiöse Leichen eine solche von  $-20^{\circ}\text{C}$ . Das Kühlwasser erwärmt sich um etwa  $10^{\circ}\text{C}$ <sup>1</sup>.

## XXII. Tierhäuser.

(Stallungen s. Abschnitt I.)

### 1. Große, modern eingerichtete Hühnerbrut- und Aufzuchtanstalten<sup>2</sup>.

Die Temperatur der Brutwärme ist  $39\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ . Andauernde größere Abweichungen haben eine Schwächung oder ein Absterben der Keime im Ei zur Folge, daher ist automatische Temperaturregelung anzuwenden. Die Wärmezufuhr soll von oben erfolgen. Ferner sind genügendes Einströmen frischer Luft und Regelung des Luftfeuchtigkeitsgehaltes notwendig. Die Brutzeit für Hühner beträgt 21 Tage.

Als Heizsystem empfiehlt sich Warmwasser- oder elektrische Heizung. Die Heizkörper werden gewöhnlich in Form von Heizröhren vorgesehen. Bei Warmwasserheizung ist der Heizkessel in einem Nebenraum aufzustellen.

Die Aufzucht der Kücken erfolgt:

Im kleinen in Wärmekästen mit Heizung, so daß die Kücken Ersatz für die mütterliche Wärme finden. Ein vergitterter Auslauf muß ihnen den erforderlichen Tummelplatz gewähren.

Im großen werden Aufzuchthäuser mit Zentralheizung erstellt.

Die Temperatur der Brutställe hat  $18^{\circ}\text{C}$  zu betragen. Am besten eignet sich auch hierfür Warmwasser- oder elektrische Heizung.

Zum Einkühlen von Eiern sind Temperaturen zwischen plus und minus  $5^{\circ}\text{C}$  und Luftfeuchtigkeitsgrade von 80 bis 85% innezuhalten<sup>3</sup>.

### 2. Raubtierhäuser<sup>4</sup>.

In Raubtierhäusern ist die Temperatur der Tierart anzupassen. Im allgemeinen hat sie mindestens  $20^{\circ}\text{C}$  zu betragen. Als Heizsystem ist Warmwasserheizung zweckmäßig und als Lüftungssystem Pulsionslüftung, die bei abgestelltem Ventilator in eingeschränktem Maße auf natürlichem Wege weiter wirken soll. Wichtig ist, daß die Käfigfußböden warm gehalten, die Heizkörper jedoch gegen Spritzwasser beim Reinigen der Käfige geschützt werden. Daher empfiehlt sich Aufstellung derselben unter den Käfigen, ferner Führung der frischen Luft über diese Heizkörper nach dem Besucherraum, von wo sie durch die Käfige oder vor denselben nach oben abströmen soll, so daß die Ausdünstung der Tiere vom Publikum abgehalten wird (evtl. Ozonisierung). Auf das Fernhalten kalter Zugluft von den Tieren ist streng zu achten. (Ausführung z. B. in Halle a. S.)

<sup>1</sup> Die neue Leichenhalle auf dem Friedhof Sihlfeld, Zürich 4, herausgegeben im Jahre 1917 von Gebrüder Sulzer, A.-G., Winterthur. Siehe auch Gesundheitsing. 1928, S. 625.

<sup>2</sup> Gesundheitsing. vom 16. Oktober und 6. November 1926, S. 658 u. 707.

<sup>3</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 592; 1927, S. 578.

<sup>4</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 522.

### 3. Reptilienhäuser<sup>1</sup>.

Die Publikumsgänge sind nur zu temperieren, während die Temperatur in den Käfigen 24—30° C betragen muß. Am besten eignen sich elektrische Heizkörper, die in die Mauern und Felsen der Höhlen sowie in die Wasserbehälter eingebaut werden. Automatische Temperaturregelung ist auch hier empfehlenswert, ferner das Einfallenlassen von natürlichem oder künstlichem Licht in die Höhlen oder Käfige. Hierzu können kugelförmige Quarzlampen dienen, deren Licht durch Scheinwerfer auf die Orte geworfen wird, welche von den Reptilien vorzugsweise aufgesucht werden. (Ausführung z. B. im Londoner Zoo.)

### 4. Insektarien.

Auch hierfür ist elektrische Heizung mit automatischer Temperaturregelung am zweckmäßigsten. (Ausführung z. B. im San Joaquin County Insectary in Lodi, Kalifornien.)

## XXIII. Die Austrocknung von Neubauten durch Heizung.

Immer mehr gelangt man dazu, auch im Winter zu bauen, und ist daher vielfach darauf angewiesen, der in der kalten Jahreszeit äußerst langsam vor sich gehenden natürlichen Austrocknung des Mauerwerkes durch Heizung nachzuhelfen.

Ist der Rohbau fertig erstellt, d. h. eingedeckt, so lassen sich in den Räumen Koks Körbe oder Koksöfen aufstellen. Bei der Verwendung von Koks Körben ist jedoch die Gefahr der Kohlenoxydgasvergiftung nicht zu übersehen. Geschlossene Öfen, mit ins Freie führenden Rauchrohren sind in dieser Beziehung vorzuziehen, dagegen brauchen sie etwas mehr Brennmaterial. Ist Zentralheizung vorhanden, so kann auch sie dem genannten Zwecke dienen. Bei großen Bauten hat man sich schon so geholfen, daß das erst teilweise erstellte Gebäude mit einem Notdach und einer wasserdichten Zwischendecke versehen worden ist, so daß die Zentralheizung während des Bauens montiert und das Mauerwerk des eingedeckten Gebäudeteiles damit ausgetrocknet werden konnte<sup>2</sup>.

Ferner ist in neuester Zeit ein Heizverfahren, das sog. Druckluft-Trockenverfahren aufgekommen, bei dem vor die Neubauten Koks wagen gefahren und die Feuergase, gemischt mit Frischluft, mittels auf den Wagen angebrachten, elektrisch angetriebenen Ventilatoren durch ca. 50 cm weite, außen an den Häusern hochführende Rohrleitungen in die Neubauten gepreßt werden, nachdem vorher die Tür- und Fensteröffnungen möglichst gut verschlossen worden sind. Da auf diese Weise Überdruck in den Räumen entsteht, nimmt die Heizluft ihren Weg z. T. durch das poröse Mauerwerk, was zur Folge hat, daß

<sup>1</sup> Gesundheitsing. 1926, S. 653.

<sup>2</sup> Hottinger: Monographie des Neubaus der Schweiz. Volksbank, Zürich. Zürich: Gebr. Fretz, A. G.

die Trocknung beschleunigt wird und infolge der mitgeführten reichlichen Kohlensäuremenge der Mörtel in kurzer Zeit gut erhärtet. Der freiwerdende Wasserdampf wird von der abströmenden Luft ins Freie mitgenommen. Die Temperatur der Heizluft kann durch Beigabe von mehr oder weniger Frischluft nach Belieben geregelt werden. Da die Verbrennung des Kokes bei großem Luftüberschuß vor sich geht, ist die Gefahr der Bildung von Kohlenoxyd ausgeschlossen.

Nach Mitteilungen aus der Praxis soll es mit einer solchen Heizmaschine möglich sein, ein Gebäude von 1000 m<sup>3</sup> umbautem Raum in 3—4 Tagen vollständig auszutrocknen, wobei der Mörtel so weit erhärtet, daß die Innenarbeiten alsbald fertiggestellt werden können.

---

---

**Druck von C. G. Röder G. m. b. H., Leipzig.**

---

**Abwärmeverwertung** zu Heiz-, Trocken-, Warmwasserbereitungs- und ähnlichen Zwecken. Von Ingenieur **M. Hottinger**, Privatdozent, Zürich. Mit 180 Abbildungen im Text. X, 240 Seiten. 1922.

RM 8.—; gebunden RM 10.—

**H. Rietschels Leitfaden der Heiz- und Lüftungstechnik.**

Ein Hand- und Lehrbuch für Architekten und Ingenieure. Bearbeitet von Professor Dr.-Ing. **H. Groeber**, Charlottenburg. Mit einem Abschnitt über Hygiene von Professor Dr. **Bürgers**, Königsberg. Mit 308 Textabbildungen, 26 Zahlentafeln und 10 Hilfstafeln. XXV, 319 Seiten. 1928.

Gebunden RM 36.—

**Ergebnisse von Versuchen für den Bau warmer und billiger Wohnungen** an den Versuchshäusern der Norwegischen Technischen Hochschule. Von Architekt Professor **Andr. Bugge**. Nebst einem

Ergänzungskapitel: Beiträge zur Wärmebedarfsberechnung ( $k$ -Zahlen) von Dipl.-Ing. **Alf Kollflaath**, Assistent beim Wärmekraftlaboratorium der Norwegischen Technischen Hochschule. Deutsche Übersetzung von **Herbert Frhr. Grote**. IV, 124 Seiten. 1924.

RM 6.60

**Lüftung und Heizung im Schulgebäude.** Von Dr. **M. Rothfeld**, Stadtschularzt in Chemnitz. Mit 38 Textabbildungen. VI, 124 Seiten. 1916.

RM 4.80

*Bildet Heft 6 der Sammlung „Zwanglose Abhandlungen aus den Grenzgebieten der Pädagogik und Medizin“, herausgegeben von Th. Heller in Wien und G. Leubuscher in Meiningen.*

**Einführung in die Lehre von der Wärmeübertragung.**

Ein Leitfaden für die Praxis von Dr.-Ing. **Heinrich Gröber**. Mit 60 Textabbildungen und 40 Zahlentafeln. X, 200 Seiten. 1926.

Gebunden RM 12.—

**Der Wärmeübergang an strömendes Wasser in vertikalen**

**Rohren.** Von Dr.-Ing. **Waldemar Stender**. Mit 25 Abbildungen im Text. 86 Seiten. 1924.

RM 5.10

**Technische Wärmelehre der Gase und Dämpfe.** Eine Einföhrung für Ingenieure und Studierende. Von Studienrat a. **D. Franz Seufert**,

Obering. für Wärmewirtschaft. Dritte, verbesserte Auflage. Mit 26 Textabbildungen und 5 Zahlentafeln. IV, 84 Seiten. 1923.

RM 1.80

**Die Wärmeübertragung.** Ein Lehr- und Nachschlagebuch

für den praktischen Gebrauch von Prof. Dipl.-Ing. **M. ten Bosch**, Zürich. Zweite, stark erweiterte Auflage. Mit 169 Textabbildungen, 69 Zahlentafeln und 53 Anwendungsbeispielen. VIII, 304 Seiten. 1927.

Gebunden RM 22.50

**Der Wärme- und Kälteschutz in der Industrie.** Von Dr.-Ing.

**J. S. Cammerer**, Privatdozent an der Technischen Hochschule Berlin. Mit 94 Textabbildungen und 76 Zahlentafeln. VIII, 276 Seiten. 1928.

Gebunden RM 21.50

**Wärme- und Kälteverluste isolierter Rohrleitungen und**

**Wände.** Tabellarische Zusammenstellung für die Praxis. Herausgegeben von **Grünzweig & Hartmann G. m. b. H.** in Ludwigshafen a. Rh. 269 Seiten. 1928.

Gebunden RM 16.—

**Handbuch der Feuerungstechnik und des Dampfkessel-**

**betriebes** unter besonderer Berücksichtigung der Wärmewirtschaft. Von Dr.-Ing. **Georg Herberg**, Stuttgart, Ingenieurbüro für Kraft- und Wärmewirtschaft. Vierte, erweiterte Auflage. Mit 84 Textabbildungen, 118 Zahlentafeln sowie 54 Rechnungsbeispielen. XII, 447 Seiten. 1928. Gebunden RM 23.50

---

**Verbrennungslehre und Feuerungstechnik.** Von Studienrat a. D.

**Franz Seufert**, Oberingenieur für Wärmewirtschaft. Zweite, verbesserte Auflage. Mit 19 Abbildungen, 15 Zahlentafeln und vielen Berechnungsbeispielen. IV, 128 Seiten. 1923. RM 2.60

---

**Brennstoff und Verbrennung.** Von Professor Dr. **D. Aufhäuser**, Inhaber der Thermochemischen Versuchsanstalt zu Hamburg.

I. Teil: **Brennstoff.** Mit 16 Abbildungen im Text und zahlreichen Tabellen. V, 116 Seiten. 1926. RM 4.20

II. Teil: **Verbrennung.** Mit 13 Abbildungen im Text. IV, 107 Seiten. 1928. RM 4.20

I. und II. Teil gebunden RM 10.—

---

**Die Ventilatoren.** Berechnung, Entwurf und Anwendung. Von Dr. sc. techn. **E. Wiesmann**, Ingenieur. Mit 135 Abbildungen, 10 Zahlentafeln und zahlreichen Rechnungsbeispielen. V, 196 Seiten. 1924. Gebunden RM 10.50

---

**Zentrifugal-Ventilatoren** ihre Berechnung und Konstruktion. Von Ingenieur **Erich Gronwald**. Mit 108 Textabbildungen. VIII, 178 Seiten. 1925. Gebunden RM 12.60

---

**Jx-Tafeln feuchter Luft** und ihr Gebrauch bei der Erwärmung, Abkühlung, Befeuchtung, Entfeuchtung von Luft, bei Wasserrückkühlung und beim Trocknen. Von Dr.-Ing. **M. Grubenmann**, Zürich. Mit 45 Textabbildungen und 3 Diagrammen auf 2 Tafeln. IV, 46 Seiten. 1926. RM 10.50

---

**Neue Tabellen und Diagramme für Wasserdampf.** Von Professor Dr. **Richard Mollier**, Dresden. Fünfte, durchgesehene und ergänzte Auflage. Mit zwei Diagrammtafeln. 28 Seiten. 1927. RM 2.70

---

**JS-Tafel für Wasserdampf** berechnet und aufgezeichnet von Professor **A. Bantlin**, Stuttgart. Dritte, unveränderte Auflage. 1926. RM 1.50

---

**Der Bauratgeber.** Handbuch für das gesamte Baugewerbe und seine Grenzgebiete. Achte, vollständig neubearbeitete und wesentlich erweiterte Neuauflage von „Junk, Wiener Bauratgeber“. Herausgegeben unter Mitwirkung hervorragender Fachleute aus der Praxis von Ing. **Leopold Herzka**, Wien. Mit zahlreichen Tabellen und 752 Abbildungen im Text. XIV, 780 Seiten. 1927. In Ganzleinen gebunden RM 38.50

Enthält unter anderem den Abschnitt „Gesundheitstechnik“ von Ing. **Leopold Fischer** mit den Kapiteln: Heizung, Lüftung, Gasversorgung, Versorgung von Häusern mit kaltem und warmem Wasser, Sanitäre Einrichtungen, Wasserabfußleitungen und Kanalisation. (Seite 705-758.)

(Verlag von Julius Springer / Wien)